

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**TESIS**

**Construcción y costos en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05  
de la Mina Pas-Huaron 2018**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero de Minas**

**Autor: Bach. Kenely Alexandra HINOSTROZA QUISPE**

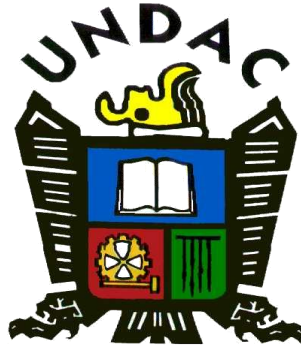
**Asesor: Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA**

**Cerro de Pasco – Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**TESIS**

**Construcción y costos en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05  
de la Mina Pas-Huaron 2018**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado**

---

**Mg. Joel Enrique OSCUVILCA TAPIA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Wenceslao Julio LEDESMA VELITA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Raúl FERNANDEZ MALLQUI**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Por brindarme la vida y guiarme por el buen camino y darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas.

### **A mis queridos Padres:**

Por su apoyo, consejos, amor y ayuda en momentos difíciles.

## **RECONOCIMIENTO**

Deseo mostrar mi más sentido agradecimiento a todas aquellas personas que me apoyaron, las cuales mencionare a continuación

En primer lugar a Dios a mis padres Santiago Hinostroza y Paulina Quispe por su apoyo y amor incondicional estaré siempre agradecida porque han dedicado su tiempo y su trabajo para lograr este objetivo

Al Ing. Julio Santiago Rivera, asesor de este trabajo por su apoyo en la elaboración de este proyecto.

Al Ing. Daniel Gazco Vera (Residente de obra), quien me dio la oportunidad de poder ingresar a la empresa Pevoex contratistas.

A mis hermanos por animarme a seguir adelante con la tesis en todo momento.

**Muchas gracias a todos.**

## RESUMEN

La unidad minera Huarón, se encuentra ubicada en el distrito de Huayllay, provincia de Pasco, departamento de Pasco, en el flanco oriental de la cordillera occidental de los Andes en la sierra central del Perú. Se accede a la zona de estudio mediante la vía Lima - La Oroya - Huayllay (Huarón), con un tramo de 304 km de recorrido.

### DESCRIPCIÓN DE CAPÍTULOS

Para el desarrollo de la presente tesis he considerado (siete) 7 capítulos, siendo los siguientes:

- El capítulo uno, trata sobre los aspectos de la investigación que comprende el problema de investigación y su formulación, objetivos, justificación, importancia y alcances de la investigación y limitaciones.
- El capítulo dos, trata sobre el marco teórico que comprende antecedentes, bases teóricas-científicas, definición de términos, formulación de hipótesis, identificación de variables y definición operacional de variables.
- El capítulo tres, trata sobre la metodología y técnicas de investigación que comprende: tipo de investigación, métodos de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos, tratamiento estadístico, selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de la investigación y orientación ética.
- El capítulo cuatro, trata de los resultados y discusión que comprende:  
Descripción del trabajo de campo, presentación, análisis e interpretación de resultados, prueba de hipótesis y discusión de resultados  
Para terminar la tesis se presentan las conclusiones y recomendaciones, bibliografía y anexos correspondientes.

Lo cual pongo a consideración de mis jurados calificadores para su evaluación correspondiente.

**Palabras Clave:** Análisis de costos ; proceso constructivo de presa de relaves.

## ABSTRACT

The Huarón mining unit is located in the district of Huayllay, province of Pasco, department of Pasco, on the eastern flank of the western Andes mountain range in the central highlands of Peru. The study area is accessed via the Lima - La Oroya - Huayllay (Huarón) route, with a stretch of 304 km. CHAPTER DESCRIPTION

For the development of this thesis I have considered (seven) 7 chapters, the following being:

- Chapter one deals with the aspects of the research that includes the approach to the problem and its formulation, objectives, justification, importance and scope of the research and limitations.
- Chapter two deals with the theoretical framework that includes antecedents, theoretical-scientific bases, definition of terms, hypothesis formulation, identification of variables and operational definition of variables.
- Chapter three deals with research methodology and techniques that includes: type of research, research methods, research design, population and sample, data collection techniques and instruments, data processing and analysis techniques, statistical treatment , selection, validation and reliability of research instruments and ethical guidance.
- Chapter four, deals with the results and discussion that includes:  
Description of field work, presentation, analysis and interpretation of results, hypothesis testing and discussion of results  
To conclude the thesis, the corresponding conclusions and recommendations, bibliography and annexes are presented.

Which I put to the consideration of my qualifying juries for their corresponding evaluation.

**Keywords:** Cost analysis ; construction process of tailings dam.



## INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo realizar el proceso constructivo de la presa de relaves N° 5 Huaron donde se genere un ahorro de costos en el área de operaciones (específicamente en el área de carguío) las empresas contratistas en general en la actualidad buscan la necesidad de obtener mayores ganancias a partir de la minimización de costos.

Para poder encontrar oportunidades de mejora, es importante entender el entorno de trabajo. Por ello, se realizará una descripción al área de carguío y las subareas que la componen. Luego procederemos a analizar los factores involucrados en estas sub áreas con el objetivo de encontrar oportunidades de mejora y así presentar proyectos de mejora y ahorro de costos.

Finalmente, se presentará los beneficios económicos y operativos obtenidos con la implementación de estos proyectos.

Es pertinente mencionar que la importancia de esta tesis recae en su aplicación para situaciones en la que los precios de los obligan a las mineras a buscar reducir sus costos continuamente. Por ello, una manera de reducir los costos de una forma efectiva es mediante la aplicación de estos proyectos, los cuales contribuirán a darle una mejor solidez económica a la empresa frente a situaciones complicadas.

## ÌNDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÌNDICE

### CAPITULO I

<b>PROBLEMA DE INVESTIGACION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Identificación y determinación del problema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Delimitación de la investigación. ....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Delimitación Espacial. ....	4
1.2.2. Delimitación temporal.....	4
<b>1.3. Formulación del problema.....</b>	<b>4</b>
1.3.1. Problema General.....	4
1.3.2. Problema Específicos. ....	4
<b>1.4. Formulación de objetivos. ....</b>	<b>5</b>
1.4.1. Objetivo General. ....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
<b>1.5. Justificación de la investigación. ....</b>	<b>5</b>
<b>1.6. Limitaciones de la investigación. ....</b>	<b>7</b>

### CAPITULO II

<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. Antecedentes de estudio.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Bases Teóricas - Científicas.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Definición de términos basicos.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4. Formulación de Hipótesis.....</b>	<b>22</b>
2.4.1. Hipótesis general.....	22
2.4.2. Hipótesis específicas.....	23
<b>2.5. Identificación de variables.....</b>	<b>23</b>

2.5.1. Variable independiente.....	23
2.5.2. Variable dependiente.....	23
<b>2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1. Tipo de Investigación.....</b>	<b>25</b>
3.1.1. Descriptiva. ....	25
3.1.2. Analítica. ....	25
<b>3.2. Métodos de Investigación.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3. Diseño de Investigación. ....</b>	<b>25</b>
<b>3.4. Población y Muestra. ....</b>	<b>26</b>
3.3.1. Población.....	26
3.3.2. Muestra.....	26
<b>3.5. Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos. ....</b>	<b>26</b>
<b>3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....</b>	<b>26</b>
<b>3.7. Tratamiento estadístico .....</b>	<b>26</b>
<b>3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .26</b>	<b>26</b>
<b>3.9. Orientación ética .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Descripción del Trabajo de Campo.....</b>	<b>28</b>
4.1.1 Información General de la Mina .....	28
<b>4.1.4 Antecedentes históricos. ....</b>	<b>29</b>
4.1.5 Geología de la mina. ....	30
<b>4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados .....</b>	<b>42</b>
4.2.1. Resumen Ejecutivo:.....	42
4.2.2. Plan de recursos humanos .....	43
4.2.3. Plan de movilización. ....	45
4.2.4. Equipos y herramientas para ejecución y control.....	46
4.2.5 Etapas del proyecto .....	48
4.2.6. Fases del proyecto.....	50
4.2.7. Control de calidad (QC) y aseguramiento de la calidad (QA) de la construcción. ....	52
4.2.8. Estructura de entrada.....	53

4.2.9. Vertedero de emergencia.....	54
4.2.10. Tubería de conducción .....	55
4.2.11. Estructura de salida .....	55
<b>4.3. Prueba de hipótesis .....</b>	<b>56</b>
4.3.1. Descripción de la Ejecución.....	56
4.3.2. Plan logístico.....	56
4.3.3. Plan de mantenimiento .....	57
4.3.4. Plan de comunicaciones .....	57
4.3.5. Plan de control de calidad .....	58
<b>4.4. Discusión de resultados .....</b>	<b>60</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema.**

La tendencia actual de la minería es encumbrarse como un sector responsable de sus operaciones y protector del medioambiente. La explotación de los recursos metálicos deja grandes residuos que, de no atenderse inmediatamente, podrían representar una grave amenaza al ecosistema.

Se denomina presa o represa a una barrera construida con piedra, hormigón o materiales sueltos, su construcción habitualmente está en un desfiladero o lecho de río preexistente que permita la perdurabilidad de su construcción a través de los años. Su objetivo principal es almacenar adecuadamente los relaves, aplicando tecnología y diseños de ingeniería viables a fin de proteger la integridad física de las personas, medio ambiente y el entorno circundante.

Los relaves se originan en los procesos de concentración de minerales metálicos, que se inician con las etapas de chancado y molienda hasta alcanzar tamaños menores a un milímetro. El mineral molido se mezcla con agua y reactivos hasta formar una pulpa que pasa a la etapa de flotación para la separación del mineral

La falla de una presa de relaves causa gran pérdida de vidas y de propiedades, cuyo valor puede ser mucho mayor que el de la presa en sí. El estudio de las fallas de una presa

de relave puede ser de gran valor para la profesión de la ingeniería, si ésta se investiga completamente y se analiza objetivamente.

Considerando específicamente las presas de relave como estructuras de retención de rellenos mineros, éstas pueden ser divididas básicamente en dos grupos: presas o diques de tipo convencional y rellenos hidráulicos contruidos por etapas.

Se estima que uno de los problemas más importantes que deben tomarse en cuenta en nuestro país es la influencia que tienen los terremotos en determinadas regiones donde es posible se produzcan fallas por efecto de la onda sísmica o el desarrollo del fenómeno de licuefacción, que han originado en el pasado graves daños. Considerándose que, de acuerdo con el hecho de que cualquier solución en ingeniería supone siempre un compromiso de costo, tiempo y seguridad, en las presas de relave que se construyan en el futuro en el país, deberá evaluarse límites razonables de estabilidad, inclusive mucho después de que la mina haya cerrado o el embalse sea abandonado definitivamente.

La manera en que una presa de relave puede fallar se relaciona con sus funciones básicas:

Fallas hidráulicas, debidas a erosión de la superficie de la estructura; filtraciones excesivas o incapacidad para resistir las filtraciones a través de la presa o su cimentación; y fallas estructurales, como derrumbes o colapso estructural de la presa o su cimentación. Un análisis de los accidentes y fallas más comunes en presas de relave y sus comentarios acerca de las características de la falla, sus causas probables y medidas de prevención se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 01  
*Accidentes con presas de relaves*

NOMBRE DE LA PRESA	ALTURA DEL DEPÓSITO	AÑO DE OCURRENCIA	CAUSA PROBABLE	ESTADO ACTUAL DE DEPÓSITO	DAÑOS HUMANOS, MATERIALES Y AMBIENTALES
CASAPALCA	60m	1952	Sismo	Abandonado	Numerosos muertos y contaminación del río Rímac

MILPO	60m	1956	Sismo	En ejecución	Muchos muertos, interrupción de la carretera Cerro de Pasco – Huánuco
ALMIVIRCA (1) QUIRUVILCA	40m	1962	Sismo de magnitud 6.7 lluvias abundantes	Abandonado	Daños a la agricultura y obras de infraestructura de la zona.
YAULI-YACU	80m	1968	Sismo	Abandonado	Interrupción de la carretera central y contaminación del río Rímac
RECUPERADA BUENAVENTURA	-	1969	Se desconoce	Se desconoce	Daños en la agricultura de Huachocolpa, contaminación.
ALMIVIRCA (2) QUIRUVILCA	40m	1970	Sismo de 1970	Abandonado	Contaminación del río San Felipe
ATACOCHA	-	1971	Falla en drenaje	Abandonado	Contaminación del río Huallaga y daños a infraestructura vial (100,000 Ton de relave)
TICAPAMPA ALIANZA	20m	1971	Falla de construcción y drenaje	Abandonado	Tres muertos, destrucción de viviendas e interrupción de la carretera de Huaraz-Lima (9,000 Ton de relave)
SAN NICOLAS CAJAMARCA	-	1980	Falla de construcción	Se desconoce	Contaminación del río Tingo y daños en la agricultura.

*Fuente: Revista minería y medio ambiente 2016*

Es así que con fecha febrero del 2018 la empresa Pan American Silver Huarón S.A.C con RUC N° 20546191541, considera la gestión de un proceso de selección cuyo objeto es la ejecución de: Recrecimiento de la Presa de Relaves a Cota 4452, de acuerdo con lo especificado en las bases, memoria descriptiva y demás documentos complementarios.

El objeto de la licitación es seleccionar a la empresa que se encargará de ejecutar las obras para recrecer el dique desde su base hasta la cresta con material de préstamo hasta la cota 4452 msnm y las obras hidráulicas (recrecimiento de aliviadero y línea de descarga); con la finalidad de obtener una mayor capacidad para el depositar de relaves de nuestras operaciones, además garantizar la estabilidad física de la presa de relaves.

Como casi todos los accidentes, las fallas en presas de relave por lo general han sido causadas por ignorancia y uno de los más grandes problemas o dificultades que se tiene en operaciones mineras, son los relaves que se generan. Por lo tanto, si tuviéramos en cuenta todos estos datos, corresponde realizar un estudio y seguimiento detallado del proceso constructivo y los costos que son importantes en el sector minero.

Es decir, si no contamos con un adecuado depósito de relaves, no se podrá realizar las operaciones en mina, pues no habría donde depositar estos productos colaterales de la explotación.

Por lo mencionado se realizará el análisis de la construcción y los costos que este proceso involucra en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018.

## **1.2. Delimitación de la investigación.**

Para delimitar el presente trabajo se tomaron en cuenta la delimitación espacial, la delimitación temporal y la delimitación temática, y es como sigue.

**1.2.1. Delimitación Espacial.** El presente trabajo se limitará en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron.

**1.2.2. Delimitación temporal.** Toda la realización del presente trabajo tendrá un periodo de 08 meses, de mayo del 2018 a diciembre del 2018.

**1.2.3. Delimitación temática.** El motivo del presente trabajo radica en determinar la construcción y los costos del recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron.

## **1.3. Formulación del problema.**

### **1.3.1. Problema General.**

¿Se podrá analizar la construcción y costos en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018?

### **1.3.2. Problema Específicos.**

a. ¿Se podrá analizar el proceso constructivo en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018?



b. ¿Cómo determinar el costo en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018?

#### **1.4. Formulación de objetivos.**

##### **1.4.1. Objetivo General.**

Analizar la construcción y costos en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- a. Analizar el proceso constructivo en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018.
- b. Determinar el costo en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018.

#### **1.5. Justificación de la investigación.**

Razones de carácter particular, vinculadas a las labores, funciones y responsabilidades donde me vengo desempeñando me han llevado a iniciar esta tesis. Y las actuales tendencias en el manejo de desechos provenientes de la explotación minera generan la existencia de depósitos residuales, debido a que gran parte de éstos actualmente no pueden ser reprocesados ni reutilizados en las etapas productivas, por lo que su disposición es la única opción viable para su manejo.

A esto debe sumarse que en innumerables ocasiones se tiende a menospreciar su valor, debido a que se les considera como elementos sin ningún valor comercial conocido y cuyo costo de almacenamiento constituye un gasto, ya que en la mayoría de los casos no originan retornos económicos. Hasta hace algunas décadas, era común en nuestro país y en otras naciones de carácter minero, deshacerse de los residuos derivados de las operaciones minero-metalúrgicas, utilizando para estos propósitos medios como lechos

de ríos, lagunas, quebradas o valles más próximos al sector donde se desarrollaban las operaciones mineras. Cuando no se disponía de estos sectores naturales, las empresas solían almacenar los residuos en espacios que amurallaban con terraplenes levantados con los mismos relaves. Una vez que se agotaba el yacimiento, estos depósitos quedaban abandonados.

En la actualidad, debido a la existencia de regulaciones legales tanto técnicas como ambientales, se ha hecho más problemático liberarse de los residuos mineros con solo hacerlos desaparecer de la vista (utilizando los medios antes mencionados). Tanto el gobierno, las comunidades y las personas, han reaccionado al factor de riesgo que generan estos residuos, tomando en consideración el posible impacto ambiental a la salud y seguridad de la población. Hoy en nuestro territorio se aplican medidas en relación con todos los aspectos del manejo de estos residuos mineros, exigiéndose que se adopten criterios técnicos de diseño, construcción y operación de los depósitos, que permitan asegurar y dar permanencia a estos lugares.

La presente investigación también se justifica plenamente ya que será un aporte que servirá para la toma de decisiones a nivel de la organización de esta empresa minera, como también se hará extensiva a otras minas del ámbito nacional e internacional.

#### **Importancia y Alcances de la Investigación.**

Los sistemas de relaves son de primordial importancia para los procesos mineros industriales, además se hace imperiosa necesidad para la continuidad de la empresa el cual es generador de trabajos para la zona donde se desempeña.

La importancia de la presente tesis también radica en el ahondamiento del análisis en el proceso constructivo y sus costos incurridos en el recrecimiento de la presa de relaves; que sirva como una guía referencial y soporte técnico para las personas avocadas a la construcción de presas de relave.

## **1.6. Limitaciones de la investigación.**

En el desarrollo de la presente investigación, prácticamente no hubo limitaciones en lo referente a la obtención de los datos, debido a las facilidades al estar colaborando por la consecución del proyecto, salvo lo referido al financiamiento, la falta de apoyo del personal capacitado y la poca información de la data actualizada.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

En la Unidad Minera Huarón de la Compañía Minera Pan American Silver existe una tendencia ascendente en los volúmenes de producción a partir de la adquisición de la empresa en Marzo del 2000 por parte del grupo Pan American Silver, esto motivado por mejorar la productividad de las operaciones en la unidad, disminuir los tajos convencionales en operación, bajar el costo operativo y empezar a mecanizar las operaciones, en este sentido es importante preparar el depósitos de relaves para que las operaciones sean continuas y sin interrupciones

Una breve revisión de la evolución del manejo de relaves a nivel mundial nos proporciona antecedentes útiles para comprender la tecnología actual. En los tiempos coloniales (1535) se extraía oro y plata por amalgamación con mercurio, luego, los residuos del proceso (relaves) se vertían en ríos y suelos produciendo los drenajes ácidos. Hacia los años 1890 dos desarrollos significativos ocurrieron: el desarrollo de la técnica de flotación y la introducción del cianuro para la extracción de oro. La flotación permitió la producción de cantidades aún mayores de relaves con contenido de arena muy fina y partículas sumamente pequeñas (lamas). Sin embargo, las prácticas de disposición

previas permanecieron sin sufrir cambios, ocasionando que los relaves depositados alcanzaran mayores distancias y en mucho caso arroyos y lagos.

**2.1.1. Antecedentes internacionales.** Manuel Armando Bernal Borlone (2012) en su tesis “estabilidad sísmica en presa de relave construida por el método de eje central” para optar el título de: ingeniero civil en la Universidad de Chile, Santiago de Chile, concluye que: Si las coordenadas del pie del muro están fijas, se obtiene mayor altura de muro con crecimiento eje central, lo cual implica mayor capacidad de embalse.

Darío Javier Granda Castro (2016) en su tesis “Propuesta de diseño de ampliación de la relavera de la planta de beneficio La López en el cantón Camilo Ponce Enríquez” para optar el título de: ingeniero de minas en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador, concluye que: Se logró proponer el diseño de la ampliación de la relavera para la planta de beneficio “La López”, al obtener las características geotécnicas de las arenas de relave con sulfuro, proporcionando seguridad técnica mediante óptimos factores de seguridad del talud y seguridad ambiental garantizando el correcto acopio de los relaves. Se realizó la propuesta del diseño de la ampliación de la relavera, al obtener una altura del dique de 9 metros, longitud de corona de 2 metros, ángulos de inclinaciones de talud de 30°, longitud de base del dique de 33.18 metros y factor de seguridad de 1.643.

**2.1.2. Antecedentes nacionales.** Orlando Huaña Gonzales (2015) en su tesis “diseño de depósitos de relaves filtrados” para optar el Título Profesional de: ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, concluye que: La co-disposición de relaves y roca estéril o desmonte es cada vez más aceptada en países como el Perú, donde los volúmenes de desmonte de mina de operaciones a tajo abierto son mayores que el mineral en proporciones de 4:1 (desmonte: mineral). Teniendo en cuenta los altos precios de obtención de los minerales, la relación desmonte 1 mineral

está aumentando (Estudio tomado como referencia al año 2010), generando más desmontes de mina. Las características geotécnicas y geoquímicas de ambos materiales podrían ser ventajosa para la eliminación conjunta, sobre todo cuando la roca estéril tiene un alto potencial de neutralización y los relaves no son generadores de acidez.

Luis Antonio Sánchez Pisfil (2013) en su informe técnico por experiencia profesional “Diseño Geotécnico de Presas en Depósito de Relaves” para optar el Título Profesional de: ingeniero civil en la Universidad Ricardo Palma, concluye que: Se debe respetar las características recomendadas del relave a depositar para asegurar su correcto funcionamiento y en términos generales la norma técnica brasilera es muy similar a la peruana. Debido a que Brasil no es un país que presente sismicidad, en su norma no contemplan un análisis pseudo estático para el análisis de estabilidad de taludes.

**2.1.3. Antecedentes locales.** Luego de una exhaustiva búsqueda en archivos locales no se ubicaron estudios que se relacionen al presente estudio.

## **2.2. Bases Teóricas - Científicas.**

En el Perú predomina el tipo de tecnología de disposición de relaves anterior a 1940. Por ejemplo, la descarga descontrolada de grandes cantidades de relaves mineros (hasta 4,000 toneladas/día) directamente a los ríos es practicada en algunas operaciones, mientras que la descarga también descontrolada a lagos o playas del mar también es frecuente. Sin embargo, en la mayoría de las minas se han construido represas de relaves en un intento de mantener a éstos fuera de los arroyos y ríos; dichas represas han tenido un éxito relativo.

Las relaveras o presas de relaves son sitios donde se depositan los residuos denominados relaves, suspensión fina de sólidos en líquido, constituidos generalmente

por material estéril, al cual se le ha extraído la fracción del mineral valioso en plantas de concentración aplicando el método de flotación, la consistencia o razón de agua / sólidos fluctúa en el orden de 1:1 a 2:1. (Arroyo, 2011)

En ingeniería se denomina presa o represa a una barrera construida con piedra, hormigón o materiales sueltos, su construcción habitualmente está en un desfiladero o lecho de río preexistente que permita la perdurabilidad de su construcción a través de los años. Su objetivo principal es almacenar adecuadamente los relaves, aplicando tecnología y diseños de ingeniería viables a fin de proteger la integridad física de las personas, medio ambiente y el entorno circundante.

**2.2.1. Partes principales de las presas de relaves.** Dentro del proceso constructivo se debe tener claro las principales partes de las que está compuesta una presa de relaves.

**a. Corona:** Parte que delimita la presa superiormente y que contiene la cota más alta.

**b. Estribos o empotramientos:** Partes laterales del cuerpo de la presa, los cuales están en contacto con la superficie del terreno natural. Para su nombramiento la persona se tiene que posicionar mirando aguas abajo de la estructura y extender las manos, denominando estribo derecho al lado que está a su derecha y estribo izquierdo al lado que está a su izquierda.

**c. Cimentación:** Parte inferior a partir de la cual se inicia la construcción de una presa, lugar donde se transmite las cargas al terreno, tanto las producidas por la presión hidrostática como las del peso propio de la estructura.

**d. Aliviadero o vertedero:** Estructura hidráulica por la que rebosa el agua excedente cuando la presa sobre pasa su capacidad, previniendo de esta forma su colapso.

**e. Sub drenaje/drenaje:** Permite mantener el denominado caudal ecológico aguas debajo de la presa.

**f. Vaso:** Parte hondonada donde almacenera el relave.

- g. Cuerpo o espaldón de la presa:** Parte de la estructura, esta mantiene contacto entre el relave y el dique, estos soportan el empuje que ejerce el relave.
- h. Dique o contra fuerte:** Estructura inferior de la presa, construida para soportar la presión y dar estabilidad sísmica al relave almacenado en el vaso de la presa.
- i. Berma:** Cara horizontal de la estructura de la presa, construida cada cierta altura, cuya finalidad es mejorar la estabilidad del talud.
- j. Talud:** Inclinación respecto a la horizontal que debe tener el muro o estructura de la presa de relaves.
- k. Canal de coronación:** Estructura construida a los alrededores de la presa para derivar agua no contaminada evitando que se mezcle con el agua del vaso que contiene el relave.



Figura 01. Diseño presas de relave. Elaboración propia

### 2.2.2. Métodos constructivos de depósitos de relaves.

- a. Método aguas arriba:** En este método se construye una represa aguas abajo. Es importante que la represa inicial sea lo suficientemente permeable al paso del agua de infiltración y que la porción aguas debajo de la represa sea diseñado para resistir los poros de agua y aire retenido. (Ordoñez, 1984). Los relaves son descargados hacia la parte superior del dique de arranque usando hidrociclones, separando la



parte fina de la gruesa. Conforme el dique va creciendo, la línea central va cambiando hacia aguas arriba, ya que el extremo aguas debajo de la nueva etapa es apoyado sobre el dique anterior y la porción aguas arriba es ubicada sobre los relaves finos. (Guamán, 2009).

**b. Método aguas abajo:** En el método de aguas abajo se requiere la construcción de un dique de arranque, pero contrastando con el método anterior, se requiere que la presa inicial sea impermeable a la menor infiltración, por lo que se la construye con material de préstamo debidamente compactado. Cada etapa nueva del dique es apoyada en la parte superior porción aguas abajo del dique anterior. (Ordoñez, 1984).

**c. Método línea central:** Al igual que los métodos anteriores, se inicia con un dique de arranque, la presa se eleva extendiendo y compactando el relave grueso en la parte superior, sobre las caras aguas arriba y aguas abajo. Los relaves ubicados en el talud aguas abajo deben ir siempre compactados, ya que uno de los criterios para lograr la estabilidad de presas de tierra es desarrollar la máxima estabilidad en el extremo y áreas del talud aguas abajo. (Ordoñez, 1984)

## **EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA MINERÍA**

La actividad minera genera alteraciones en el medio natural, unas casi imperceptibles por los órganos de los sentidos y otras que representan claros impactos en los seres humanos y el medio en el que éstos se desarrollan.

Por esta razón es pertinente definir el concepto de impacto ambiental de una actividad y la diferencia existente en el medio natural entre el momento en que la actividad comienza, el momento en que se desarrolla, y el momento en que cesa.

Este proceso que no se percibía hace algunos 20 años como un factor de riesgo para el futuro de la humanidad, hoy se contempla y analiza con gran preocupación

justificada, pues los seres humanos alteran el medio desde que han sido capaz de ello, pero los abusos cometidos en este campo han hecho que crezca la conciencia de la necesidad de regular estos impactos.

Hay realidades concretas que son punto de partida de este análisis:

- El hombre necesita los recursos mineros, y los necesitará en el futuro.
- La actividad minera es menos impactante que otras actividades industriales.

Existen normas estrictas para frenar el impacto que puede producir una explotación minera, que incluyen reglamentaciones referentes a la composición sólidos y líquidos vertidos, a las emisiones de polvo, ruidos, remediación del paisaje, etc., que a veces no se cumplen por el alto costo económico que representan, pero que deben ser asumidos, por las empresas para llevar a cabo la explotación.

La actividad minera produce:

- Impacto ambiental en las bases ecológico-geográficas.
- Impacto socioeconómico, alteración sobre los modos de vida y la economía de la región en la que se explota, que pueden ser en unos casos positivos y en otros negativos.

## **CONTAMINANTES DE ORIGEN MINERO**

Uno de los efectos más indeseados de la minera es la contaminación del suelo. El suelo es, por principio, el sitio donde van a parar gran parte de los desechos sólidos y líquidos de cualquier actividad humana, los suelos son también el receptáculo de los desechos no deseables de origen geológico, por ejemplo, de las aguas ácidas con metales pesados provenientes de mineralizaciones sulfuradas aflorantes.

Todo lo que no es de utilidad en los procesos mineros, urbanos, se acumula en el suelo, en general sin mayores precauciones. Con ello, las escombreras mineras, se han

venido depositando sobre los suelos sin control alguno a lo largo de siglos e incluso milenios”. ALARCÓN, Olmo (1995).

Las actividades mineras han dado origen al problema de que muchos productos formados gracias a las actividades humanas, han ido a parar a los suelos, generando a su vez otros problemas: la contaminación de aguas subterráneas, la contaminación de cultivos, y el envenenamiento de ganado, afectando de forma directa a la economía y a la salud humana.

Buena parte de ellos se pueden considerar, de forma más o menos clara, relacionados con la actividad minera.

En la actualidad, la legislación medioambiental en los países desarrollados pone especial énfasis en la multifuncionalidad del sistema suelo-agua, considerando como sus principales funciones las relativas a: medio y soporte de transporte, filtro de agua, crecimiento vegetal y medio participativo en los ciclos bioquímicos.

Las medidas de protección del suelo están orientadas a la prevención de la contaminación local fomentando las medidas de aislamiento y control, así como la reglamentación de emisiones aceptables para contaminación difusa que aseguren el cumplimiento de las funciones del suelo.

La minería produce toda una serie de contaminantes gaseosos, líquidos y sólidos, que de una forma u otra van a parar al suelo.

## **DERECHO AMBIENTAL PERUANO**

Como se ha analizado líneas arriba, el Artículo N° 67 de la Constitución Política del Perú, dispone que el Estado determina la Política Nacional de Ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

Según el Numeral 4.1 del Artículo N° 4 , de la Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, las funciones ambientales a cargo de las entidades

que conforman El Sistema Nacional de Sistema Ambiental, se ejercen de forma coordinada, descentralizada y desconcentrada con sujeción a la Política Nacional Ambiental, el Plan y la Agenda Nacional de Acción Ambiental y a las normas, instrumentos y mandatos de carácter transitorio, que son de observación obligatoria en los distintos ámbitos y niveles de Gobierno.

El literal a) del Artículo Séptimo de DL N° 1013 que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, establece entre sus funciones específicas el formular, aprobar, coordinar, supervisar, ejecutar y evaluar el Plan Nacional de Acción Ambiental y la Agenda Nacional de Acción Ambiental.

La Política Nacional del Ambiente aprobada por DS N° 012-2009-MINAM, tiene por objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, garantizado la existencia de ecosistemas saludables viables y funcionales en el largo plazo, así como el desarrollo sostenible del País, mediante la prevención, protección recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

El Plan Nacional de Acción Ambiental-PLANAA Perú 2011-2021, aprobado por DS N° 014-2011-MINAM, es un instrumento de Planificación Ambiental Nacional de largo plazo que contiene las metas prioritarias, acciones estratégicas, responsables e indicadores para evaluar su ejecución por las Entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental en los 3 Niveles de Gobierno. RS. N° 189-2012-PCM, se creó la comisión multisectorial encargada de elaborar propuestas normativas y políticas orientadas a mejorar las condiciones ambientales y sociales bajo las que se desarrollarán las actividades económicas, especialmente las industrias extractivas; la cual determinó 4 Ejes Estratégicos prioritarios: Estado soberano, garante derechos,

mejora de la calidad de vida con ambiente sano, compatibilizando el aprovechamiento armonioso de los recursos naturales, y patrimonio natural saludable.

El literal b) del Artículo 39 del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, aprobado por DS. N° 007- 2008-MINAM, señala como una de las funciones de la Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental de Vice ministerio de Gestión Ambiental, conducir el proceso de formulación de la Agenda Nacional de Acción Ambiental, en coordinación con los órganos de línea.

### **CONTAMINACIÓN DE RELAVES EN JUNÍN**

Uno de los efectos lamentables de la contaminación de relaves está relacionado con la extinción de las ranas gigantes. El año 1996, el primer Centro Experimental de Ranas de Junín inició un proyecto, cuyo objetivo principal fue evitar la extinción de ranas gigantes, batracio que habitaba en grandes cantidades en la laguna de Junín. El resultado de este esfuerzo fue la reproducción de diez mil ejemplares en cautiverio, pero puestas en su hábitat natural cual es la Laguna de Junín, denominada también De los Reyes o Chinchaycocha, murieron casi todas o disminuyeron de tamaño como consecuencia de la contaminación causada por los relaves mineros, lo que ha conducido a su extinción total. Como lo verificaron miembros del Instituto Científico Tecnológico durante el 2012. Este es uno de los ejemplos de las irremediables consecuencias que trae esta contaminación a gran escala; no obstante, existen muchos más casos, como se detalla continuación.

En la Sierra de la Región Junín, las lagunas y ríos se encuentran infestados de relaves mineros pues son utilizados como represas por las empresas mineras cercanas.

Un ejemplo es el Lago Junín, el cual se encuentra dentro de la Reserva Nacional de Junín. Este lago, contiene gran cantidad de residuos de metales como, Arsénico,

Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso, Mercurio, Plomo, y Zinc, que ocasionan la muerte, por infección y/o contacto con los minerales de la mayoría de plantas y animales de la flora y fauna de ese hábitat.

Lo descrito anteriormente se agrava con la oxidación del Hierro y Manganeso y el proveniente del río San Juan que drena sus aguas en la Laguna de Junín. Las partículas de la oxidación de estos metales dan una tonalidad roja a las aguas y recubren la superficie del lago impidiendo que las algas y otras plantas acuáticas realicen la fotosíntesis y finalmente mueran.

Las aguas mineralizadas de la Laguna de Junín afectan las aguas que drenan de ella, por lo que se ha prohibido la pesca en ellos al determinarse que su fauna está infectada.

Según SERNANP (2013), en el año 1978 en la Reserva Nacional de Junín existían 368 especies de plantas y 98 especies de aves, pero, en el año 1998, tan solo quedaban 26 especies de plantas y 36 de aves. Actualmente se refiere solamente 20 especies de plantas y 18 de aves, lo que significa que en 35 años la flora se redujo en un 94% y la fauna en un 80%. La contaminación es tan grave que más de 100 hectáreas en torno a la laguna de Junín actualmente es improductiva.

El río Mantaro, uno de los más contaminados del país, tiene sus orígenes en la laguna Chinchaycocha, en consecuencia, sus aguas están contaminadas desde su nacimiento, incrementando su contaminación el Complejo Metalúrgico de La Oroya, cuyo dueño es la multinacional Doe Run, que vertió y aún vierte en el río Mantaro muchos contaminantes como Arsénico, Cadmio, Bióxido de Azufre, Plomo, etc. degradando y destruyendo toda su flora y fauna fluvial.

El suelo es un complejo sistema formado en millones de años. Muchas veces factores negativos influyen en él, como los provocados por la minería. Una de las

consecuencias negativas que ésta trae al subsuelo es la eliminación excesiva de nutrientes al momento de realizarse las excavaciones para elaborar los túneles que conducen los relaves mineros. Otra ocurre cuando se generan relaves que contaminan el suelo y subsuelo.

Es preocupante que los relaves contaminen el subsuelo porque éste se relaciona con el desarrollo de la vegetación.

Esta contaminación ocasiona que la infertilidad de la tierra, en estas áreas, sea de un nivel sumamente alto, lo que a su vez trae consigo pobreza en localidades circundantes ya que la principal fuente de recursos para los pobladores de Junín es la agricultura. Por otro lado, en algunos sectores aún las tierras no son totalmente infértiles, los sembríos crecen con notable deficiencia ya que están contaminados por desechos tóxicos que absorben de la tierra. El consumo de productos de estas áreas, ha producido enfermedades letales, como el cáncer.

La contaminación del medio ambiente en Junín produce efectos negativos en la salud de la población. Los pobladores de Vitoc, distrito ubicado en la provincia de La Merced, se ven perjudicados por los relaves de Plomo que llegan a los ríos Tulumayo, Chanchamayo y Perené, a través del río afluente Aynamayo, el cual se encuentra a corta distancia de las instalaciones de la minera San Vicente, de propiedad de la Compañía San Ignacio de Morococha S.A. Esta, a pesar de contar con una tubería para trasladar los restos químicos hasta una planta de tratamiento, arroja parte de los relaves a este río para evitar que inunden las canchas de relaves y piscinas de tratamiento de aguas que tiene la minera. Estos restos químicos provienen de ácidos muy fuertes, por lo cual su presencia en las aguas atenta en contra de la salud de la población, ya que normalmente esta la usa para su consumo. A consecuencia de esta contaminación

originada por los relaves drenados al río, los niños de Vitoc sufren de problemas en la piel, como la dermatosis, además de complicaciones gastrointestinales.

La contaminación de Junín por relaves mineros no solo afecta la fauna y flora acuática y terrestre, por motivo de la contaminación de lagos y ríos, como es el caso del lago Junín y el río Mantaro, sino también afecta gravemente al subsuelo, ocasionando infertilidad de la tierra y efectos negativos en la salud de la población de esta zona.

**Relaves Mineros.** Toda planta de concentración de minerales, produce o genera un volumen de relaves que es por lo general, en dos terceras partes superior al volumen original de mineral extraído de las galerías mineras o de las superficies, por lo que para el tratamiento de este relave y su posterior disposición se debe contar con un área suficientemente grande para su almacenamiento.

Estos relaves que son en definitiva sólidos finos con escaso contenido de mineral valioso, se desechan mezclados con agua con una determinada densidad de pulpa. Uno de los inconvenientes que hace que el manejo de relaves sea difícil, es que los asientos mineros están ubicados en geografías de difícil acceso y complicadas. Ya que estas se ubican por lo general en partes altas, como es el caso de la mayoría de los asientos mineros, en el caso de la Compañía minera Raura, esta se ubica en la cumbre

**Dirección General de Minería.** Es la encargada de proponer y/o expedir, según sea el caso la normatividad del subsector minería en las actividades de cateo, exploración, desarrollo, explotación, concentración, fundición y refinación, promoviendo su desarrollo, así como fiscalizando la aplicación de la política y normatividad del subsector.



### **2.3. Definición de términos básicos.**

**Canchas De Relaves.** Son depósitos denominados simplemente canchas o tranques, depresiones usadas para colocar los relaves de operaciones mineras. Su principal función es permitir el tiempo suficiente para que los residuos de metales pesados se sedimenten o para que el Cianuro se filtre o “destruya” antes que el agua sea reciclada nuevamente en el molino o tratada antes de ser descargada en la cuenca local. REN, Giulia (2009).

La preocupación por la disposición de relaves se debe a factores como la expansión de las operaciones existentes debido a la inoperancia de dispositivos legales, demandas de las comunidades humanas ubicadas en torno a las minas y necesidad de hacer un uso eficiente de tierras y aguas.

Debido a la creciente demanda mundial y nacional de producir metales en un marco de desarrollo sustentable, las empresas mineras incorporan progresivamente en sus proyectos la temática ambiental como eje central de su gestión global. Su política ambiental considera, por lo menos teóricamente, la inclusión de todos los componentes ambientales (suelo, agua, aire, etc.), la reducción de la producción de desechos en la fuente y la reutilización al máximo de los desechos generados.

**Composición de los Relaves.** Los relaves son desechos tóxicos, subproductos de procesos mineros y concentración de metales, mezcla de tierra, minerales, agua y rocas. Son materiales rechazados de un proceso de chancado o molienda después de que la mayor parte de los minerales valiosos han sido extraídos. Los relaves contienen altas concentraciones de químicos y elementos tóxicos que alteran el equilibrio del ecosistema, por lo que deben ser transportados y almacenados en "tranques o pozas de relaves" donde lentamente los contaminantes se van

decantando en el fondo y el agua es recuperada o evaporada. El material queda dispuesto como un depósito estratificado de materiales sólidos finos.

**Carguío.** Cantidad de géneros u otras cosas que componen la carga. Cargo o peso a ser transportado.

**Acarreo o Transporte.** Llevar o transportar mercancías o cargas de un lugar a otro.

**Disponibilidad Mecánica.** La Disponibilidad Mecánica, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la Disponibilidad Mecánica se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

**Utilización.** Empleo o utilización de una cosa para un fin determinado.

**Horas Efectivas.** Horas reales de trabajo sin tomar en cuenta paradas o demoras ajenas a la labor asignada.

**Recursos Naturales.** Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Analizaremos la construcción y costos en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

a. Analizaremos el proceso constructivo en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018.

b. Determinaremos el costo en el recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018.

#### **2.5. Identificación de variables**

##### **2.5.1. Variable independiente**

Construcción de la presa de relaves

##### **2.5.2. Variable dependiente**

Costos en el recrecimiento de la presa de relaves

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>
<u>Variable independiente</u> Construcción de la presa de relaves	El relave es un conjunto de desechos de procesos mineros de la concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales de ganga.	Se considera los conocimientos, técnicas y herramientas con el fin de ser una guía útil para futuros proyectos, sabiendo la importancia de estas estructuras para la conservación del medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presupuestos económicos</li> <li>• Riesgos en la construcción</li> <li>• Programación del proyecto</li> <li>• Seguridad y salud en el trabajo</li> </ul>
<u>Variable dependiente</u> Costos en el recrecimiento de la presa de relaves	Principios de costos para el estudio, diseño, operación y recrecimiento de presas de relaves mineros	Se encuentran gran variedad de estudios enfocados al cálculo de costes. Cada uno de ellos destinado a una tarea, destacando las distintas técnicas que se conocen para la estimación de costes y los estudios dentro de la contabilidad general de la empresa para la gestión de la misma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos directos</li> <li>• Costos indirectos</li> <li>• Gastos</li> </ul>

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de Investigación.**

La presente tesis se desarrollará tomando en cuenta lo siguiente.

**3.1.1. Descriptiva.** Se mencionará de forma detallada los procesos constructivos establecidos para el recrecimiento de la presa de relave, basándose en el informe técnico y el estudio de ingeniería desarrollado.

**3.1.2. Analítica.** Se realizará un análisis del estudio de ingeniería, especificaciones técnicas, control de calidad con la finalidad de explicar el plan de trabajo planificado y los costos que involucran el desfase del mismo.

#### **3.2. Métodos de Investigación.**

Por la naturaleza de esta investigación, se ceñirá íntegramente a ser una investigación cuantitativa

#### **3.3. Diseño de Investigación.**

Para el presente estudio de tipo descriptivo se optó por un diseño NO EXPERIMENTAL el cual es el más adecuado para la presente investigación, y estará clasificado como TRANSVERSAL al elegirse el periodo que durará el proyecto recrecimiento de la presa de relaves N° 05 que son 8 meses.

### **3.4. Población y Muestra.**

**3.3.1. Población.** La población está constituida por los proyectos relacionados al recrecimiento de presas de relaves en la mina PAS-HUARON.

**3.3.2. Muestra.** La muestra para la presente investigación está conformada por el proyecto de recrecimiento de la presa de relaves N° 05 de la mina PAS-Huaron, 2018.

### **3.5. Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos.**

Para la recolección de datos y la posterior evaluación del análisis de costos, se tomó en cuenta: los rubros siguientes:

- a. Análisis documentario, observación, medición, clasificación de archivos (informes y datos estadísticos), etc.
- b. Y como instrumentos: Cuestionario, técnicas de procesamiento y análisis de datos, registros de evaluación, etc.

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Se revisará sistemáticamente toda la información recopilada a efectos de determinar su calidad y el grado de confianza y se someterá a un tratamiento estadístico y uso de hojas Excel.

### **3.7. Tratamiento estadístico**

Los datos recogidos a través de apuntes y archivos se analizaron utilizando el Microsoft Office Excel (2016) en el formato presentado en el anexo

### **3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Se usó bloc de apuntes, así como datos de archivos de proyectos similares, así mismo se tuvo que tener como base el proyecto original para realizar el presente estudio

### **3.9. Orientación ética**

Como estudio de la moral, la ética es, ante todo, filosofía práctica cuya tarea no es precisamente resolver conflictos, pero sí plantearlos. Ni la teoría de la justicia ni la ética comunicativa indican un camino seguro hacia la sociedad bien ordenada o la comunidad ideal del diálogo que postulan. Y es precisamente ese largo trecho que queda por recorrer y en el que estamos el que demanda una urgente y constante reflexión ética

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1 Descripción del Trabajo de Campo**

##### **4.1.1 Información General de la Mina**

##### **4.1.2 Generalidades**

##### **4.1.3 Ubicación y Accesibilidad**

Huarón está ubicada en distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco, en la vertiente de los andes, zona central del país, a 4534 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son: 11°00'20.1"S 76°24'39.9"W. El acceso principal Huaron, es a través de la carretera central: Lima - La Oroya - Junín - Villa de Pasco (desvío a Huayllay), con un recorrido de 312 Km.





Figura N° 2. Ubicación Huaron. (Google Maps)

También hay acceso por la carretera auxiliar Panamericana Norte - carretera 1N: Lima – Huaral – Huaron. Huaron se encuentra a 52 Km. de la ciudad de Cerro de Pasco por la Carretera Central: Cerro de Pasco – Villa de Pasco – Huayllay.

#### 4.1.4 Antecedentes históricos.

No existen registros de actividad minera durante la época colonial, los yacimientos de Huaron , ubicados en el distrito de Huayllay, iniciaron su explotación industrial en 1912 cuando se creó la “ Compagnie des Mines de Huaron” , nacida de la fusión de las compañías “ Venus” “Concordia” y de la “Compañía Francesa de Estudios Mineros en el Perú”, hasta 1978 en que adecuándose a la ley, se transforma en Compañía Minera Huaron S.A. con aporte de capitales peruanos, en junio de 1987 las acciones de los franceses fueron transferidas a M.H.C.S.A. quien posteriormente las vende al Grupo de PAN AMERICAN SILVER, en Marzo del 2000.

Entre 1912 y 1929 la mina se explotó por cobre, que se fundía en el mismo lugar. A partir de 1929 se adoptó una nueva orientación con el propósito de recuperar los abundantes sulfuros de plomo argentífero y de zinc.

#### **4.1.5 Geología de la mina.**

##### **4.1.5.1 Geología local.**

La zona de emplazamiento de la presa de relaves N° 5 está conformada litológicamente por sedimentos consolidados que reflejan un periodo de emersión y una intensa denudación denominado Capas Rojas, pertenecientes a la formación Casapalca (Cretáceo Superior - Eoceno), se presentan cubriendo la mayor parte del área en estudio y está parcialmente cubierto por materiales cuaternarios y recientes.

Localmente el área de estudio presenta una topografía moderada a suave con una geomorfología de superficie de puna, relacionado a un ambiente glaciar de clima frío con altitudes que varían entre los 4400 msnm y 4800 msnm.

La geomorfología del área es el resultado de un proceso erosivo que han sufrido las formaciones rocosas por acción de los agentes geológicos como la lluvia, el hielo y el viento, sin dejar de lado las características estructurales que juegan un papel importante en el modelamiento de la superficie.

En el área resaltan unidades geomorfológicas como cerros, lomas y colinas, con pendientes suaves a moderadas. La acción antrópica está presente por la infraestructura y depósitos de relave que han ayudado a una variación de la morfología natural del área.

En el área del proyecto, desde el punto de vista de la geodinámica externa, no existe ningún riesgo significativo en cuanto a fenómenos naturales como huaycos, aluviones, inundaciones y otros, debido a la configuración del lugar, a la topografía de la zona y las condiciones geológicas geotécnicas favorables del área.

#### **4.1.5.2 Geología regional.**

La Mina Huarón está ubicada en el distrito de Huayllay, provincia Pasco, departamento Cerro de Pasco. Geográficamente se localiza en el flanco Este de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las coordenadas 11°00' latitud sur y 76°25' longitud Oeste, a una altura de 4,540 metros sobre el nivel del mar.

La Mina Huarón es productora de plata, zinc, plomo y cobre. La mineralogía está constituida por tetraedrita-tenantita (cobres grises), esfalerita, galena y calcopiritaenargita como minerales de mena de mayor abundancia; los minerales de ganga están representados principalmente por cuarzo, rodocrosita, rodonita, manganocalcita y alabandita.

La alteración hidrotermal de las rocas encajonantes es argilización-silicificación (asociado al eje del cobre), potásica (asociado a la zona de plomo-zinc), epidotización-piritización (asociada a la zona silicificada) y clorita-magnetita (asociada a todo el yacimiento).

Panamerican Silver, adquiere la propiedad de Mina Huarón en Marzo del 2000, de Mauricio Hotchild, y desde entonces la producción está en crecimiento y las reservas se mantienen en un rango de reposición equivalente.

La columna lito estratigráfica del distrito está conformada principalmente por areniscas, margas, conglomerados, chert calcáreo, andesitas, ignimbritas, brechas y tufos.

#### **Mesozoico, Cretáceo Superior**

##### **Formación Casapalca**

Aflora discordantemente sobre el geoanticlinal del Marañón, con más de 1,000 metros de potencia promedio. Su litología consiste de lutitas, limonitas y areniscas

de colores rojo brunáceo. Hacia la base presenta niveles de conglomerados con clastos de calizas, areniscas rojas, intrusivos y esquistos subangulares; hacia el tope se observa predominancia de calizas blanquecinas con intercalaciones de areniscas conglomerádicas rojizas. Presenta tres miembros.

*Miembro Inferior*, constituido por lutitas rojas, areniscas semiconsolidadas de color verde grisáceo a rojizo, conglomerados en varias capas y lentes de calizas. Se estima una potencia de 300 a 330 metros.

*Miembro Conglomerado Shuco*, constituido por conglomerados resistentes, con clastos de calizas, cuarcitas, chert, areniscas rojas y filitas; englobada en una matriz Calcárea, brechada, los fragmentos presentan bordes sub angulares, de tamaños variables. La potencia varía entre 150 a 200 metros.

*Miembro Calera*, en la base presenta margas y lutitas en estratos delgados, gradando a calizas y dolomías con nódulos de chert, con espesor aproximado de 60 a 65 metros. En la parte media está compuesto por calizas y margas con intercalaciones de lutitas con estratificación delgada, con potencia de 53 metros.

Hacia el tope presenta calizas y dolomitas con nódulos de chert en estratos medios de color gris blanquecino.

Por su relación estratigráfica se considera haberse depositado desde el Cretáceo hasta el Paleógeno temprano. El plegamiento y el desarrollo de la superficie de discordancia se dieron en el Paleoceno (Paleógeno inferior).

En Mina Huarón, no se ha definido con precisión en que sector de la columna de la Formación Casapalca se encuentran los laboreos. Por la presencia del contacto discordante con el grupo Calipuy, se puede asumir que estamos en la parte superior de la columna.

**Cenozoico, Paleógeno-Neógeno-Cuaternario**  
**Grupo Calipuy**

Aflora discordantemente sobre la Formación Casapalca, fue depositado después del periodo de plegamiento, erosión y levantamiento que afectaron a la Formación Casapalca. Consiste de rocas piro clásticas, lavas, ignimbritas, tufos, basaltos, riolitas y dacitas.

En la Mina Huarón no está bien definida la columna del Grupo Calipuy, ni el sector de la columna que está presente.

A nivel de la región se le reconoce cuatro unidades.

*Unidad Formación Yantac*, secuencia volcano-sedimentaria, denominada también como serie abigarrada, constituida por rocas clásticas y piro clásticas, variando a conglomerados, areniscas gris parduscas, caliza arenosa, limolitas y lutitas de colores abigarrados (verde a marrón, púrpura, rosado, gris, blanco y pardo). Hacia la tope muestra intercalaciones de tufos, brechas tufáceas, algunos niveles de aglomerados con derrames lávicos andesíticos. Su potencia varía desde 60 a 150 metros. La datación de esta secuencia lo ubica entre el Paleoceno a Eoceno.

*Unidad Volcánico Carlos Francisco*, consiste en derrames andesíticosporfíroides ocasionalmente intercalados con flujos de brecha volcánica y pórfidos masivos. Su potencia varía desde 400 a 1000 metros y la datación por correlación la ubica entre el Eoceno al Oligoceno.

*Unidad Volcánico Colqui*, consiste de derrames andesíticos con cierta alternancia de tufo fino, lapillis y aglomerados. Hay presencia de delgadas capas de areniscas y Calizas tufáceas. Su potencia es de 200 metros y su datación la ubica entre el Eoceno al Oligoceno.

*Unidad Volcánico Millotingo*, constituido por derrames lávicos andesíticos a riodacíticos, ocasionalmente traquiandesíticos. Su potencia promedio es de 180 metros y su datación lo ubica entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior.

#### 1. Volcánico Rumillana

Es una secuencia de rocas volcanoclásticas conocido como aglomerado Rumillana y toba Unish. El aglomerado Rumillana está compuesto por fragmentos angulosos y sub angulosos de caliza, filita y chert y roca ígnea porfirítica fuertemente alterada. Las tobas Unish están constituidos por piroclastos y lavas. Su potencia es de 150 metros y su datación lo ubica en el Mioceno superior.

#### 2. Volcánico Pacococha

Está constituido por derrames volcánicos andesíticos y por basaltos con ciertas intercalaciones de flujos de brecha volcánica y esporádicamente se observa tufos blanquecinos en capas delgadas. Su potencia es de 150 metros y su datación lo ubica entre el Mioceno y el Plioceno.

#### 3. Formación Huayllay

Después de la última fase Tectónica Andina hubo una actividad volcánica con ignimbritas que rellenaron las superficies de erosión bajo la forma de efusiones lávicas andesíticas intercaladas con piroclastos. Su datación radiométrica lo ubica en el Plioceno.

#### 4. Depósitos Cuaternarios

Son los depósitos de cobertura inconsolidados y de distribución irregular. Se han distinguido depósitos aluviales pleistocénicos, depósitos morrénicos, depósitos Fluvio glaciares, depósitos de turbas, depósitos coluviales y depósitos aluviales.

## **Intrusivos**

Entre la Cordillera Occidental y Oriental se ha reconocido intrusivos menores, de 4 Km<sup>2</sup> de tamaño, de característica hipabisal relacionados a yacimientos hidrotermales, distribuidos irregularmente y denominados stocks de alto nivel.

Intruyen generalmente a rocas del Paleógeno. Son porfiríticos con fenocristales de plagioclasa (1 a 2 cm.) y la presencia de cuarzo es común. La presencia de biotita y hornblenda es común en algunas áreas. La composición reconocida de estos intrusivos es Monzogranito.

En el área de Huarón, aflora un stock alargado de monzonita y está emplazado en la Formación Casapalca y en los Volcánicos Calipuy. En afloramiento se distinguen formas tabulares de dirección NS y EW. Su potencia varía desde metros hasta 300 metros. Estas dos orientaciones predominantes también son observadas en interior mina. La datación que se asume para estos intrusivos lo relaciona al Paleógeno.

### **4.3.3. Geología estructural.**

No existen registros de actividad minera durante la época colonial, los yacimientos de Huaron , ubicados en el distrito de Huayllay, iniciaron su explotación industrial en 1912 cuando se creó la “ Compagnie des Mines de Huaron” , nacida de la fusión de las compañías “ Venus” “Concordia” y de la “Compañía Francesa de Estudios Mineros en el Perú”, hasta 1978 en que adecuándose a la ley, se transforma en Compañía Minera Huaron S.A. con aporte de capitales peruanos, en junio de 1987 las acciones de los franceses fueron transferidas a M.H.C.S.A. quien posteriormente las vende al Grupo de PAN AMERICAN SILVER, en Marzo del 2000.

Entre 1912 y 1929 la mina se explotó por cobre, que se fundía en el mismo lugar. A partir de 1929 se adoptó una nueva orientación con el propósito de recuperar los abundantes sulfuros de plomo argentífero y de zinc.

### **Plegamiento**

Las secuencias paleógenas depositadas en el miogeosinclinal fueron deformadas por la Fase Incaica, orientando sus estructuras con dirección NO-SE (tendencia andina), el levantamiento macizo del bloque miogeosinclinal ocurrió en una superficie de erosión regional; este levantamiento de erosión coincidió con el emplazamiento de los últimos eventos magmáticos del batolito. El plegamiento en los sedimentos dentro del miogeosinclinal tomó lugar antes y después de la depositación de la Formación Casapalca y del Grupo Calipuy. Este plegamiento se dio durante el paleógeno posiblemente mediante la orogenia incaica. Durante la depositación del Calipuy, ocurrió una deformación adicional que fue la Fase Quechua.

En el área de Huarón, estas dos fases están presentes, por ello, se observa la secuencia de la formación Casapalca plegada, al parecer formando un anticlinorio y la secuencia del Grupo Calipuy formando un anticlinal abierto ligeramente asimétrico.

### **Fallas**

En la región existen grandes dislocaduras acompañadas de fallas secundarias.

Estas fallas secundarias en el área de Huarón estarían representadas por la Falla NS (conocida como Huaychao-Cometa) y la Falla LLacsacocha. Ambas fallas dividen al yacimiento en cuatro sectores.

Fallas locales reconocidas posteriormente con los trabajos de minado son: Falla Shiusha (relacionada a la falla Pozo D) y la Falla Tapada (relacionada con la falla



Anteabigarrada). Existen más fallas locales y la revisión de ellos va a permitir entender el efecto de estas fallas en el control del yacimiento.

Entre la Falla Shiusha y la Falla Tapada parece ubicarse el movimiento “hórstico” mencionado en alguna literatura.

### **Discordancia**

Recientemente se ha definido una superficie de discordancia presente en todo el yacimiento y visible en cada flanco del anticlinal. Esta superficie de discordancia estaría en el contacto entre la Formación Casapalca y el Grupo Calipuy. Parece tener un efecto en el control de la mineralización.

#### **4.1.6 Geología económica.**

##### **4.1.6.1 Mineralización**

La provincia metalogenética del área presenta yacimientos de diferente génesis. En Huarón, la mineralización está asociada a Yacimientos Hidrotermales ligadas al magmatismo andino del **Paleógeno**.

La mineralización de mena está representada por tetraedrita( $Cu_3SbS_3$ )-tenantita( $Cu_3AsS_3$ ), esfalerita- marmatita, calcopirita-enargita, galena, entre las principales.

La ganga está representada por cuarzo, pirita, rodocrosita, rodonita, manganocalcita y alabandita.

La mineralización de mena está representada por tetraedrita- tenantita, esfaleritamarmatita, calcopirita-enargita, galena, entre las principales.

La ganga está representada por cuarzo, pirita, rodocrosita, rodonita, manganocalcita y alabandita.

La bibliografía muestra la presencia de tres etapas diferenciadas en la depositación de la mineralización, y relacionadas con temperaturas altas (cuarzo lechoso, pirita, tetraedrita), con temperaturas intermedias (cuarzo lechoso, pirita, esfalerita marrón y galena) y a temperaturas bajas (barita, siderita, dolomita, esfalerita rubia, galena, tetraedrita argentifera, polibasita, calcopirita, rodocrosita, cuarzo y calcita). Se asume una datación Pliocénica para la mineralización de Huarón.

#### **4.1.6.2 Alteración Hidrotermal**

La alteración hidrotermal reconocida en superficie y en los laboreos subterráneos son: sericitización y silicificación muy cerca de las vetas, y cloritización, epidotización y propilitización alejada de las vetas.

Por la cantidad de vetas principales más ramales, existe una superposición de alteraciones que origina franjas de alteración que se muestran en el dibujo.

#### **4.1.6.3 Controles de Mineralización**

Los controles de mineralización reconocidos en el yacimiento son: Estructural, Litológico, estratigráfico

#### **4.1.6.4 Tipo y forma de yacimiento**

Vetas, son estructuras tabulares emplazadas en fracturas de tensión o en fracturas tensionales. Su potencia varía desde centímetros hasta 10 metros. Existen dos sistemas bien diferenciados (NS y EW). Son estructuras que pueden responder a una mecanización dependiendo del ancho.

Mantos, son estructuras de bajo buzamiento y su presencia está localizada en el flanco oeste del anticlinal. Su potencia permite mecanizar en algunos sectores.

Cuerpos, han sido trabajados con métodos mecanizados y alta productividad. Se encuentran en el cruce de vetas a manera de stockwork, En el cruce de vetas con estratos de conglomerados (originando reemplazamientos), y también en el cruce

de vetas con estratos de arenisca calcárea (originando disseminados). Existen cuerpos a manera de stockwork en el contacto intrusivo-arenisca, los que han sido poco reconocidos.

#### **4.1.6.5 Venilla (Vetilla)**

Es una estructura mineralizada tabular de relleno de fracturas cuyo ancho real de mineralización (potencia, ancho de veta) varía desde centímetros hasta uno o dos decímetros. Su extensión vertical y horizontal varía desde decenas de metros hasta una o dos centenas de metros. Su mineralización tiene mayor proporción de ganga

sobre mena. Su alteración hidrotermal se extiende a unos centímetros en la roca caja y su génesis lo relaciona como parte de un ramal o de una veta.

#### **4.1.6.6 Ramal (Split, Sigmoide)**

Es una estructura mineralizada tabular de relleno de fracturas cuyo ancho real de mineralización (potencia, ancho de veta) varía desde decímetros hasta metros.

Su

extensión vertical y horizontal varía desde decenas de metros hasta centenas de metros. Su mineralización tiene mayor proporción de mena sobre ganga. Su alteración hidrotermal se extiende a unos metros en la roca caja y su génesis lo relaciona como parte de una veta.

#### **4.1.6.7 Veta (Filón)**

Es una estructura mineralizada tabular de relleno de fracturas cuyo ancho real de mineralización (potencia, ancho de veta) varía desde decímetros hasta metros.

Su

extensión vertical y horizontal varía desde centenas de metros hasta kilómetros. Su mineralización tiene mayor proporción de mena sobre ganga.

Su alteración hidrotermal se extiende a decenas de metros en la roca caja y su génesis lo relaciona con la cámara magmática.

Esta nueva conceptualización geológica de la mineralización aplicada a la mineralización codificada en los inventarios de reservas anteriores al 2006, ocasiona una reducción significativa desde 117 vetas a 14 estructuras en el inventario 2007, y por el contrario, los ramales aparecen en un número de 71.

Otra consecuencia de los nuevos conceptos es la cantidad de bloques indicados e inferidos que han sido eliminados debido a la certeza geológica de la estructura Veta o estructura Ramal, es decir con el concepto antiguo, cuando se hablaba de todas las estructuras como vetas, era más factible considerar recursos inferidos en las estructuras Vetos.

En los inventarios anteriores al 2006, era frecuente nombrar un ramal como veta o viceversa, alejándose del concepto geológico.

Otra consecuencia de estandarizar la terminología a usar con respecto a la mineralización es la de permitir tener una mejor visión de la génesis del yacimiento.

### ***Descripción de veta.***

#### **a) Vetos Angostas**

Yacimiento compuesto por un cuerpo mineral de forma alargada, limitado por planos irregulares de rocas denominadas “encajonates”; pero angosta.

Estructura tabular mineralizada ANGOSTA de forma vertical, de bordes claramente definidos que lo separan de la roca estéril llamada roca de caja.

#### **b) Veta**

Yacimiento compuesto por un cuerpo mineral de forma alargada, limitado por planos irregulares de rocas denominadas “encajonaste”. Generalmente la veta es vertical. Cuando el cuerpo mineral aparece tendido o echado se le llama “manto”.

Las vetas constituyen el tipo de yacimiento más común en nuestro medio.

✓ **Diseminado:** Se llama así al cuerpo mineral que aparece en forma de hilos que atraviesan la roca en todas direcciones, o bien como puntos o motas de mineral que cubren grandes extensiones, ejemplo yacimientos auríferos de Cajamarca.

✓ **Aluvial:** Es un yacimiento formado por el transporte de gravas, limo y minerales pesados de diferentes formas y tamaños, que están depositados en las arenas o lechos de los ríos o mares. Generalmente son de oro, tungsteno y titanio. Como ejemplos de estos yacimientos se tienen los lavaderos de Sandía en Puno, de Pallasca en Ancash y los de Madre de Dios.

✓ **Contacto:** Es un depósito mineral formado a lo largo del encuentro entre dos rocas de distinto origen, usualmente una de ellas es caliza. En el caso del Perú, los principales tipos de yacimientos son, con referencia a sus características geológicas:

- Epitermales de oro
- Sulfuros masivos
- Pórfidos de cobre (molibdeno, oro, plata)
- Skar no metasomático de contacto
- Cordilleranos (complejos)
- Valle del Missisipi
- Placeres fluviales y glaciares

## **4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados**

### **4.2.1. Resumen Ejecutivo:**

Durante el periodo junio 2018 – marzo 2019, finalización del proyecto: “Recrecimiento de Presa de Relaves N°05 y obras hidráulicas”, se registraron 01 accidente leve, 01 incidente de daños a la propiedad y 01 incidente sin pérdida con un promedio de 126 trabajadores de la empresa PEVOEX CONTRATISTAS S.A.C. en PANAMERICAN SILVER HUARON S.A. – UNIDAD HUARON.

El accidente leve ocurrió en el mes de noviembre. No se registró días perdidos.

El incidente sin pérdida ocurrió en el mes de agosto y el incidente de daños a la propiedad ocurrió en el mes de septiembre.

El acumulado de horas hombres trabajadas en el proyecto son: 189,961.60

En el proyecto se registró los siguientes accidentes:

- N° de Accidentes leves: 01
- N° de Accidentes Incapacitantes: 00
- N° de Accidente Mortales: 00

Los índices de seguridad que se obtuvieron en el proyecto, de acuerdo al D.S. 024 – 2016 E.M. Reglamento de seguridad y salud en el trabajo en minería, son los siguientes:

- Índice de frecuencia: 00
- Índice de severidad: 00
- Índice de accidentabilidad: 00

Para lograr y mantener estos resultados, el seguimiento al cumplimiento de las herramientas de gestión y el compromiso de toda la supervisión en gestión de seguridad (línea de mando) fueron fundamental durante todo el proceso de los

trabajos del Recrecimiento de la Presa de Relave N°05 a la cota 4452 y obras hidráulicas.

Así mismo, tanto trabajadores como supervisores asumieron con responsabilidad las asignaciones en seguridad, el utilizar y/o promover los RACS (Chequeras) como herramienta principal de seguimiento permitió información casi en tiempo real sobre las condiciones y actos sub estándares en los diferentes frentes de trabajo.

#### **4.2.2. Plan de recursos humanos**

La administración del proyecto será desarrollada por un equipo de personas de capacidad profesional comprobada, a fin de garantizar las gestiones de las áreas operativas y brindar soporte a la producción o generación de los entregables definidos en el alcance.

En concordancia y alineados a la política de responsabilidad social de PASH se dará prioridad a la contratación de mano de obra no calificada del entorno y específicamente con las poblaciones aledañas al asiento minero. En ese sentido tenemos previsto contratar al 100% de la Mano de obra No Calificada, siendo preferentemente de la comunidad de Huayllay integradas por las comunidades vecinas y los pobladores posesionarios asentados en dicha zona, se ha iniciado la incorporación de 11 personas de las comunidades aledañas.

Tanto el personal obrero y empleado estarán alojados en casas alquiladas a costo de PEVOEX, los cuales se ubicaran en las cercanías a la unidad minera.

La alimentación (desayuno/almuerzo/cena) para el personal obrero y empleado será brindada a costo de PEVOEX, empleando servicio de concesionario.

Todo personal que laborará para el presente proyecto portará un fotocheck con logo del PEVOEX, luego de haber aprobado y dado por apto las inducciones.

No es la finalidad desarrollar una estructura de desglose de recursos de la categoría obrero, ni tampoco la finalidad de desarrollar sus roles y funciones. A continuación, indicamos los recursos previsto a emplear.

- Mano de Obra (Personal que genera los entregables “costo directo”)
- Topógrafo
- Ayudante Topógrafo
- Supervisor de movimiento de tierras
- Operario Fierro
- Operario Carpintero
- Operadores de Equipos (incluye conductores)
- Peón (Ayudante/Vigía)



## Cronograma De Utilización de Mano de Obra e Histograma

UBICACION: CERRO DE PASCO			JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	CANT. CONTRAC.	FORE CAST	08/06/2018	01/07/2018	01/08/2018	01/09/2018	01/10/2018	01/11/2018
			30/06/2018	31/07/2018	31/08/2018	30/09/2018	31/10/2018	15/11/2018
<b>PERSONAL STAFF</b>	19.00	7.00	18.00	25.00	25.00	25.00	25.00	19.00
Ingeniero Residente	1.00		1	1	1	1	1	1
Ing. Adjunto de Residencia	1.00		1	1	1	1	1	1
Ingeniero Asistente de Residente	1.00	1.00	1	1	1	1	1	1
Ingeniero de Control de Proyectos	1.00		1	1	1	1	1	1
Asistente de Control de Proyectos	1.00	1.00	1	2	2	2	2	1
Supervisor de Movimiento de Tierra	3.00		2	3	3	3	3	2
Ingeniero de Seguridad	1.00		1	1	1	1	1	1
Supervisor de Seguridad	2.00	1.00	1	3	3	3	3	2
Supervisor de Mantenimiento	1.00		1	1	1	1	1	1
Técnicos Mecánicos	2.00	1.00	2	3	3	3	3	2
Supervisor de Calidad		1.00	1	1	1	1	1	1
Tecnico de Laboratorio	1.00		1	1	1	1	1	1
Ayudante de Laboratorio	1.00		1	1	1	1	1	
Administrador de Obra	1.00		1	1	1	1	1	1
Asistente administrativo	1.00			1	1	1	1	1
Almacenero de Obra	1.00		1	1	1	1	1	1
Asistente de almacen		2.00	1	2	2	2	2	1
<b>OPERADORES DE EQUIPOS</b>	42.00	28.00	28.00	64.00	70.00	70.00	70.00	18.00
Op. excavadora sobre orugas	6.00	3.00	2	6	9	9	9	3
Op. cargador frontal	2.00	4.00	3	6	6	6	6	2
Op. tractor sobre orugas	3.00	2.00	3	5	5	5	5	1
Op. camión volquete	16.00	12.00	12	28	28	28	28	3
Op. rodillo liso vibratorio autp	3.00	3.00	1	6	6	6	6	2
Op. motoniveladora	2.00	1.00	1	2	3	3	3	1
Op. retroexcavador sobre llantas	1.00			1	2	2	2	1
Op. camión cisterna 4x2 (combustible)	2.00		1	1	2	2	2	1
Op. camión cisterna 4x2 (agua)	1.00		1	1	1	1	1	1
Op. mini bus	2.00	1.00	2	3	3	3	3	1
Op. combi	1.00	1.00	1	2	2	2	2	
Op. camioneta	3.00	1.00	1	3	3	3	3	2
<b>PERSONAL DE PISO</b>	36.00	5.00	15.00	29.00	41.00	41.00	41.00	24.00
Operario Carpintero	2.00				2	2	2	1
Oficial Carpintero	2.00				2	2	2	1
Operario Albañil	2.00				2	2	2	1
Oficial Albañil	2.00				2	2	2	1
Operario Ferrero	2.00				2	2	2	1
Oficial Ferrero	2.00				2	2	2	1
Peon	24.00	5.00	15	29	29	29	29	18
<b>SUB TOTAL PERSONAL</b>			61.00	118.00	136.00	136.00	136.00	61.00

### 4.2.3. Plan de movilización.

Los equipos ofertados en la licitación, se movilizarán a obra de acuerdo a la necesidad del proyecto y de acuerdo al cronograma línea base, los cuales son los siguientes:

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT. CONTRAC.	FORE CAST	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
					08/06/2018	01/07/2018	01/08/2018	01/09/2018	01/10/2018	01/11/2018
					30/06/2018	31/07/2018	31/08/2018	30/09/2018	31/10/2018	15/11/2018
EXCAVADOR SOBRE ORUGAS	CAT	345D2L	1		1	1	1	1	1	
EXCAVADOR SOBRE ORUGAS	CAT	336D2L	1	1	2	2	2	2	2	1
MARTILLO HIDRÁULICO	WIN	SM400	1			1	1	1	1	1
CARGADOR FRONTAL	CAT	966H	1	1	2	2	2	2	2	1
TRACTOR DE ORUGAS	CAT	D8T	1		1	1	1	1	1	
TRACTOR DE ORUGAS	CAT	D6T	1		1	1	1	1	1	1
CAMIÓN VOLQUETE	VOLVO	FMX	8	2	6	10	10	10	10	5
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTP	CAT	CS633E (20 TN)	1	1	1	2	2	2	2	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTP	CAT	CS68B	1		1	1	1	1	1	1
MOTONIVELADORA	CAT	140K	1		1	1	1	1	1	1
RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS	JCB	420	1			1	1	1	1	1
CAMIÓN CISTERNA 4x2 (COMBUSTIBLE)	VOLVO	VM	1		1	1	1	1	1	1
CAMIÓN CISTERNA 4x2 (AGUA)	VOLVO	VM	1		1	1	1	1	1	1
CAMIÓN LUBRICADOR	IZUSU	NPR75L- KL5VAYNPE	1		1	1	1	1	1	1
TORRE DE ILUMINACIÓN	TEREX	RL4000	1	4	4	5	5	5	5	3
MOTOBOMBA D=4"	LOMBARDI	12HP	1		1	1	1	1	1	1
MINI BUS		42 PASAJEROS	1		1	1	1	1	1	1
COMBI		12 PASAJEROS	1		1	1	1	1	1	1
CAMIONETA	TOYOTA	PICK UP 4x4	1	1	1	2	2	2	2	1
			26	10	27	36	36	36	36	21

También se contará con 02 container de 40 pies, 01 para oficinas y 01 para vestidor del personal. Para el laboratorio de calidad se contará con 01 container de 20 pies, así también contaremos con 01 contenedor de 20 pies para el almacén; 04 baños portátiles (distribuidos en los diferentes frentes de trabajo), 01 igloo de 20 m x 6m que utilizaremos para nuestro comedor y reuniones con el personal.

El área donde se ubicarán las oficinas, laboratorio de calidad, comedor y vestidor será asignado por el cliente PASH.

El personal es movilizado de la zona de alojamiento (Canchacucho) a la zona de trabajo mediante: 02 Camionetas, 01 Combi y 01 mini bus, los cuales cumplen con los estándares de seguridad y medio ambiente establecidos por PASH, así mismo con los chequeos periódicos preventivos programados. Los conductores de estas movilidades contarán con capacitaciones y permisos otorgados por el cliente.

#### 4.2.4. Equipos y herramientas para ejecución y control

##### Equipos Mecánicos – Mayores

- Tractor sobre oruga
- Excavadora
- Cargador frontal
- Retroexcavadora

- Motoniveladora
- Rodillo vibratorio
- Camión volquete
- Camión cisterna de agua
- Camión cisterna de combustible
- Coaster
- Mini bus
- Camioneta

Equipos de Obras Civiles Menores.

- Estación Total (Prismas)
- Nivel Topográfico (Miras)

Equipos de Pruebas.

- Equipamiento para reemplazo por agua y Speedy (humedad)
- Equipamiento para Reemplazo de Agua
- Cono de Abrams (Los Ensayos de Resistencia se realizarán en Laboratorio Externo)

### **Plazo de Ejecución**

De acuerdo a lo definido en la Obra el Plazo Inicia el 08 de Junio 2018 y Termina el 15 de Noviembre 2018, de todo entregable definido en el alcance original.

### **Descripción de la Ejecución**

Tenemos considerado implementar trabajos a doble turno (día y noche) para las actividades de preparación de material en canteras, traslado y relleno con material rocoso y otros a excepción del relleno de la corona de la presa que se realizará con material estructural, esta actividad se realizará solo en el turno día.

## **4.2.5 Etapas del proyecto**

### **4.2.5.1. Generalidades**

La configuración geométrica del crecimiento del depósito de relaves N° 5 a las cotas 4452 msnm y 4455 msnm, ha sido diseñada con los criterios de diseño preparados por

Andes con base en los datos proporcionados por PAS-Huaron al inicio del proyecto y complementados en reuniones posteriores. Los criterios de diseño en los que se ha basado el diseño a nivel de ingeniería de detalle. El Plano 1203.10.20-5-100-00-P-002, muestra el arreglo general de la configuración propuesta.

El diseño del crecimiento de la presa de relaves y de los contrafuertes involucra labores de trazo y replanteo, retiro de material inadecuado para cimentación, construcción del sistema de sub-drenaje, conformado de enrocado, colocación de filtro de grava, relleno estructural y material de desmonte de mina. El material de relleno será proveniente de las siguientes áreas: cantera Rocky, zona de acumulación temporal de desmonte de mina sobre los ex - depósitos de relaves 1,2 y 3, depósito de relaves San Narciso u otras áreas que cumplan con las características físicas y mecánicas indicadas en las Especificaciones Técnicas.

En los Planos 1203.10.20-5-100-02-P-020, 1203.10.20-5-100-02-P-021 y 1203.10.20-5-100-02-P-030 y 1203.10.20-5-100-02-P-021, se muestran la configuración en planta y detalles constructivos del crecimiento de la presa de relaves y los contrafuertes.

### **4.2.5.2. Superficie de cimentación**

Antes de la colocación del material de desmonte de mina y relleno estructural para la conformación de los contrafuertes 1 y 2, y el crecimiento de presa a las cotas 4452 msnm y 4455 msnm, se deberá remover los materiales no apropiados para la cimentación, tales como material orgánico, arcillas y limos blandos, de este modo se deberá de encontrar una superficie de cimentación adecuada, no cedente para la colocación del material de relleno. La excavación de material inadecuado se realizará en las áreas donde se colocará enrocado, para áreas adicionales se ejecutará previa la aprobación del Ingeniero/Supervisor de CQA.

En los contrafuertes 1 y 2 se ha considerado cortes en un espesor promedio de 4 m; en el estribo derecho, cortes en un espesor promedio 1,5 y 0,5 m; y en estribo izquierdo, cortes en un espesor promedio 2,5 m.

En el Plano 1203.10.20-5-100-02-P-010 se muestra las profundidades de corte para alcanzar los niveles de cimentación.

#### **4.2.5.3. Conformación de enrocado y filtro de grava**

Después de realizar las excavaciones para retirar todo el material inadecuado y obtener la superficie de cimentación, específicamente en el contrafuerte 1, se deberá proceder con la colocación de enrocado, conformado por material granular grueso con bolonería y bloques de  $TM = 20''$ . Sobre el enrocado conformado en el contrafuerte se colocará material de filtro de grava de 1.00 m de espesor, con la finalidad de dar continuidad a capa de grava de filtro colocado en los crecimientos anteriores.

#### **4.2.5.4. Sistema de sub-drenaje**

Una vez concluido los trabajos de excavación para la cimentación en la zona del estribo derecho de la presa (zona sur), descrito en los párrafos anteriores, se

procederá con la instalación del sistema de sub-drenaje. El sistema de sub-drenaje ha sido diseñado para captar los flujos de aguas subterráneas y flujos de infiltración del depósito de relaves, y derivarlos hacia la estructura de salida del aliviadero, que se ubica aguas abajo del crecimiento de la presa proyectada.

El sistema de sub-drenaje de la presa en la zona del estribo derecho estará compuesto por un dren colector principal y drenes secundarios, ambos conformados por tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 100 mm de diámetro. El dren colector principal y los drenes secundarios están conformados por una zanja de sección trapezoidal de 600 mm de profundidad (mínimo), y ancho de 700 mm en la base, rellenas con grava para drenaje y posteriormente se colocará una capa de geotextil no tejido de 270 g/m<sup>2</sup> solo en la parte superior de la zanja. Asimismo, es posible que durante la construcción del crecimiento de la presa de relaves N° 5 se puedan identificar ojos de agua en zonas puntuales con afloramiento de agua subterránea, por lo que en el diseño se ha incluido la instalación de una serie de tuberías perforadas corrugadas de pared doble de 100 mm de diámetro, estas tuberías serán colocadas con la finalidad de controlar estos flujos puntuales para prevenir la saturación de la cimentación, que podría provocar a la larga, la degradación de los materiales subyacentes.

#### **4.2.6. Fases del proyecto.**

##### **4.2.6.1. Fase 1 - Contrafuerte 1**

El contrafuerte 1 será construido con desmonte de mina colocado al volteo en capas de 1 m y compactado con el paso de los equipos pesados. El contrafuerte 1 tendrá una longitud-aproximada de 250 m, y será ubicado con referencia al alineamiento del recrecimiento de-presa a la cota 4452 msnm entre las

progresivas 0+450 y 0+700. El contrafuerte 1 tendrá una altura máxima de 5 m, ancho de cresta de 15 m entre las progresivas 0+450 y 0+600 y ancho de cresta de 25 m entre las progresivas 0+600 y 700. Se ha considerado que el contrafuerte 1 mantenga el talud aguas abajo de la presa, es decir, talud local de 1,5H:1V hasta la cota-4419 msnm, tal como se muestra en los Planos 1203.10.20-5-100-02-P-101 y 1203.10.13-5-020-02-P-021.

#### **4.2.6.2. Fase 2 - Contrafuerte 2**

Después de haber construido el contrafuerte 1, se construirá el contrafuerte 2 con desmante de mina colocado al volteo en capas de 1 m, y compactado con el paso de los equipos pesados, de acuerdo con lo indicado en las especificaciones técnicas. El contrafuerte 2 tendrá una longitud aproximada de 325 m, y será ubicado con referencia al alineamiento del recrecimiento de la presa a la cota 4452 msnm entre las progresivas 0+280 y 0+625. El contrafuerte 2 tendrá una altura máxima de 5 m, ancho de cresta de 64 m entre las progresivas 0+280 y 350, ancho de cresta de 25 m entre las progresivas 0+350 y 0+450 y ancho de cresta de 14 m entre las progresivas 0+450 y 0+700. Se ha considerado que el contrafuerte 2 mantenga el talud aguas abajo de la presa, es decir, talud local de 1,5H:1V hasta la cota 4424 msnm, tal como se muestra en los Planos 1203.10.20-5-100-02-P-020 y 1203.10.13-5-020-02-P-021.

#### **4.2.6.3. Fase 3 - Crecimiento de la presa de relaves cota 4452 msnm**

Después de haber construido los contrafuertes 1 y 2 (Fase 1 y 2), se procederá con el crecimiento de presa de relaves a la cota 4452 msnm. Previo a la conformación del relleno estructural se colocará enrocado permeable sobre la superficie del relave existente; este enrocado tendrá un ancho de 8,5 m y un

espesor mínimo de 1 m, en una longitud de la presa de 850 m tomando como referencia el alineamiento del crecimiento de la presa en esta etapa entre las progresivas 0+025 y 0+875, el cual servirá como superficie de apoyo para el crecimiento aguas arriba de la presa de relaves. El enrocado deberá colocarse al volteo y compactado con el paso de los equipos pesados con el objetivo de obtener finalmente una superficie lo más uniforme posible, sobre la cual se colocará el relleno estructural; estos detalles se muestran en el Plano 1203.10.20-5-100-02-P-021. El crecimiento de la presa de relaves a la cota 4452 msnm será construido con relleno estructural conformado en capas de 0,30 m con una altura de 3 m sobre la base de la cresta actual y un ancho de cresta de 6 m, deberá alcanzar una compactación mínima relativa de 95% del Próctor estándar. Las progresivas de inicio y fin de la presa de relaves son 0+000 y 1+105, es decir tendrá una longitud aproximada de 1105 m (dicha longitud podrá ser ajustada en campo con la aprobación del Ingeniero/Supervisor de CQA). Se ha considerado también un talud 1,5H:1V tanto aguas arriba como aguas abajo de la presa.

Las capas de relleno estructural deberán ser compactadas hasta alcanzar los valores establecidos en las Especificaciones Técnicas. La configuración en planta, altura de las capas y detalles constructivos se indican en los Planos 1203.10.20-5-100-02-P-020 y 1203.10.13-5-020-02-P-021.

#### **4.2.7. Control de calidad (QC) y aseguramiento de la calidad (QA) de la construcción.**

Todos los trabajos indicados en las especificaciones técnicas deberán ser aprobados e inspeccionados por el Contratista y el Ingeniero/Supervisor de CQA. Los ensayos de control de calidad del trabajo deberán ser ejecutados por el Contratista. El CQA



deberá ser realizado por el Ingeniero/Supervisor de CQA y sus representantes autorizados.

La meta final de los programas de control de calidad y CQA es asegurar que se use técnicas de construcción y procedimientos adecuados, que el proyecto sea construido de acuerdo a los Planos y a las Especificaciones Técnicas. Para lograr esto, durante la construcción se puede requerir de cambios al programa de trabajo. El Contratista deberá ser notificado por el Ingeniero/Supervisor de CQA de tales cambios y éstos deberán ser adoptados como parte del proceso constructivo.

#### **4.2.8. Estructura de entrada**

La estructura de entrada existente fue construida en octubre de 2016 hasta la cota 4449 msnm. En la presente construcción tendrá un recrecimiento en los muros hasta la cota 4452 msnm y 4455 msnm en dos etapas (Fase 3 y 4, respectivamente), estará condicionado al crecimiento de la presa de relaves. En la parte superior contará con un vertedero de emergencia el cual crecerá paralelamente con la estructura de entrada, con la finalidad de captar por rebose los flujos superficiales ante algún incremento excesivo en los niveles de agua provocados por un evento hidrológico extremo. Estos flujos serán derivados hacia la estructura de salida por medio de la tubería de conducción.

Esta estructura ha sido diseñada con la capacidad de resistir los esfuerzos por gravedad para el diseño de losa de cimentación y a los esfuerzos del empuje lateral hacia los muros hasta la cota 4455 msnm. La estructura de entrada mantendrá su sección hidráulica, sección rectangular de 11,1 m × 7,1 m en la base y 8,5 m de altura para la fase 3, finalmente contará con 11,5 m de altura para la Fase 4. Presentará revestimiento de concreto armado ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) de 400 mm a 300 mm de espesor aproximadamente de los muros proyectados, desde nivel inferior va reduciendo hasta

nivel superior respectivamente. Tendrá doble capa de acero de refuerzo ( $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>) con varillas de acero distribuidos longitudinal y transversalmente en las capas externas e internas.

La vista en planta y secciones principales de la estructura de entrada se muestran en el Plano 1203.10.20-5-100-10-P-010 y 1203.10.20-5-100-10-P-020 para las Fases 1 y 2, respectivamente; mientras, los detalles generales y distribución del acero de refuerzo se muestran en el Plano 1203.10.20-5-100-10-P-011 y 1203.10.20-5-100-10-P-021 para las Fases 1 y 2, respectivamente.

#### **4.2.9. Vertedero de emergencia**

El vertedero de emergencia estará presente en la parte superior de la estructura de entrada, estará conformada por dos ventanas de captación cuyas funciones serán coleccionar por rebose los flujos superficiales provenientes del espejo de aguas claras inducidos por los posibles flujos de lluvias extremas de Precipitación Máxima Probable (PMP). El máximo recrecimiento del vertedero será considerado en dos fases hasta las cotas 4451,1 msnm y 4454,1 msnm, respectivamente, el recrecimiento estará condicionado a la proyección de la presa de relaves hasta su cota final (cotas 4452 msnm y 4455 msnm). Las ventanas de captación tendrán dimensiones en la base es igual a 5,4 m y una altura igual a 0,90 m las cuales garantizarán la continuidad de los flujos superficiales y en el interior del depósito de relaves.

La vista en planta y secciones principales del vertedero de emergencia se muestran en el Plano 1203.10.20-5-100-10-P-010 y 1203.10.20-5-100-10-P-020 para las Fases 3 y 4, respectivamente; mientras, los detalles generales y distribución del acero de refuerzo se muestran en el Plano 1203.10.20-5-100-10-P-011 y 1203.10.20-5-100-10-P-021 para las Fases 1 y 2, respectivamente.

#### **4.2.10. Tubería de conducción**

La tubería de conducción será de HDPE de 1500 mm de diámetro, la cual estará conectada entre la estructura de entrada con la estructura de salida ubicada en el cuerpo de la presa, derivará los flujos superficiales provenientes de la estructura de entrada y los derivará hacia la estructura de salida.

#### **4.2.11. Estructura de salida**

La estructura de salida tendrá la función principal de evacuar los flujos al sistema de drenaje existente, será una estructura tipo cabezal con aleros de 250 mm de espesor en los muros y 300 mm de espesor en la base. Las dimensiones correspondientes a la estructura serán iguales a la estructura de salida existente la cual será demolida y reemplazada.

### **4.3. Prueba de hipótesis**

De acuerdo a lo definido en la Obra el Plazo Inicia el 08 de Junio 2018 y Termina el 15 de Noviembre 2018, de todo entregable definido en el alcance original.

#### **4.3.1. Descripción de la Ejecución**

Tenemos considerado implementar trabajos a doble turno (día y noche) para las actividades de preparación de material en canteras, traslado y relleno con material rocoso y otros a excepción del relleno de la corona de la presa que se realizará con material estructural, esta actividad se realizará solo en el turno día.

#### **4.3.2. Plan logístico**

Tenemos implementado los módulos de compras, almacenes del software S-10 (inclusive costos y presupuestos), con ello optimizamos el proceso de la cadena de suministros en forma de estandarización de procesos de nuestra representada.

El almacenamiento de todos los materiales en obra será preservado de tal manera que no sean contaminados o dañado, para ello nuestra administración prevé suministrar elementos de protección como también de señalización.

Todas las áreas del proyecto (producción, seguridad, calidad, oficina técnica, administración, almacén y equipos mecánicos) desarrollan ordenes de suministro (solicitudes o requerimientos de materiales, equipos, insumos, consumibles y repuestos), para ello todas las áreas de soporte se alinearán con el planeamiento a corto y mediano plazo (programación de tres semanas) estimado por el área de producción y/o residencia.

#### **4.3.3. Plan de mantenimiento**

Hemos considerado al personal especializado para estas actividades especializadas; como son equipos mecánicos y para el cual contaremos con personal técnico calificado como son los técnicos Mecánicos y ayudantes mecánicos.

Este plan contempla las actividades de gestión a desarrollar como son las programaciones de mantenimiento rutinario, mantenimiento preventivo, stock de lubricantes, aceites, repuestos, consumibles e insumos, así también el estado de las herramientas manuales y equipos menores de soporte.

Todas estas herramientas de gestión serán desarrolladas semanalmente, revisadas en las reuniones semanales de producción y de proyecto.

El seguimiento a las áreas para la compra y transporte a obra de los requerimientos de repuestos, consumibles e insumos estará a cargo del administrador, para ello el encargado del área de equipos (Supervisor de Mantto) coordinará tantas veces sea necesario para que sus recursos estén en obra en las fechas planificadas.

#### **4.3.4. Plan de comunicaciones**

La administración de PEVOEX llevará a cabo las gestiones de Control Documentario, recopilando, almacenando, registrando y distribuyendo los diferentes documentos del proyecto, como son; Cartas, Transmittal's, Reportes Diarios, Planos, Sketch, RFI, RCD, etc. de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Una herramienta de comunicación formal y legal es el cuaderno de obra, cuyas autoridades sobre su manejo serán definidas en su momento.

Los trabajos adicionales ordenados verbalmente por la supervisión –también los cambios de diseño y de procedimientos indicados por diseñador- serán regularizados utilizando una Instrucción en Campo /Terreno firmados en la misma hora y lugar, en

casos especiales únicos podrán ser firmados posteriormente; todos deberán ser procesados siguiendo el procedimiento de gestión de cambios y tendencias de variaciones.

Referente a las No Conformidades (Producto, No Conforme en sus funcionalidades o características) que sean observados y registrados por la supervisión, seguirán el procedimiento de tratamiento de No Conformidades. Para observaciones internas propias de nuestro Ing. QC, este emitirá con copia al Ing. Residente una “Solicitud Correctiva de Trabajo”.

Consideramos que el flujo oportuno de información de la ingeniería de detalle a campo debe trascender a tiempo de respuesta inmediato; puesto que la procura a realizar por mayores metrados, redimensionados o cambios de diseño tiene un sobrecosto por pronta respuesta y espera en cola del proveedor.

Tenemos previsto el uso de las siguientes herramientas tecnológicas de comunicación: Internet móvil e intranet para revisión de correos, uso de teléfonos celulares (señal de claro y movistar) para comunicaciones a tiempo real con clientes, empleados de la empresa y proveedores, por último en la zona de ejecución de trabajos emplearemos radios Handy y para los topógrafos Walkie Talkie.

#### **4.3.5. Plan de control de calidad**

Toda Información de Protocolos de Calidad será emitida por PEVOEX y entregados en físico a la Supervisión siguiendo el Plan de Comunicaciones definido para el Proyecto.

Las salidas del sistema dan un resultado de conclusiones y recomendaciones preventivas/correctivas (Acciones por ejecutar y ejecutadas).

De acuerdo al Plan de Calidad y el Plan de Puntos de Inspección (definido y aprobado) tendremos como responsable al representante del Ing. Residente definido

como Jefe de Calidad para realizar las mediciones y liberaciones de los trabajos y gestiones de firmas.

Los protocolos de calidad serán realizados a las siguientes partidas:

- Excavaciones y Rellenos.
- Tuberías Corrugada HDPE.
- Obras civiles
- Instrumentación - Piezómetros
- Otros acordados con Supervisión

Para las actividades de control de calidad del proyecto hemos previsto considerar realizar ensayos de materiales en nuestros laboratorios con excepción del de concreto que se realizaran en laboratorio externo.

La validación de los procesos se realiza con la recopilación y entrega al cliente de:

- Los certificados de calidad de los insumos, emitidos por los proveedores.
- Los registros de calidad de las actividades ejecutadas, que se muestran la conformidad con lo establecido en el proyecto.
- Los certificados de calibración de los equipos de inspección, medición y ensayo de los laboratorios externos serán entregados de acuerdo a la solicitud de la supervisión.

Referente a las No Conformidades (Producto, No Conforme en sus funcionalidades o características) que sean observados y registrados por la supervisión, seguirán el procedimiento de tratamiento de No Conformidades. Para observaciones internas propias de nuestro Ing. QC, este emitirá con copia al Ing. Residente una “Solicitud Correctiva de Trabajo”.

#### **4.4.Discusión de resultados**

1. El nivel de ingresos presenta un incremento respecto al acumulado del trimestre anterior, incidiendo en este resultado particularmente las variaciones tarifarias suscitadas en el último trimestre, así como el incremento de avances debido a la inexistencia de paralizaciones.
2. El gasto al final de la obra así como el incremento y sostenimiento en los ingresos provenientes de las actividades desarrolladas como servicios complementarios significan ingresos compensatorios para la empresa, estos a la vez restan avances no significativos al proyecto.
3. El resultado, el mismo que evidencia una mejoría considerable frente al periodo anterior demostrando un desarrollo sostenido de la empresa en su operación, incidiendo en este resultado la optimización del costo del servicio de las partidas de Combustibles



## CONCLUSIONES

De los análisis realizados se concluye que los costos se incrementaron así como el tiempo para completar el proyecto. De hecho, la empresa estuvo en huelga.

Al analizar los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir que la forma en que se deforma el muro de empréstito en dirección vertical y horizontal depende del contraste de impedancia y la estratigrafía del suelo de fundación del depósito de relaves.

Se puede concluir que la programación del proyecto es un referente que son dependientes de muchos aspectos externos a las empresas y colaboradores del mismo.

Finalmente se tuvieron accidente así como huelgas que impidieron completar el proyecto en el plazo estimado, los costos se incrementaron por la adquisición (alquiler) de más equipos que intentaron compensar las pérdidas en los plazos establecidos, asimismo el clima es un factor importante que muchas veces paralizaron las operaciones.

## **RECOMENDACIONES**

Recomendaciones para futuras investigaciones

Mejorar la caracterización geotécnica de los materiales utilizados en el modelo numérico realizando ensayos de laboratorio, en muestras de muros de empréstito chilenos.

También se recomienda realizar ensayos in situ con el objetivo de medir la velocidad de onda de corte en los muros de empréstito, ya que con esta información se puede mejorar la elección de los parámetros del modelo constitutivo usado.

Determinar las curvas de degradación de módulo de corte y aumento del amortiguamiento a través de ensayos de laboratorio realizados en materiales de empréstito utilizados frecuentemente en la construcción de los muros de los embalses de relaves.

Utilizar una mayor cantidad de registros sísmicos para estudiar la respuesta dinámica de los muros de empréstito al cambiar la magnitud del sismo, la duración, el PGA y el tipo de terremoto.

Utilizar el catastro de depósitos, y las cartas geológicas para averiguar en qué tipo de suelos se construyen con frecuencia los depósitos de relaves. Y con esta información determinar la respuesta dinámica de muros de empréstito para contrastes de impedancia y estratigrafías diferentes a las analizadas en el presente estudio.


## BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga Vopilovsky A. y Urbina Meléndez L. D. (2015). *Análisis de licuación dinámica de una presa de relaves recrecida aguas arriba.*
- Pinillos Torres J. A. (2015). *Agua Tecnologías Ecológicamente Racional Manejo De Las Aguas En Los Depósitos De Relaves Mineros.*
- León Antúnez J. R. (2009). *Informe técnico: Recrecimiento del Dique de Relaves.*
- Chuspic Cía. Minera Santa Luisa. *Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros.*
- SRK Consulting. (2017). *Criterios de Diseño del Recrecimiento del Depósitos de Relaves Atacocha.*
- SRK Consulting. (2017). *Diseño Geotécnico del Recrecimiento del Depósitos de Relaves Atacocha.*
- SRK Consulting. (2017). *Estudio geológico del Recrecimiento del Depósitos de Relaves Atacocha.*
- Arroyo Portal M. A. (2011). *Descripción del movimiento de tierras en la construcción de la presa de arranque de relaves las Gordas del proyecto Cerro Corona de Gold Fields la Cima S.A.*
- Carrillo Gil A. *Accidente y Fallas en Presas de Relaves.*
- González Gazmuri R. I. (2016). *Optimización de las horas operativas de los CAEX en los procesos de descarga en chancado y abastecimiento de combustible, mediante la utilización de modelamientos compuestos y redes neuronales.*
- Dintrans G. y Bastidas M. (1991). *Estudio del impacto ambiental en tranques de relaves “El Chiche”.*
- Comité Regional de Seguridad Minera IV Región Coquimbo. (1991). *Compendio de exposiciones del seminario minería y medio ambiente. Coquimbo, Chile.*

- Guamán J. (2009). *Estudio y diseño de un depósito de relaves para el almacenamiento de relaves del plan de manejo de las plantas de beneficio en el sector minero Portovelo*. Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Maldonado E. (2010). *Análisis de estabilidad de muro de relaves reforzado con geosintéticos usando FLAC*. Golden Associates. Perú.
- Vick S. (1990). *Planning, design and analysis of tailings dams*. Bitech publishers ltd.
- Ishihara, K. (1985). *Stability of natural deposits during earthquake*. XI International Conference on soil mechanics and foundation engineering, vol.2, pp. 321-376.

**ANEXOS**

ANEXO 1: Cuadro resumen de costos

 <b>Pan American Silver</b> <small>UNIDAD HUARON</small>		<b>RESUMEN DE GASTOS PRESA RELAVES HUARON</b>									
		N°	RESUMEN DE GASTOS HUARON	JUNIO.18	JULIO.18	AGOSTO.18	SEPTIEMBRE.18	OCTUBRE.18	NOVIEMBRE.18	DICIEMBRE.18	
1	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	\$55,574.50	\$187,138.67	\$206,152.64	\$174,923.83	\$180,905.10	\$178,048.96	\$230,115.39			
2	<b>GASTOS DIRECTOS</b>										
	2.1 Valorizaciones de Equipos de Terceros	\$4,514.46	\$211,895.83	\$257,222.63	\$209,204.89	\$204,069.66	\$179,395.77	\$149,151.67			
	2.2 Obras Civilesc-Ayokit - Canal Emergencia						\$106,897.27	\$42,313.94			
	2.3 Obras Civilesc-Ayokit - Sumidero										
	2.4 Amphos21 - Contractual						\$120,661.00	\$25,914.40			
	2.5 Amphos21 - Adicional Reparac. Cable										
	2.6 Amphos21 - Adicional Mayor metrado cable										
	2.7 Anback - Construcción de compuerta										
	2.8 Anback - Adicional Portico										
3	<b>GASTOS INDIRECTOS</b>										
	3.1 Gastos de Combustible Obra	\$18,796.00	\$84,390.00	\$86,718.00	\$74,500.00	\$52,020.00	\$70,380.00	\$40,461.60			
	3.2 Gastos de Almacen Obra	\$30,066.02	\$22,549.51	\$15,200.00	\$15,083.01	\$4,478.64	\$30,066.02	\$22,549.51			
	<b>GASTOS TOTALES</b>	<b>\$109,121.97</b>	<b>\$506,549.82</b>	<b>\$565,927.58</b>	<b>\$474,199.46</b>	<b>\$442,030.03</b>	<b>\$685,996.86</b>	<b>\$511,214.56</b>			

ANEXO 2: Plan de ejecucion del recremento de la Presa de Relave N°5

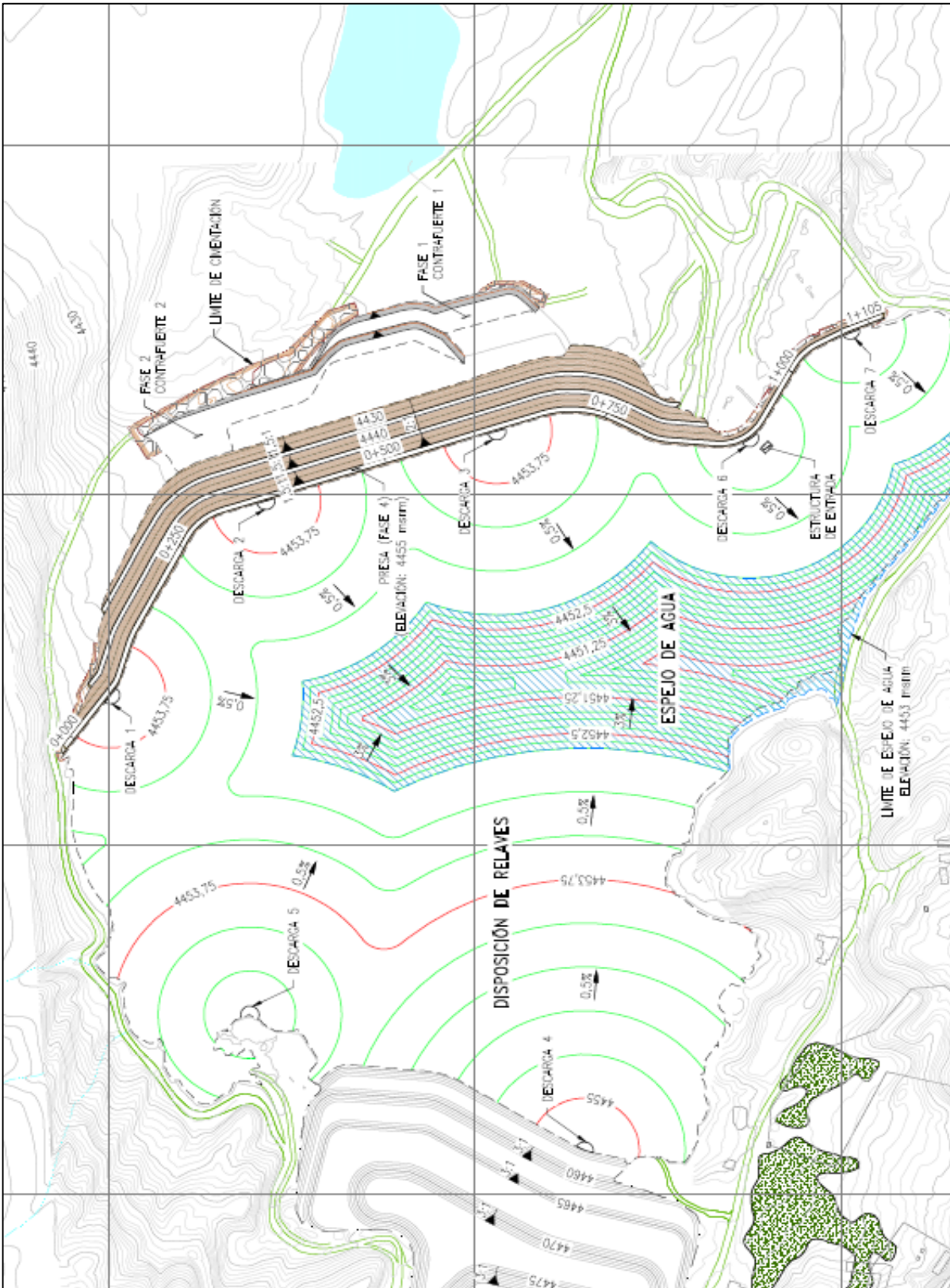


Fig. 1.0 – Plano general de la presa de relaves N°5

**RELLENO DE CONTRAFUERTE 01 Y 02**

### **Limpieza de Terreno de Fundación**

Iniciaremos realizando el trazo y replanteo del área a excavar colocando estacas para delimitar la zona, primero se excavará el contrafuerte 01 (Prog. 0+000 - 0+040) y luego el contrafuerte 02 (Prog. 0+000 - 0+239); para esta actividad utilizaremos un tractor sobre oruga y una excavadora, los cuales realizaran el corte de la superficie de la rasante a una profundidad variable de 0.30 m. a 0.60 m. Este corte se realizará en dos partes iniciando la primera parte con el corte aprox. de 0.60 m. de material inadecuado del cual se obtendrá un metrado aprox. de 4,500.00 m<sup>3</sup>.

Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
4,500.00	m <sup>3</sup>	1,125.00	4 días

La segunda parte se excavará a una profundidad aprox. de 3.5 m. del cual se obtendrá un volumen aprox. de 35,035.00 m<sup>3</sup>, la profundidad de la excavación es variable ya que no se tiene referencia a que distancia se encontrara terreno competente para ser tomado como fundación, se estima encontrar filtraciones de agua en las excavaciones y para tal caso se estará contando con una motobomba la cual drenará en agua de la excavación al realizar la excavación a 4.0 m. y no encontrar terreno competente para cimentación, se solicitará la presencia del supervisor de CQA del cliente para que se nos indique de que manera se procederá los trabajos en esta zona.

Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
35,035.00	m <sup>3</sup>	2,695.00	13 días

El material producto de la excavación será eliminado a un botadero asignado por el cliente, el cual deberá estar a una distancia de 2.5 km.



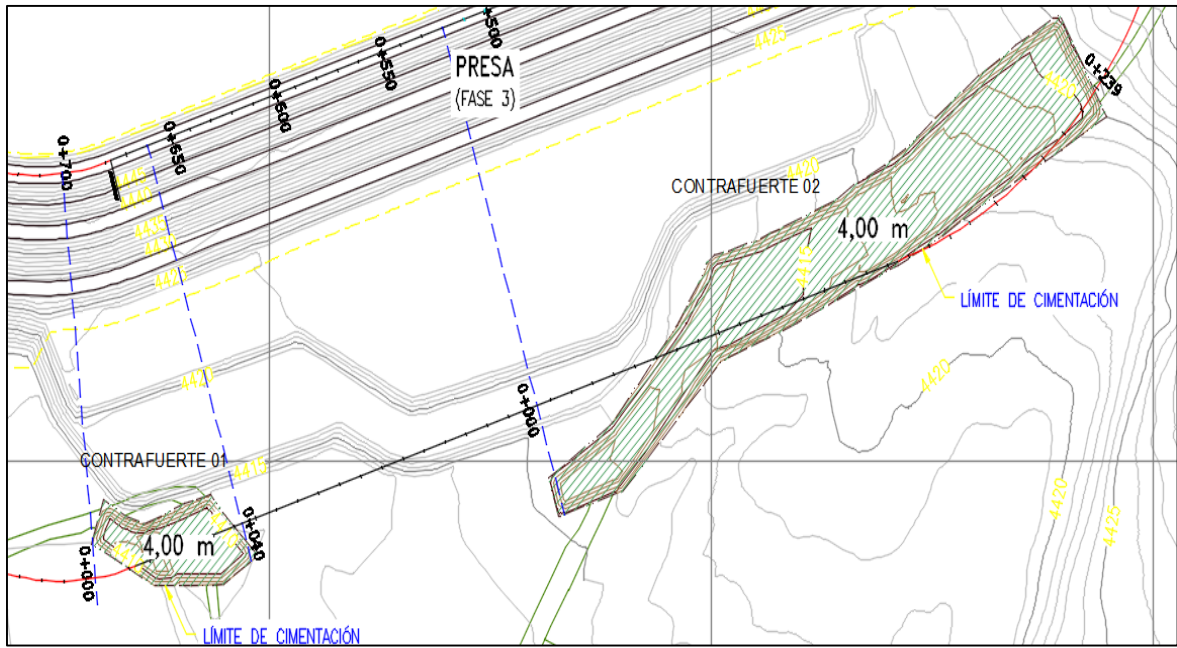


Fig. 2.0 – Plano de planta de Contrafuertes 01 y 02

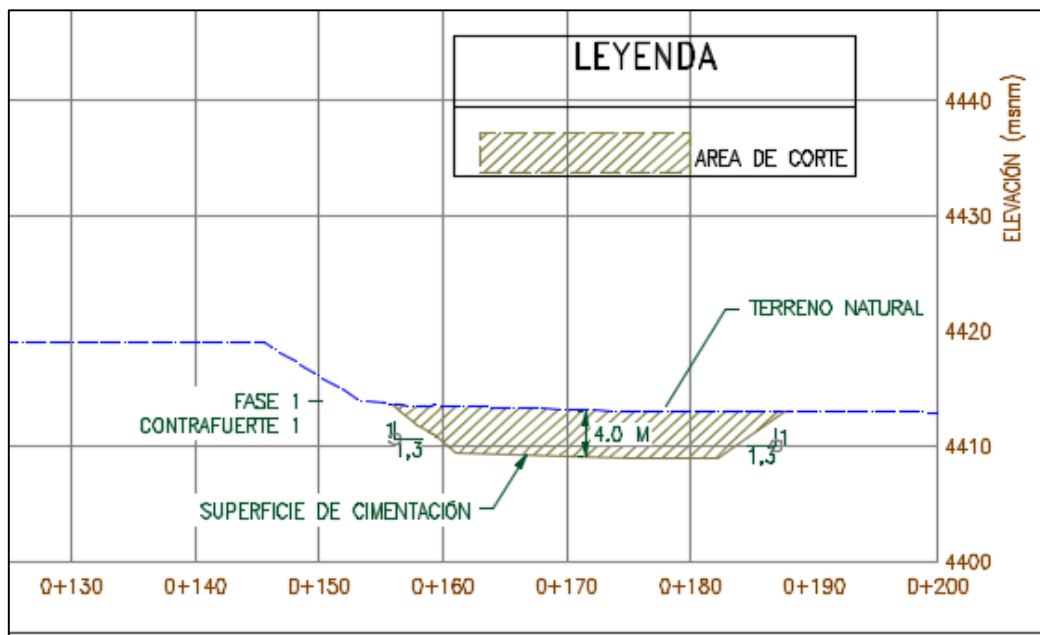


Fig. 3.0 – Sección de excavación en contrafuerte

Para el desarrollo de esta actividad se asignará los siguientes recursos:

### Equipos a utilizar:

- 01 Tractor sobre oruga D6T
- 01 Excavadora 336D2L
- 04 Camión Volquete
- 05 Torres Luminarias

### Personal: día y noche

- 02 Capataz
- 04 Vigías
- 02 Cuadrador

### Enrocado de contrafuertes 01 y 02

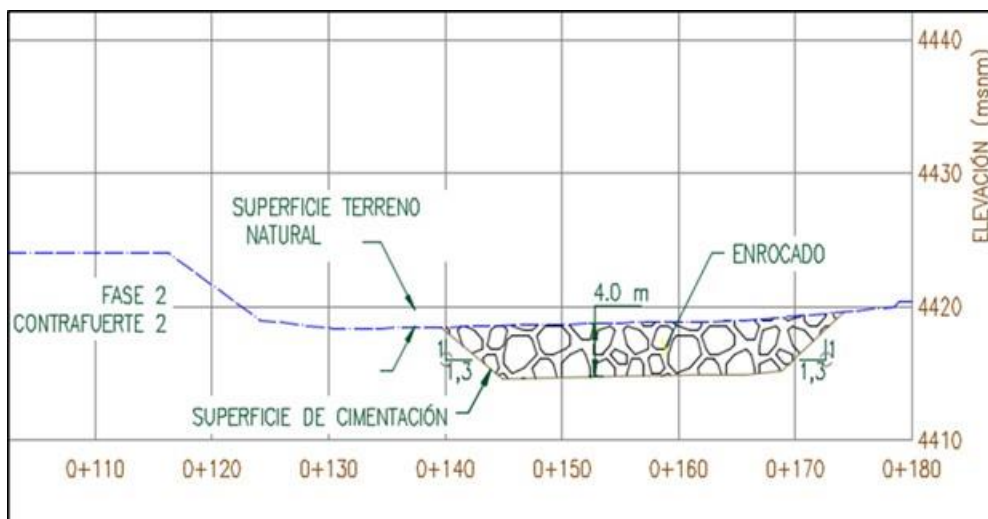


Fig. 5.0 – Sección del enrocado en contrafuerte

Para el desarrollo de esta actividad se asignará los siguientes recursos:

### Equipos a utilizar:

- 01 Tractor sobre oruga D6T
- 02 Excavadora 336D2L

- 07 Camión Volquete
- 03 Torres Luminarias

**Personal: Día / Noche**

- 01 Capataz
- 02 Vigías
- 01 Cuadrador

**4.3.3- Relleno con Filtro en contrafuertes 01 y 02**

Al culminar el relleno de fundación con enrocado en los contrafuertes 01 y 02 se procederá a liberar el área de relleno con protocolo de calidad.

El material de filtro será proporcionado por PASH y puesto a pie de obra, es necesario tener un stock mínimo a pie de obra de 2000 m<sup>3</sup> de material filtro para su uso.

Continuaremos con la colocación de material de filtro (Tm 8”) y que cumplan con las especificaciones técnicas descritas en la Tabla 3.6

El materia filtro será colocado sobre el enrocado que se encuentra al nivel de la superficie de terreno natural entre la progresiva 0+000 a la 0+414 la cual une los contrafuertes 01 y 02 (ver Fig. 07).

Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
6,523.00	m <sup>3</sup>	1,305.00	5 días

El filtro de grava se colocará al volteo en una sola capa la cual será acomodada uniformemente desde la zona más baja del terreno y compactada con el paso de los equipos pesados y con un rodillo, de tal forma que se minimicen los vacíos entre sus partículas constituyentes, esta capa nivelada será de 1.0 m de espesor.

El volumen de material de filtro es de 6,523.00 m<sup>3</sup> aprox.

### Especificaciones para filtro de grava

Tamaño de malla		% Que pasa
SI	Norma ASTM	
200 mm	8 pulgadas	100
100 mm	4 pulgadas	80 - 100
76 mm	3 pulgadas	65 - 100
50 mm	2 pulgada	45 - 60
25 mm	1 pulgada	20 - 65
19 mm	3/4	10 - 50
13 mm	1/2	0 - 35
9,5 mm	3/8	0 - 20
4,5 mm	# 4	0 - 10
Índice de plasticidad	ASTM D 4318	No plástico
Permeabilidad de la matriz, menor a 19 mm	ASTM D 2434	$> 1 \times 10^{-1}$ cm/s
Índice de la carga puntual corregido promedio mínimo (Is50)	ASTM D 5731	$> 2,0$ N/mm <sup>2</sup>

Fig. 6.0 – Tabla 3.6-Especificaciones de Filtro

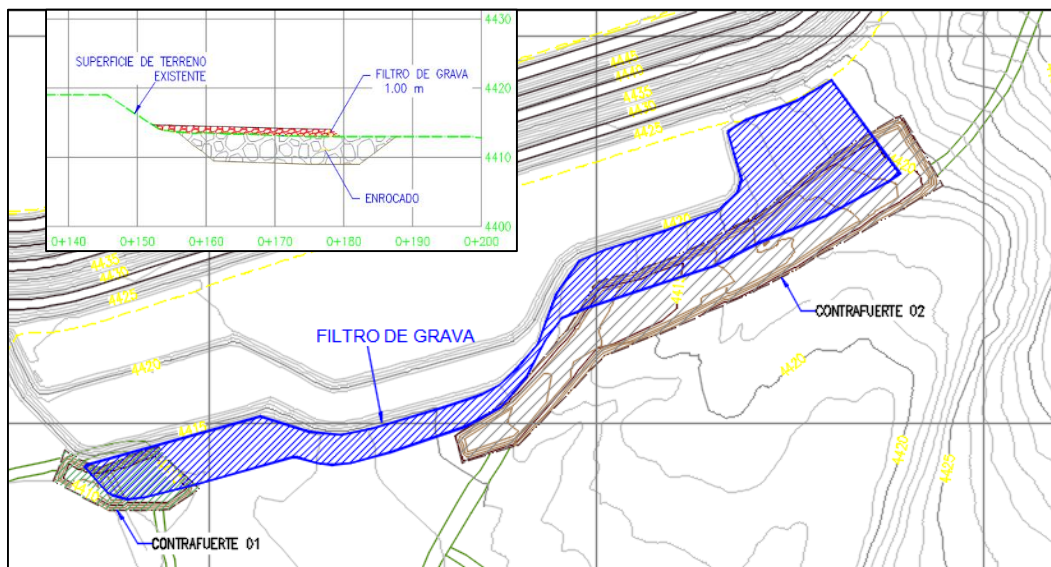


Fig. 7.0 – Planta/sección- Filtro de contrafuerte 01 y 02

Para el desarrollo de esta actividad se asignará los siguientes recursos:

**Equipos a utilizar:**

- 01 Tractor sobre oruga D6T
- 01 Excavadora 336D2L
- 02 Camión Volquete
- 03 Torres Luminarias

**Personal: Día / Noche**

- 01 Capataz
- 01 Vigías
- 01 Cuadrador

**Relleno con Desmante en contrafuertes 01 y 02**

**Carguío de material de desmante:** Iniciaremos con el acomodo del material de desmante para el carguío, la cantera autorizada para la extracción de material será la cancha 01, 02 y 03, el material acopiado en dicha cancha deberá cumplir con los requerimientos de la especificación técnica de la Tabla 3.4.

Para esta actividad utilizaremos el método de coneo, así mismo se trabajará a doble guardia (día/noche) a fin de obtener un stock mínimo de 3,000 m<sup>3</sup>/día



Fig. 8.0 – Cancha 01, 02, 03

Para la preparación de material en el turno noche utilizaremos torres luminarias.

Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
61,369.00	m3	2,668.00	23 días

Para esta actividad contaremos con los siguientes recursos:

**Equipos a utilizar:**

- 01 Cargador frontal 120
- 01 Excavadora 336D2L
- 02 Torres Luminarias

**Personal: Día/Noche**

- 01 Capataz
- 
- Retiro de Top Soil
- 

Antes de iniciar el relleno del cuerpo de la presa, en los estribos se deberá retirar el material orgánico y material inadecuado hasta encontrar una superficie competente de

cimentación la misma que deberá ser aprobada por la supervisión, esta actividad se realizará de manera progresiva al relleno del espaldón; el material orgánico será eliminado a un botadero autorizado por el cliente el mismo que deberá estar a una distancia de 2.0 km.

El volumen aproximado de material top soil a eliminar es de: 6,000.00 m<sup>3</sup>

Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
6,000.00	m <sup>3</sup>	300.00	20 días

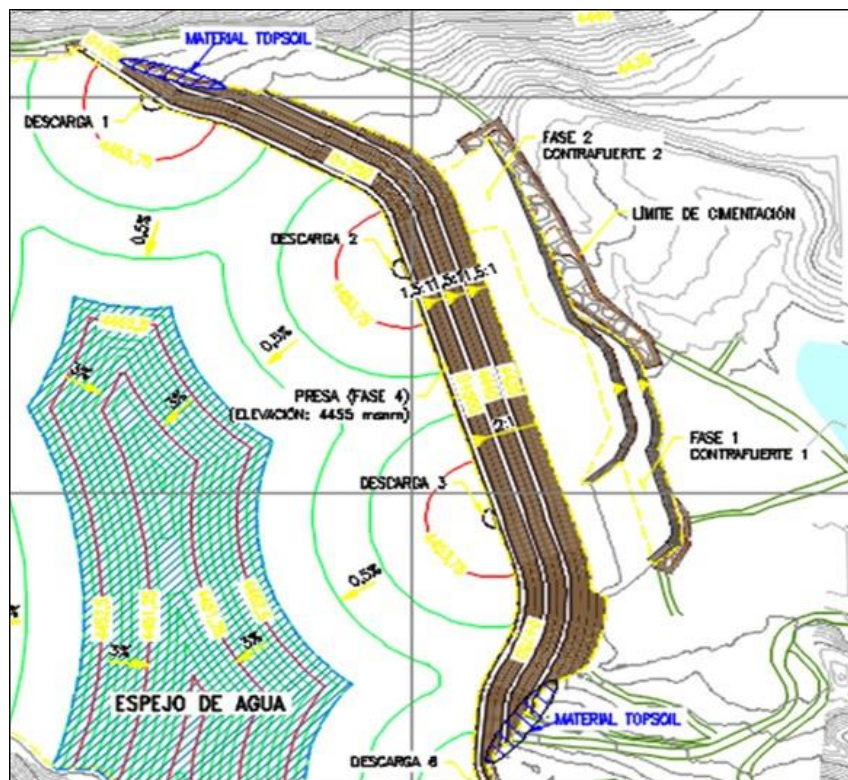


Fig. 11 – Desbroce de top soil en estribos

Para el desarrollo de esta actividad se asignará los siguientes recursos:

**Equipos a utilizar:**

- 01 Excavadora 336D2L

- 01 Camión Volquete
- Herramientas manuales

**Personal: Día**

- 01 Capataz
- 01 Vigía
- 05 ayudantes

**Preparación de material en desmontera**

Iniciaremos con la preparación de material en la cancha 01, 02, 03 la cual se encuentra a una distancia de 2.5 km. y en la desmontera San Narciso el cual está a 7.0 km,

Este material de relleno estructural deberá ser de tamaño máximo de 8” y cumplir con los requerimientos de la especificación técnica de la Tabla 3.2 y 3.3

De acuerdo a las condiciones del material se aplicara la selección con el método de coneo y a fin de tener stock mínimo, se trabajará a doble turno (día/noche) a fin de obtener stock mínimo de material estructural para el relleno.

El volumen total de material a preparar será de 135,775.00 m<sup>3</sup>, este volumen se obtendrá de dos canteras:

- Cancha 01, 02, 03 = 75,775.00 m<sup>3</sup>
- San Narciso = 60,000.00 m<sup>3</sup>

El rendimiento por día será de acuerdo al siguiente cuadro:

Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
135,775.00	m <sup>3</sup>	2,829.00	48 días



<b>Tabla 3.2</b>		
<b>Especificaciones para relleno estructural</b>		
<b>Tamaño de malla</b>		<b>% que pasa</b>
<b>SI</b>	<b>Norma ASTM</b>	
200 mm	8 pulgadas	100
100 mm	4,0 pulgadas	90 - 100
50 mm	2,0 pulgadas	75 - 100
25 mm	1 pulgada	60 - 90
13 mm	1/2 pulgada	45 - 80
4,75 mm	# 4	30 - 60
0,45 mm	# 40	15 - 35
0,075 mm	# 200	5 - 25
Índice de plasticidad	ASTM D 4318	Ver Tabla 3.3

<b>Tabla 3.3</b>	
<b>Índice de plasticidad para relleno estructural</b>	
<b>% que pasa malla #200 (0,075 mm)</b>	<b>Índice de plasticidad máximo</b>
16 - 25	20
5 - 15	25

Fig. 12 – Tabla 3.2 y Tabla 3.3 – Especificación técnica de Relleno Estructural

Para esta actividad contaremos con los siguientes recursos:

**Equipos a utilizar: Día/Noche**

- 01 Tractor sobre oruga D6T
- 02 Excavadora 336D
- 02 Cargador frontal
- 03 Torres Luminarias

**Personal: Día/Noche**

- 01 Capataz
- 02 Vigías

**Relleno de espaldón de Presa**

- Previamente al inicio de la conformación de capas realizaremos una prueba de relleno y compactación (test-fill) para definir el alto capa de 0.30 m. a 0.50 m. una vez aprobado el alto de capa procederemos

al relleno con material estructural; considerando la altura de capa de 0.50 m. para el cual solo se realizara prueba de reemplazo con agua.

Estos materiales deberán ser procesados por el contratista de forma que cumplan con los requisitos granulométricos y físicos requeridos en la Tabla 3.2 y Tabla 3.3. y con el contenido de humedad requerido para su colocación y compactación, el relleno será controlado y verificado por el área de topografía para mantener un alto de capa uniforme de acuerdo al diseño de ingeniería.

El rendimiento por día de traslado de material será de acuerdo al siguiente cuadro:

CANTERAS	Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
San Narcizo	75,775.00	m3	2,222.00	27 días
Cancha 1,2,3	60,000.00	m3	3,031.00	25 días

El relleno a realizar tendrá una altura de 24 m. iniciando de la cota 4424 msnm hasta la cota 4449 msnm., el espaldón estará conformado por 50 capas de 0.50 m. Iniciaremos con el trazo y replanteo en el terreno natural existente, el cual ya cuenta con material competente y sobre el mismo se procederá a rellenar; daremos inicio rellenando capas nivelantes hasta obtener una mayor longitud en la plataforma, el ancho de plataforma según diseño es de 5.0 m., como proceso constructivo se deberá tener un sobre ancho aprox. de 0.7 m. a fin de ofrecer una compactación uniforme hasta el borde en los 5.0 m., los 0.70 m. de sobre ancho será recuperado para la siguiente capa con el perfilado de talud (V:H=1:1.5) realizado por una excavadora, el perfilado se realizará con una frecuencia de cada 8 capas de relleno = 4.0 m. que es el alcance del brazo de la excavadora; el diseño indica la conformación de 02 banquetas cada 10 m.; el proceso mencionados se repetirá hasta llegar a la cota 4449 msnm. Nivel de corona existente.

El rendimiento por día de conformado y compactado de material en plataforma será de acuerdo al siguiente cuadro:

ACTIVIDAD	Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
Conformado de material	135,775.00	m3	2,263.00	60 días
Compactado de material	135,775.00	m3	2,226.00	61 días

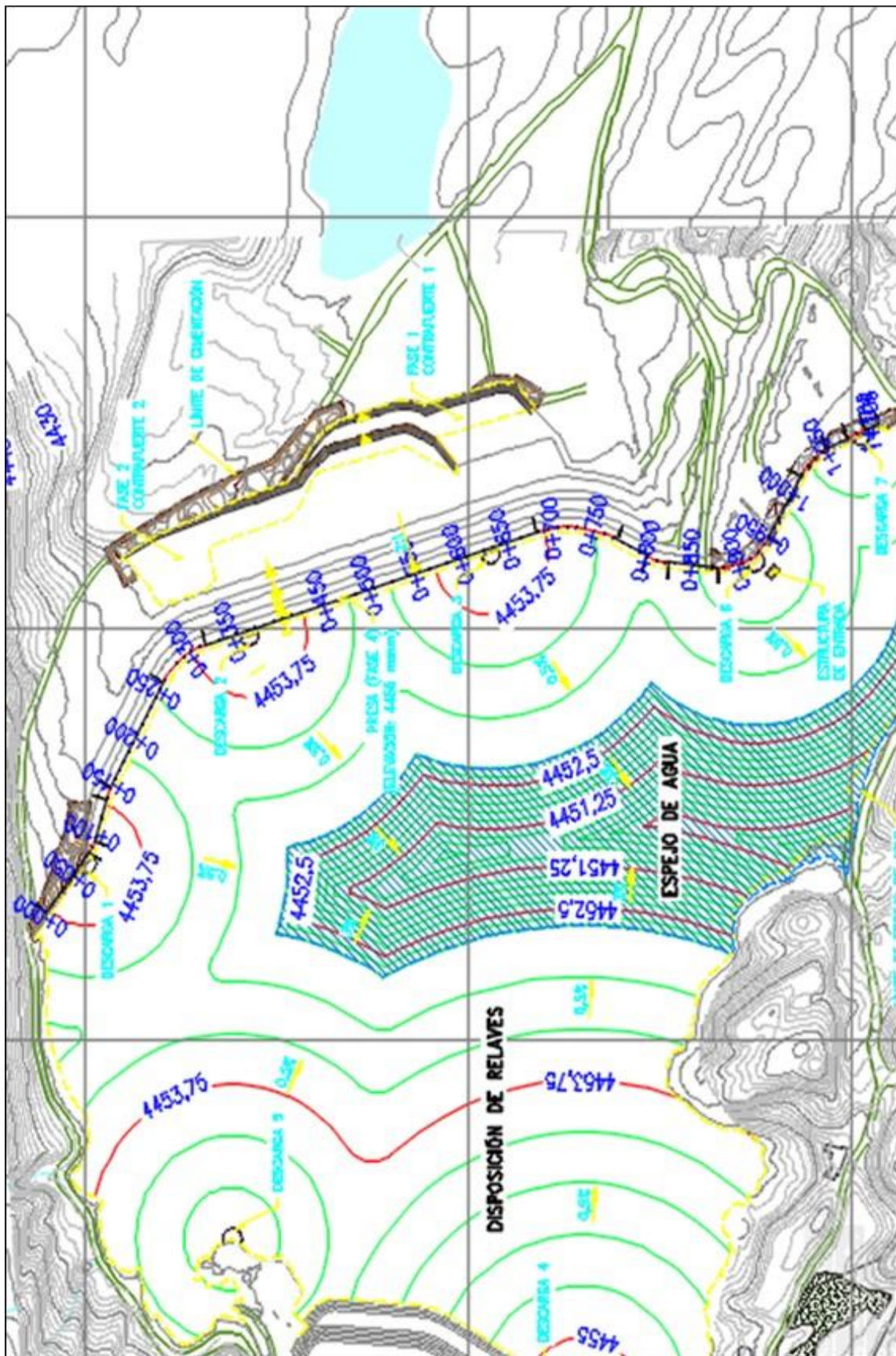
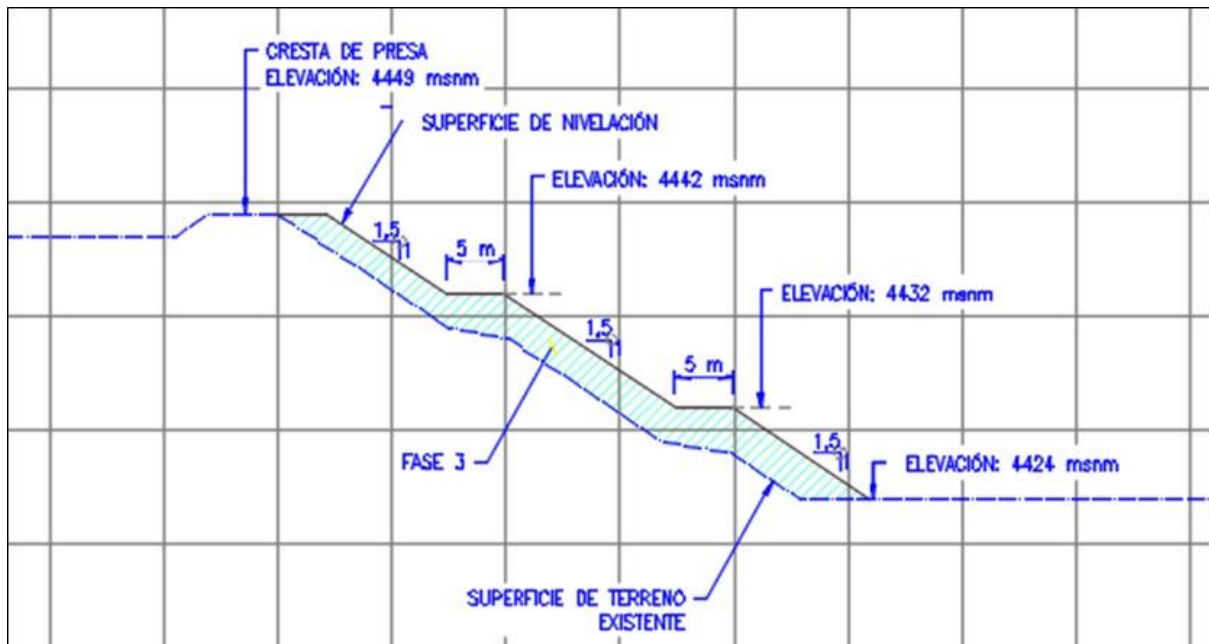


Figura N° Planta de relleno de la presa de relave N°5



El material de cama de arena y la grava de drenaje serán adquiridos Fig. 14 – Sección detalle de relleno de espaldón de Presa de Relaves N°05

Para esta actividad contaremos con los siguientes recursos:

**Equipos a utilizar: Día/Noche**

- 10 Camión Volquete 15 m<sup>3</sup>
- 01 Tractor sobre oruga D6T
- 01 Excavadora 336D2L
- 02 Rodillo vibrador de 20 tn.
- 04 Torres Luminarias

**Personal: Día/Noche**

- 01 Capataz
- 03 Vigías
- 02 Ayudantes

**Sistema de sub Drenaje**

de una cantera particular a costo del contratista, la cama de apoyo se usará para nivelar el fondo de zanja de los sub drenes, de ser necesario, con un material relativamente permeable, que no produzca arrastre de finos; la cama de arena se colocara en capa de 0.10 m.

Este material deberá cumplir con los valores de granulometría, permeabilidad y carga puntual solicitados en la Tabla 4.1.

<b>Tabla 4.1 Cama de apoyo de tuberías - Especificaciones</b>		
<b>Tamaño de malla</b>		<b>% Que pasa</b>
<b>SI</b>	<b>Norma ASTM</b>	
12 mm	1/2 pulgadas	100
4,75 mm	N° 4	50 - 100
0,45 mm	N° 40	5 - 30
0,075 mm	N° 200	0 - 8
Índice de plasticidad	D 4318	<8
Permeabilidad de la matriz, menor a 19 mm	D 2434	$>1 \times 10^{-1}$ cm/s

Fig. 15 – Tabla 4.1 – Especificación de material Cama de Arena

Iniciaremos realizando el trazo y replanteo para la excavación de la zanja de 0.70 m. de ancho por 0.60 m. de altura con talud de 1:0.5 (V:H), luego se colocara una capa de cama de arena de 0.10 m. en la base de la excavación manteniendo una pendiente de 2%.

Se colocará 242.5 m. de tubería perforada de  $\varnothing$  0.10 m y sobre la cual se rellenará con una capa de 0.60 m. de grava de drenaje hasta la rasante, el material de grava para drenaje tendrá la función de proteger la tubería y a la vez servir de relleno permeable en la zanja de los sub drenajes, aumentando la capacidad de conducción del sistema de sub drenaje. Este material deberá ser estable, no debe poseer material deletéreo, ni orgánico, sin potencial de generación de acidez y que cumplan con lo indicado en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2**  
**Grava para drenaje - Especificaciones**

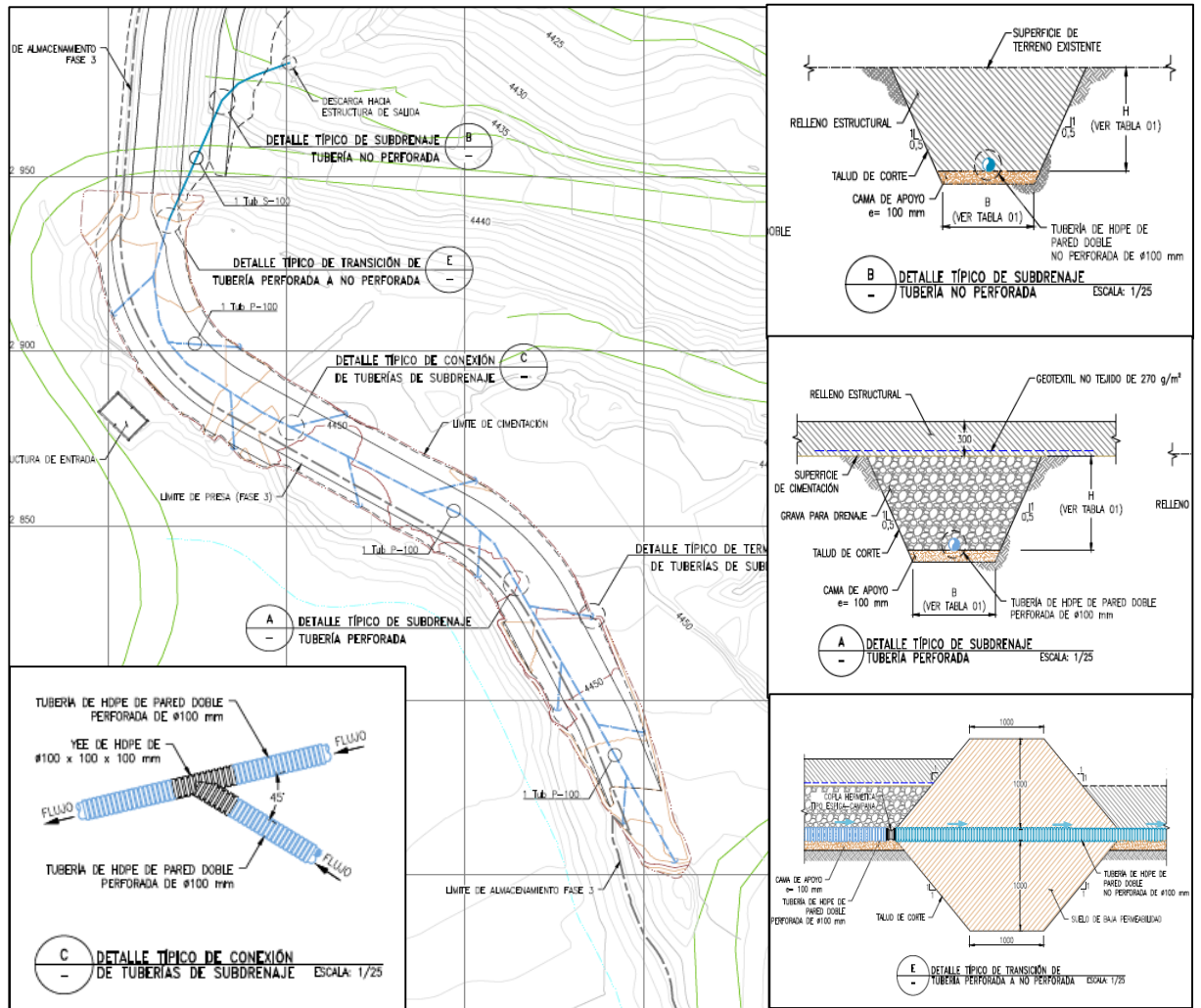
Tamaño de malla		Porcentaje que pasa
SI	Norma ASTM	
50 mm	2 pulgadas	100
37,5 mm	1 1/2 pulgadas	90 - 100
25 mm	1 pulgada	60 - 100
19 mm	3/4 pulgada	40 - 90
12,5 mm	1/2 pulgada	15 - 70
9,50 mm	3/8 pulgada	5 - 50
4,75 mm	# 4	0 - 20
2 mm	# 10	0 - 10
Índice de plasticidad	ASTM D 4318	NP
Permeabilidad de la matriz, menor a 19 mm	ASTM D 2434	$> 1 \times 10^{-1}$ cm/s
Índice de la carga puntual corregido promedio mínimo (Is50)	ASTM D 5731	$> 2,0$ N/mm <sup>2</sup>

Fig. 16 – Tabla 4.2 – Especificación de material grava de Drenaje

Al culminar la colocación de la grava de drenaje se colocará sobre ella un paño de geotextil no tejido de 270 gr/m<sup>2</sup> (Ver: Corte A “Detalle típico tubería perforada” – Fig.17)

Culminado el tramo de tubería perforada se continuara a empalmar con la tubería no perforada de Ø 0.10 m. de la cual se colocará 65.0 m. y sobre la cual se rellenará con una capa de 0.60 m. de material de relleno estructural hasta el nivel de la rasante (Ver: Corte B “Detalle típico tubería no perforada” – Fig.17).

TABLA 01 TUBERÍAS DE SUBDRENAJE		
NÚMERO-DIAMETRO	B (ANCHO)	H (ALTURA)
100	700	600



- 11 unidades de Y de Ø 0.10 m
- 413 m. tubería perforada de Ø 0.10 m
- 65 m. tubería no perforada de Ø 0.10 m
- 01 Copla hermética tipo espiga-campana de Ø 0.10 m
- 76 Acoples de Ø 0.10 m
- 200 unidades de cintillos de HDPE de 40 cm.
- 12 Tapas de hdpe den Ø 0.10 m
- 1,300.00 m2 de geotextil no tejido de 270 gr/m2

**Personal:**

- 01 Capataz
- 01 Vigía
- 04 Ayudantes

**RECRECIMIENTO DE CRESTA DE DIQUE 3.0 M - COTA 4452 MSNM**

**Retiro de interferencias de la corona de Presa**

A lo largo de la corona de la Presa de Relaves se evidencia la existencia de postes de iluminación en funcionamiento, los cuales el cliente deberá desenergizar a fin de proceder a retirarlos de la corona y continuar con la colocación de enrocado y recrecimiento a la cota 4552 msnm.

Al culminar el relleno de la corona de la presa de la cota 4449 msnm a la cota 4452 msnm., se realizará la reposición de los postes.





Fig. 18 – Corona existente de Presa de Relaves N°05 – Postes en funcionamiento

Para esta actividad contaremos con los siguientes recursos:

**Equipos a utilizar:**

- 01 Excavadora 336D2L

**Personal:**

- 01 Capataz
- 02 Vigías
- 02 Ayudantes

**Relleno con enrocado en vaso de Relavera**

Al pie interno de la corona de la relavera, en la playa de relaves se colocara un relleno con material enrocado el cual tendrá un ancho de 8.5 m. por una altura de 1.0 m.

El material de enrocado será proporcionado por el cliente, el cual tendrá un tamaño máximo de 20", así también este material estará libre de material deletéreo, no meteorizado, sin potencial de generación de drenaje ácido y que cumplan con las especificaciones técnicas descritas en la Tabla 3.5, el traslado del enrocado será de la cancha de desmonte N° 03 la misma que deberá estar a una distancia de 2.5 km. según presupuesto aprobado. La producción por día de material en cantera será de acuerdo al siguiente cuadro:

Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
10,080.00	m3	1,008.00	10 días

El enrocado permeable se colocará al volteo en una sola capa la cual será acomodada uniformemente desde la zona más baja del terreno y compactada con el paso de los equipos pesados, de tal forma que se minimicen los vacíos entre sus partículas constituyentes, esta capa nivelada será de 1.0 m. de espesor.

Las actividades de carguío, traslado, conformado y compactado de material se realizarán de acuerdo al siguiente cuadro de rendimientos:

El volumen de material de enrocado es de: 10,080.00 m3

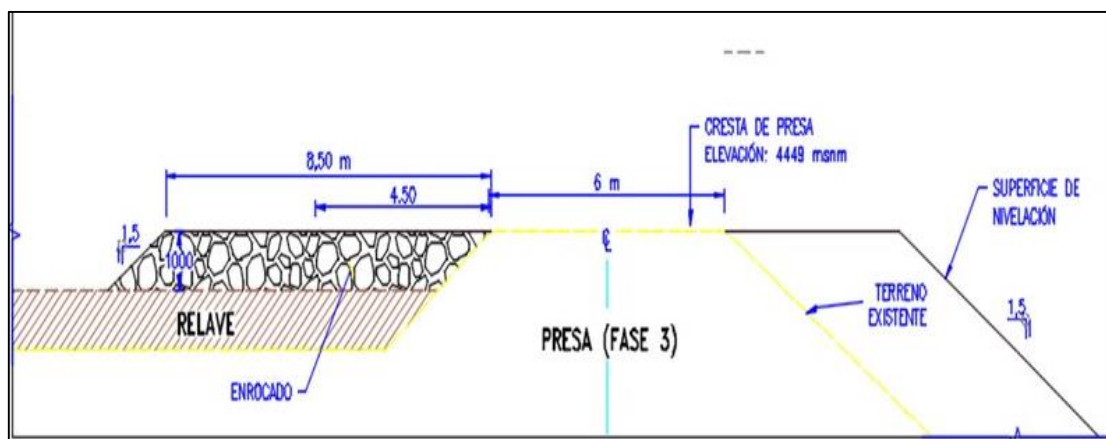


Fig. 19 – Sección de relleno con enrocado en Presa de Relaves N°05

Para esta actividad contaremos con los siguientes recursos:

**Equipos a utilizar:**

- 01 Excavadora 336D2L
- 05 Camión Volquetes

**Personal:**

- 01 Capataz
- 02 Vigías
- 02 Cuadradores

**Relleno de corona con material estructural a la cota 4452 msnm.**

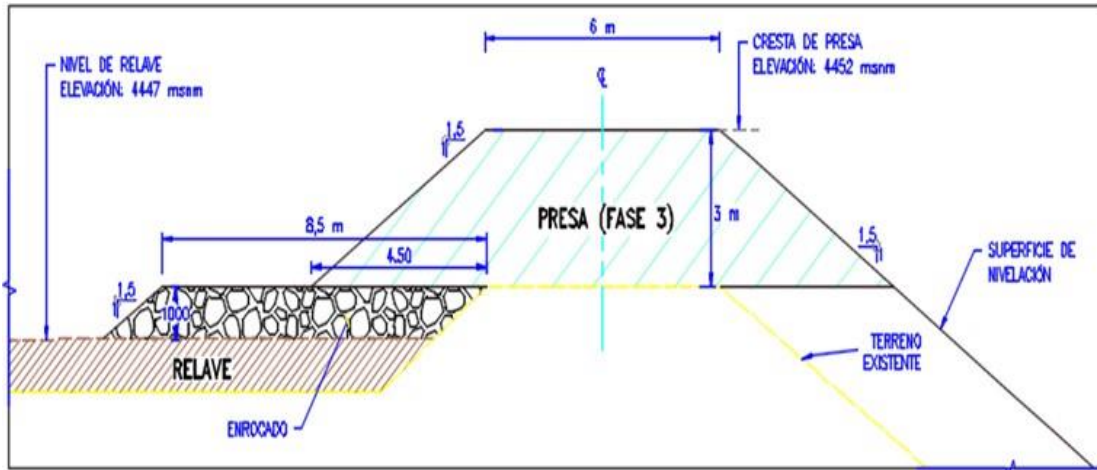
Estos materiales deberán ser procesados por el contratista de forma que cumplan con los requisitos granulométricos y físicos requeridos en la Tabla 3.2 y Tabla 3.3. y con el contenido de humedad requerido para su colocación y compactación, el relleno será controlado y verificado por el área de topografía para mantener un alto de capa uniforme de acuerdo al diseño de ingeniería. El volumen de material a preparar será de acuerdo al siguiente cuadro:

Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
33,075.00	m3	1,323.00	25 días

•

El relleno a realizar tendrá una altura de 3.0 m. iniciando de la cota 4449 msnm hasta la cota 4452 msnm., el relleno de la corona estará conformado por 10 capas de 0.30 m. Iniciaremos con el escarificado de la plataforma de corona con equipo, posterior a ello iniciaremos el relleno en capas con material estructural, el ancho de plataforma según diseño será de 6.0 m., y con un talud perfilado de 1:1.5 (V:H), la base del relleno tendrá 4.5 m. de contacto con el enrocado.

El volumen de material de relleno estructural a colocar es de: 33,075.00 m3, ver cuadro siguiente:



ACTIVIDAD	Metrado contractual	Unidad	Producción/día	Duración
Carguo de material	33,075.00	m3	1,272.00	26 días
Traslado de material	33,075.00	m3	1,272.00	26 días
Conformado y compactado	33,075.00	m3	1,225.00	27 días

Culminado el relleno de la corona, procederemos a realizar el perfilado de los taludes de 1:1.5 (V,H) en ambos lados.

Fig. 20 – Sección de relleno con material Estructural sobre corona de Presa

Para esta actividad contaremos con los siguientes recursos:

**Equipos a utilizar:**

- 01 Excavadora 336D2L
- 01 Tractor sobre oruga D6
- 02 Rodillo vibratorio de 20 Tn.
- 10 Camión Volquete

**Personal:Día/Noche**

- 01 Capataz
- 02 Vigías
- 01 Cuadrador

ANEXO N°3

PANEL FOTOGRAFICO

**TRAZO Y REPLANTEO**



Foto N° 01: Trazo topográfico estribo Norte

Foto N° 02: Trazo topográfico de Hombro en Espaldón de Presa



Foto N° 03: Trazo topográfico en espaldón de Presa



Foto N° 04: Levantamiento topográfico con E.T.

**-PREPARACION DE MATERIAL EN CANTERA**



Foto N° 1: Preparación de material en cancha 1, 2 y 3



Foto N° 2: Preparación de material en cancha 1, 2 y 3.



Foto N° 3: Preparación de material en Cantera San Narciso



Foto N° 4: Preparación de material en Cantera San Narciso

**TRANSPORTE DE MATERIAL PREPARADO D=5.5 KM SAN NARCISO**



Foto N° 01: Transporte de material desde san Narciso hacia espaldón de Presa de Relaves N° 05



Foto N°02: Transporte de material desde san Narciso hacia espaldón de Presa de Relaves N° 05

## CONFORMACION DE MATERIAL EN OBRA



Foto N° 01: Conformación de material estructural el espaldón de Presa de Relaves



Foto N° 02: Conformación de material estructural en Presa de Relaves



Foto N° 03: Conformación de material estructural en Presa de Relaves