

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**CONSTRUCCIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA DE
RELAVERAS 1, 2 Y 3 EN RIO YAULI PARA EVITAR
IMPACTO DEL AGUA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

PEDRO MIGUEL BARRETO MICHUE

Lima- Perú

2013

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES	8
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	10
2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
2.2.1 Objetivos Generales.....	11
2.2.2 Objetivos Específicos.....	11
2.3 UBICACIÓN DE LOS SECTORES CRITICOS.....	11
2.4 ESTUDIOS PRELIMINARES	12
2.4.1 Levantamiento Topográfico.....	12
2.4.2 Estudio de Suelos	12
2.4.3 Datos Hidrológicos	14
2.5 ETAPAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA DEFENSA RIBEREÑA	16
2.5.1 Trabajos Preliminares	16
2.5.2 Trabajos de Movimiento de Tierra.....	16
2.5.3 Eliminación de Material Excedente	17
2.5.4 Trabajos de Concreto Armado	17
2.5.5 Trabajos de Demolición de Concreto	17
2.6 TRABAJOS DE ESTABILIZACION DE RELAVES Y REMEDIACION ..	18
2.6.1 Perfilado de Terreno Afectado	19
2.6.2 Recubrimiento con Morrena 0.30m de Espesor	19
2.6.3 Recubrimiento con Top Soil 0.20m de Espesor.....	20
2.6.4 Revegetación	20
2.7 OBRAS DE DRENAJE	20
2.7.1 Cunetas	20
2.7.2 Canales de Coronación.....	21
2.7.3 Rápidas.....	21

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE PROTECCIÓN DEL RIO YAULI	22
3.1 MURO INCLINADO MURO TRAPEZOIDAL CON MAMPOSTERIA EN EL TALUD	22
3.2 MURO INCLINADO	23
3.3 REPLANTEO DE LOS MUROS CONSTRUIDOS	23
CAPÍTULO IV: ESPECIFICACIONES TECNICAS, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	24
4.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS	24
4.1.1 Excavaciones	24
4.1.2 Concreto Simple y Concreto Armado	28
4.1.3 Acero de Refuerzo	33
4.2 PRESUPUESTO	36
4.3 CRONOGRAMA DE OBRA	38
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1 CONCLUSIONES	40
5.2 RECOMENDACIONES	41
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	42
ANEXOS	43
ANEXO A: PLANO DE UBICACIÓN GENERAL	44
ANEXO B: ESTUDIO GEOTÉCNICO RELAVERAS 1, 2 Y 3	45
ANEXO C: DATOS HIDROLOGICOS Y MODELAMIENTO CON HEC-RAS DEL RIO YAULI	46
ANEXO D: PLANOS DE DETALLES Y CORTES	52
ANEXO E: FORMATO DE AGI	53
ANEXO D: PANEL FOTOFRAFICO	54

RESUMEN

Presento a consideración del jurado este Informe de Suficiencia el cual está orientado a describir la selección técnica del proceso de la construcción de la protección de un tramo de ribera del río Yauli ubicada a la margen izquierda y que está constituida por depósitos de relaves antiguos, para obtener el Título Profesional, para lo que se debe tener en cuenta las consideraciones de estabilidad de taludes, eliminación de material, botaderos de desmonte, trabajos de remediación y trabajos de drenaje para la conservación de los taludes.

Otro punto importante que trataremos es la elaboración del presupuesto adecuado para este tipo de obras de ingeniería, en la cual se deben considerar desde los trabajos de desbroce de terreno hasta los trabajos de monitoreo de los depósitos de relave remediados. De igual manera se presenta las especificaciones técnicas y el cronograma de ejecución.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Actividades de cierre implementadas hasta la fecha para VCMSAA. En año 1997.....	9
Tabla 4.2 Presupuesto de Obra inicial con precios unitarios sin actualizar.	36
Tabla 4.3 Presupuesto de Obra inicial con precios unitarios actualizados.	37
Tabla 4.4 Presupuesto de Obra final con precios unitarios actualizados y considerando las partidas de Remediación y Obras de Drenaje.	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación del proyecto con respecto a la carretera central.	10
Figura 2.2 Ubicación de la zona crítica en la margen izquierda del río Yauli.	11
Figura 2.3 Sección Transversal típica.	12
Figura 2.4 Sección Transversal típica de Excavación.	16
Figura 2.5 Demolición de Muro existente con referencia a la zapata de la zapata nueva.	18
Figura 2.6 Vista del tipo de remediación para el depósito de relave.	18
Figura 2.7 Esquema de la afectación que se podría dar por la presencia de depósitos de relaves sin estabilizar.	19
Figura 2.8 Solución inicial: Muro trapezoidal con protección de mampostería del talud de relaves apoyado en una cama de mortero que funcionara como solado.	22
Figura 2.9 Sección típica donde aparece el muro inclinado de concreto armado con el talud de 1.0 V: 1.5 H.	23

LISTA DE SÍMBOLOS

Autorización de Gasto de Inversión.

Plan de Adecuación al Medio Ambiente

Plan de Cierre de Minas

Unidad Económica Administrativa

Unidad Minera

Volcan Cia Minera SAA

INTRODUCCIÓN

Presento a consideración del Jurado el Informe de Suficiencia, para obtener el Título Profesional que la Universidad Nacional de Ingeniería otorga. Se ha verificado que las relaveras antiguas de Carahuacra podrían generar contaminación debido al deteriorado estado del muro de contención existente el cual presenta fallas estructurales y no podrá controlar las aguas del río en épocas de avenidas, ya que el nivel de corona que presenta es menor al nivel de aguas en las épocas entre Septiembre y Marzo. Se debe tener en cuenta las características de los relaves que al contacto con las aguas del río serían perjudiciales y provocarían un impacto significativo a la calidad de agua del río Yauli.

Actualmente los resultados de la calidad del agua se encuentran dentro del límite de las normativas ECAs, considerando que aguas arriba hay una fuente de agua ácida, lo que es la laguna Polvorín, pero si se quiere evitar la contaminación por contacto del agua con relave, una de las primeras medidas a tomar es encausar las aguas del río y que no permitan que los niveles sobrepasen esta protección.

En el transcurso de la investigación se recopiló información sobre los costos de las partidas de la obra gracias a que cuenta con información proporcionada por la empresa Volcan, se logró tener un modelamiento del río para futuras construcciones, pero solo se cuenta con aforos realizados en el tramo del estudio dato con el cual inicialmente no se contaba incluso para la construcción de la defensa ribereña, pero luego se verificó con el caudal máximo y el comportamiento de los tirante que no sobrepasan la corona del muro de concreto construido, comparación que demuestra la seguridad de protección para la que fue construida la obra.

1 CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

En el año 1943, se constituye Volcan Compañía Minera S.A. (VCMSSA), empresa que se dedicó durante varias décadas a la minería en las minas de Carahuacra y Ticlio.

Dentro de los compromisos establecidos en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) en el año 1997 y su posterior reprogramación en el año 2000, se tenía por concluidas obras de remediación y cierre que comprendían la cobertura, estabilización y control de aguas superficiales, entre otras actividades; es así que en el año 2005 se realizó una auditoría, para verificar el cumplimiento de los proyectos del PAMA, concluyéndose que se habían ejecutado los 6 proyectos reprogramados; entre los cuales los depósitos de relaves del 1,2,3,4,5 y 6 se cerraban; por lo cual ésta es la única actividad de cierre progresivo que se ha implementado a la fecha.

Los muros existentes fueron construidos en la conformación de los depósitos de relaves pero que a la fecha se encuentran deteriorados por diversos factores estructurales. Entonces el área de Asuntos Ambientales de Volcan en el 2009 gestiona la inversión para reemplazar el muro colapsado por una estructura nueva, esta solicitud de inversión se aprueba el 2010, empezando los trabajos en agosto del 2011.

El proyecto fue concebido inicialmente como una protección de las relaveras pero luego se evidenció que el trabajo de la construcción de la nueva estructura también necesitaría de una remediación que se debería considerar en el presupuesto.

El río Yauli actualmente no presenta una contaminación significativa debido a la actividad minera, pero que si en sus inicios arrastran metales pesados de la laguna Polvorín (Zn y Fe), la cual tiene un PH ácido debido a las aguas en contacto con la Pirita ubicada en el vaso de este cuerpo de agua. Estos depósitos de Fe son naturales y están ubicados en la zona de Toldorumi. Este efecto disminuye con el aporte de las descargas de la laguna Pomacocha, agua de mejor calidad que diluye la acidez.

Dentro de los compromisos establecidos en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental en el año 1997 y su posterior reprogramación en el año 2000, se tenía por concluidas obras de remediación y cierre que comprendían la cobertura, estabilización y control de aguas superficiales, entre otras actividades; es así que en el año 2005 se realizó una auditoria, para verificar el cumplimiento de los proyectos del PAMA, concluyéndose, que se habían ejecutado los 6 proyectos reprogramados; entre los cuales los depósito de relaves del 1,2,3,4,5 y 6 se cerraban; por lo cual ésta es la única actividad de cierre progresivo que se ha implementado a la fecha.

Tabla 1.1 Actividades de cierre implementadas hasta la fecha para VCMSAA. En año 1997.

Componentes	Descripción	Actividades del Proyecto	Nivel de cumplimiento
Deposito de Relaves	DR-CA-1	Obras de control de aguas superficiales y colocación de muro de gaviones donde sea necesario, mas cobertura.	100% por PAMA
	DR-CA-2		
	DR-CA-3		
	DR-CA-4		
	DR-CA-5		
	DR-CA-6		

Fuente: PAMA aprobado 1997.

Fuente: PASMINEA SAC (2008). Plan de Cierre de Mina de la Unidad Minera Carahuacra - Volcan Compañía Minera S.A.A. Yauli, Peru.

En el año 2009, mediante el AGI YL – 106 – 2009 se aprobó un presupuesto de \$ 415,318.94 USD, la defensa ribereña consiste en la construcción de muro inclinado de concreto que permitirá tener una estabilidad física y química al pie de las antiguas relaveras N° 1, 2 y 3 que debido a que la actual infraestructura está en contacto con elementos agresivos y originan drenajes ácidos que contaminan las aguas del rio Yauli, esta construcción impedirá el ingreso de las aguas del rio y por ende el arrastre de relaves oxidados.

2 CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto se comenzó a realizar en el 2011 con la finalidad mantener la calidad de las aguas del río Yauli y conservar la estabilidad de los depósitos de relave que ya se habían cerrado mediante un PAMA, la descripción detalla la ejecución del planteamiento del área de Proyectos de la compañía.

2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto se encuentra ubicado en el distrito de Yauli, provincia de Yauli, departamento de Junín.

Región Geográfica : Sierra

Altitud : 4162 m.s.n.m.

Localización : Longitud (Greenwich): 76° 05' 41" W

Latitud (Ecuador): 11° 41' 23" S

Coordenadas UTM: 380696 E

8707518 N

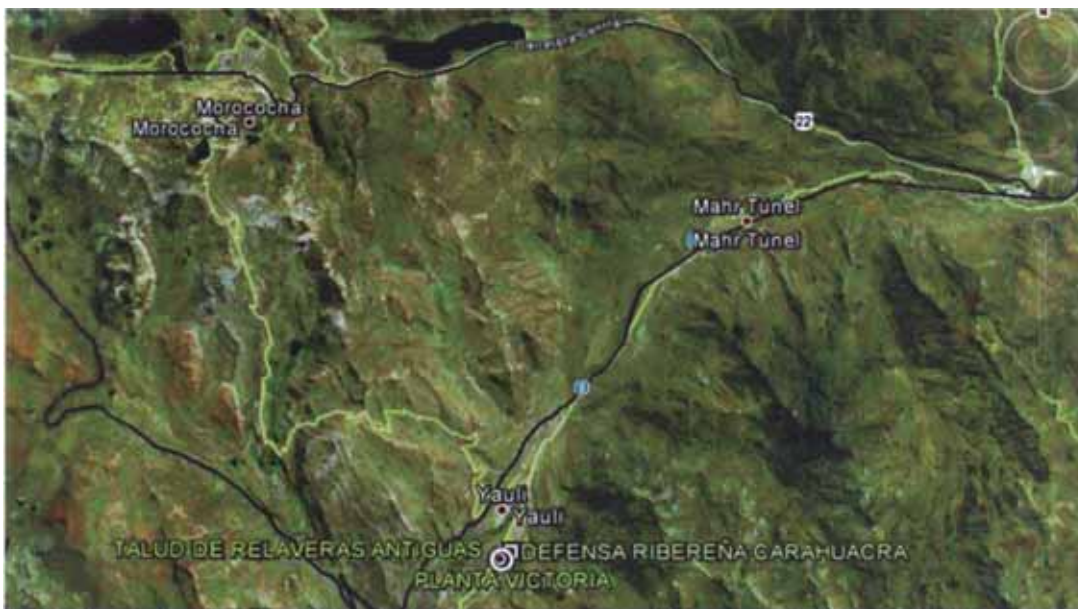


Figura 2.1 Ubicación del proyecto con respecto a la carretera central.

2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.2.1 Objetivos Generales

Describir la solución técnica que evite la contaminación del río Yauli por drenaje Acido. Producto del contacto e impacto del agua en épocas de avenida.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Descripción de Estabilidad física y química de las relaveras 1, 2 y 3.
- Elaboración del presupuesto y cronograma.
- Propuesta del monitoreo después de la remediación.

2.3 UBICACIÓN DE LOS SECTORES CRITICOS

Los sectores críticos están ubicados en la margen izquierda del río Yauli, específicamente en donde se encuentran los depósitos de relave 1, 2, 3, 4, 5 y 6.



Figura 2.2 Ubicación de la zona critica en la margen izquierda del río Yauli.

2.4 ESTUDIOS PRELIMINARES

En los proyectos que se desarrollan normalmente en la compañía se debe contar con estudios preliminares para determinar el desarrollo de la ejecución de las obras, por lo que se solicitó a cuenta del proyecto los trabajos de Levantamiento Topográfico y los Estudios de Suelos, estos últimos ya se habían realizado por a solicitud de la empresa al consultor Ing. Jorge W. Diaz Collantes, el cual mediante informes de estudios caracterizo las características de los depósitos.

2.4.1 Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico se realizó en tomando como referencia el eje del cauce principal del rio Yauli. De aquí con respecto al eje se tomaría una franja a cada costada de 20m como mínimo, pero en caso de la margen derecha se amplió la franja para barrer todos los detalles necesarios.

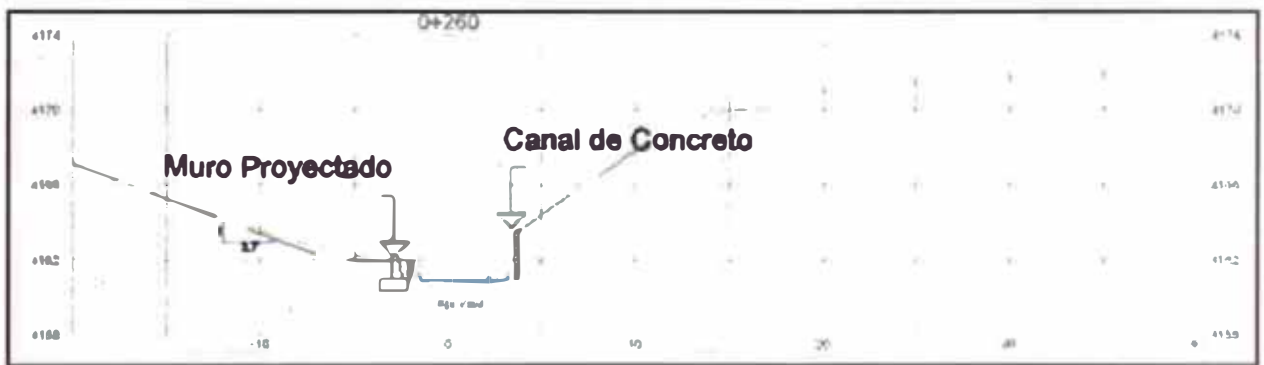


Figura 2.3 Sección Transversal típica.

2.4.2 Estudio de Suelos

EL estudios de suelos como ya se había mencionado fue realizado por el consultor Ing. Jorge W. Diaz Collantes, el cual se realizó a solicitud de la empresa en el año 2005 para determinar la estabilidad física de los depósitos de relaves antiguamente conformados sin ningún apoyo técnico.

A continuación se muestra un extracto del estudio de suelos del Ing. Jorge W. Diaz Collantes.

• **Objetivos del Estudio**

a) El objetivo del presente estudio ha sido evaluar la estabilidad física actual de los depósitos de relaves inactivos Nos. 1, 2 y 3 de la Unidad Victoria de Volcan Compañía Minera S.A.A.

b) Se determinó evaluar la estabilidad de una sección geotécnica representativa del conjunto de los depósitos, dado que dichos depósitos presentan una geometría final similar muy tendida (4.0 H: 1.0 V), así como las mismas características de resistencia. Las condiciones analizadas para dicha sección son: b.1) estabilidad estática a largo plazo en ausencia de infiltración, b.2) estabilidad pseudo estática en ausencia de infiltración utilizando un coeficiente sísmico congruente con la sismicidad de la zona.

• **Condiciones de Estabilidad**

a) Los análisis de estabilidad de taludes para los depósitos Nos. 1, 2 y 3 de la unidad minera Victoria de Volcan Compañía Minera S.A.A., han sido realizados en esfuerzos totales, adoptando parámetros de resistencia (c , ϕ) de suelos con contenidos de humedad bajos, dado que la condición de estabilidad con flujo establecido es improbable por las razones siguientes :

a.1) Los depósitos se encuentran inactivos

a.2) La capacidad de percolación del agua de lluvia es relativamente bajo por las razones siguientes:

* Los relaves están cubiertos con una capa superficial de tierra de cultivo, la cual presenta vegetación.

* El material de los taludes o diques, los cuales clasifican como arena fina o arena limosa (SP/SM), han perdido su capacidad de percolación por oxidación y efecto físico-químico y han ganado cohesión y mayor resistencia a erosión.

* El material del interior de los depósitos clasifican como limo o limo arenoso (ML)

b) El área de la subcuenca, donde se asientan los depósitos es relativamente pequeña, del orden de 5.0 hectáreas.

c) Se analizaron las condiciones de estabilidad siguientes: c.1) estabilidad estática a largo plazo en ausencia de infiltración, c.2) estabilidad pseudo estática en ausencia de infiltración utilizando un coeficiente sísmico, $k = 0.15$, congruente con la sismicidad de la zona.

d) Los resultados de los análisis de estabilidad de la sección geotécnica representativa A-A, para las condiciones anteriormente mencionadas, se presentan a continuación:

SECCIÓN	FS ($k = 0.0$)	FS ($k = 0.15$)
A-A	2.98	1.72

El mecanismo de falla crítico en la sección A-A, para dichas condiciones, se presenta en la Figura 01 del ANEXO B.

2.4.3 Datos Hidrológicos

La unidad de Carahuacra está ubicada en una zona donde las épocas de lluvia están demarcadas aproximadamente entre los meses de Octubre y Marzo, aunque hay eventos que siempre salen de estos parámetros, este dato no ayudara a diseñar el muro de la defensa ribereña para los máximos caudales.

Para obtener los caudales máximos se tuvo el apoyo de Volcan, que nos brindó los aforos realizados desde el año 1998, año desde el cual se comenzó a cuantificar el caudal en este tramo del río Yauli, esto se realizaba debido a que se debe tener el dato del caudal

• Caudales Históricos

Los datos de caudales desde el año 1998 hasta el 2012 se obtuvieron mediante el aforo con correntómetros, esta toma de muestras mensuales fue realizado por la división de Monitoreo perteneciente al área de Asuntos Ambientales.

Los datos están detallados en el Anexo 4.1 Datos de Caudales. Dando como resultado el caudal Máximo de $10.70 \text{ m}^3/\text{s}$ y como caudal mínimo de

• Modelamiento de Caudal con HEC-RAS

Para el diseño de los muros de la defensa ribereña se tomó en cuenta el caudal máximo de $10.70 \text{ m}^3/\text{s}$, caudal que se insertara al programa HEC-RAS, para verificar que el nivel de pelo de agua no sobrepase el nivel de la corona del muro inclinado de la defensa ribereña. Para el modelamiento de tomo las siguientes consideraciones y se sigue la metodología.

a) La longitud del tramo de estudio será de 420 m, es decir se estudiara el tramo desde la progresiva 0+000.0 hasta la progresiva 0+420.0.

b) Se cuenta con una Topografía en curvas de nivel a cada 1.0 m. la cual con ayuda del programa CIVIL 3D se guardara en un archivo compatible con el programa HEC-RAS.

c) Las progresivas desde el inicio van desde el 0+000.0 hasta el 0+480.0, pero por requisitos de programa se inserta las progresivas de forma invertida, por lo que desde ahora nuestro nuevo intervalo de estudio en el programa HEC-RAS es desde la progresiva 0+480.00 (antes 0+000.00) hasta 0+060.0. (Antes 0+420).

d) El caudal será llamado QMAX y es el caudal máximo de todos los monitoreos de caudal que tendrá como valor a $10.70 \text{ m}^3/\text{s}$.

e) El número de Manning elegido es de 0.02 que es un valor promedio aproximado para canales de tierra.

f) Como resultado evaluaremos por cada progresiva la comparación de la cota del pelo de agua y la cota de la corona del muro de la defensa ribereña.

g) Se está realizando el análisis del río Yauli mediante el programa HEC-RAS antes de construir el muro de la defensa ribereña, por lo que si las comparaciones son favorables quiere decir que con el muro construido se mejoraría el comportamiento.

2.5 ETAPAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA DEFENSA RIBEREÑA

Se debe detallar los procedimientos para controlar la contaminación del río por las obras realizadas para la construcción de la defensa ribereña.

2.5.1 Trabajos Preliminares

Los trabajos preliminares comprenden la preparación de terreno, el desbroce de los depósitos de relave, los cuales como se sabe ya habían sido cerrados mediante un cobertura de top Soil y revegetación según los trabajos de plan de cierre.

En el proyecto se evidencia que la cantidad de top Soil necesario para cubrir las áreas remediadas es mayor a la cantidad que se extrajo del desbroce.

Los trazos deben realizarse a partir del inicio del tramo tomando como referencia la progresiva 0+0.00 la cual coincide con el comienzo del contacto del depósito de Relave N° 01.

2.5.2 Trabajos de Movimiento de Tierra

Para la construcción de los nuevos muros se decidió dejar los existentes, y realizar las excavaciones para el lado donde el río no desborda.



Figura 2.4 Sección Transversal típica de Excavación.

La geometría de la excavación estará de acuerdo a la solución a ejecutar teniendo en cuenta que el talud será de 1:1.5.

2.5.3 Eliminación de Material Excedente

Para este proyecto un problema fundamental fue la eliminación de material excedente, el material a eliminar no solo será desmonte producto de las excavaciones, también será relave y Top Soil, los cuales deben ser depositados en áreas acondicionadas y con los permisos respectivos. En el caso de los relaves serán depositados en un botadero autorizado ubicado en la Relavera N°6 para luego ser revestido de la misma forma que la zona del proyecto. Este depósito es de uso temporal ya que el material depositado se destinará finalmente en otros trabajos y la Relavera N° 6 será remediada ya que según el PAMA debería estar sin actividad, pero por las operaciones se ha aceptado el depósito de morrena proveniente de los trabajos de recrecimiento de la Relavera Rumichaca, material que luego será indispensable para cubrir y estabilizar los taludes de relaves afectados por la obra de construcción de la defensa ribereña.

2.5.4 Trabajos de Concreto Armado

Los trabajos de concreto armado se ejecutaran a partir de la progresiva 0+0.00 hasta la progresiva 0+480 antes de llegar al puente de Línea de Recirculación de la Planta Victoria.

2.5.5 Trabajos de Demolición de Concreto

La demolición del concreto en este proyecto consiste en el corte del muro antiguo de concreto armado al ras de la zapata y el corte de los rieles que se utilizó como columnas en algunos casos en donde el muro no tiene refuerzo. El trabajo se realizará con maquinaria y manualmente.



Figura 2.5 Demolición de Muro existente con referencia a la zapata de la zapata nueva.

Para la primera se utilizarán excavadoras hidráulicas y excavadoras, que mediante el sistema de empuje derribará las estructuras. En los complementos de proyectos de voladuras, las excavadoras con martillos hidráulicos reducirán el tamaño de los escombros, y extraerán el acero del concreto mediante mandíbulas trituradoras de concreto o máquinas de oxicorte.

2.6 TRABAJOS DE ESTABILIZACION DE RELAVES Y REMEDIACION

Los trabajos de remediación serán de acuerdo a la metodología de cierre de los componentes similares al tratamiento de los depósitos de relaves.

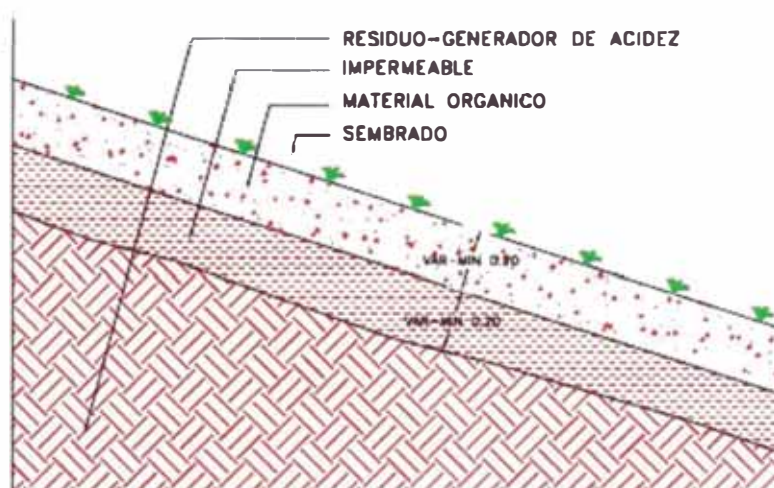


Figura 2.6 Vista del tipo de remediación para el depósito de relave.

Los trabajos de remediación buscan evitar las afectaciones del medio ambiente producto de las mismas actividades que se realizarán para construir la defensa ribereña, para tener concordancia con el objetivo del proyecto que indica la no afectación del agua por lixiviados u otro indicador de contaminación como se indica en la figura 2.7.



Figura 2.7 Esquema de la afectación que se podría dar por la presencia de depósitos de relaves sin estabilizar.

2.6.1 Perfilado de Terreno Afectado

Una vez terminado con la construcción del muro de concreto armado, se comenzará a perfilar el terreno afectado por las excavaciones y la remoción de material que se realizó para poder habilitar la construcción de las zapatas y muros inclinados.

2.6.2 Recubrimiento con Morrena 0.30m de Espesor

En el terreno perfilado con un talud promedio de 1.0 H: 2.0 V, se cubrió con una capa de morrena arcillosa de 0.30 m de espesor, esto es para recubrir e impermeabilizar el terreno y así evitar que las escorrentías superficiales arrastren relave hacia el río Yauli.

2.6.3 Recubrimiento con Top Soil 0.20m de Espesor

Consiste en la conformación de la superficie donde se efectuará el sembrío de las especies vegetales seleccionados que contribuyan a evitar los problemas de erosión eólica e hídrica y generación de aguas ácidas y finalmente restituir el ecosistema anterior.

2.6.4 Revegetación

Para efectuar la revegetación de las canchas de relaves, será necesario aplicar dos sistemas de sembrío y fertilización:

- a. Sistema de sembrío al voleo y fertilización Antes de efectuar la operación de sembrío, será necesario aplicar la mezcla de abonos propuesta o sea: 151.5kg/ha de Nitrato de amonio.
- b. Sistema de sembrío por golpes y fertilización Primeramente, se efectuará el sembrío por golpes sembrando aproximadamente 16 esquejes de *Stipa ichu* por m². En segundo lugar, se procederá a fertilizar, colocando por puñadas a un costado del esqueje y a una profundidad de 10 cm, la mezcla de abonos, citada para el sembrío al voleo. Finalmente, se procederá a regar el campo mediante el sistema de operación.

2.7 OBRAS DE DRENAJE

Para evitar que las escorrentías arrastren relave hacia el río se ha realizado trabajos de remediación, pero esto no protegerá totalmente los taludes, por lo cual se plantea construir un sistema de drenaje constituido por la ejecución de obras de drenaje.

2.7.1 Cunetas

Las cunetas serán las principales estructura que se encargaran de Son estructuras para recolectar y conducir el agua de lluvia caída sobre el terreno en este caso los taludes y los accesos.

Estos se construirán de concreto ciclópeo ya que el material es erosionable y la estructura conducirá las aguas hacia una rápida inmediata ubicada

2.7.2 Canales de Coronación

Estas estructuras disminuirán el aporte de escorrentía superficial proveniente de zonas más altas que no fueron afectadas por el proyecto. Cabe recalcar que en la cima de gran parte de esta obra se encuentra ubicado un almacén de materiales del área de Logística de la unidad Carahuacra, este almacén está ubicado en una plataforma cercada.

2.7.3 Rápidas

Estas obras de drenaje servirán para transportar el aporte de escorrentías de las cunetas hacia el río Yauli estarán ubicadas cada 80 m para tener una buena capacidad de drenaje.

3.2 MURO INCLINADO

Esta solución se dio a raíz de la necesidad de ampliar la sección hidráulica del cauce del río para reducir el tirante, disminuyendo de esta manera la posibilidad de rebose sobre la corona del muro construido en épocas de crecidas máximas. Además que también se refuerza con un muro estructural el cauce para evitar la erosión del río en los taludes de los depósitos de Relave 1, 2 y 3.

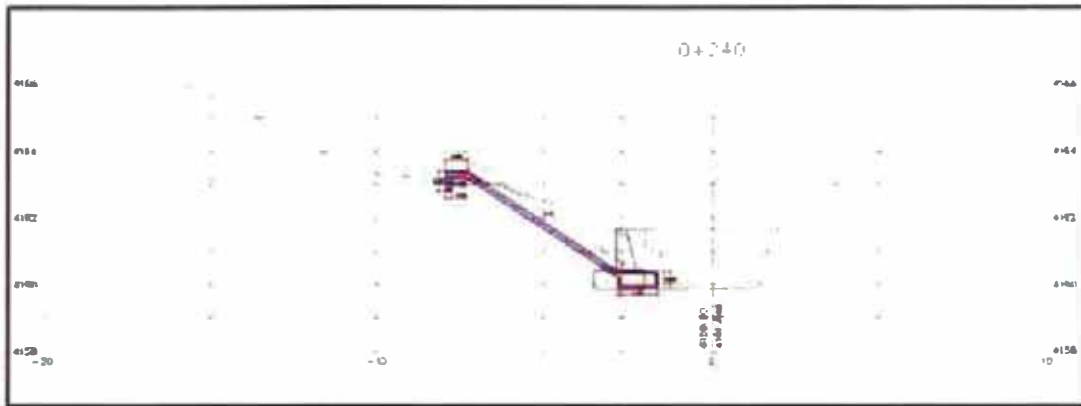


Figura 2.9 Sección típica donde aparece el muro inclinado de concreto armado con el talud de 1.0 V: 1.5 H.

3.3 REPLANTEO DE LOS MUROS CONSTRUIDOS

Una vez construido el muro se realizó el levantamiento topográfico del muro construido "planos as build" para verificar la pendiente del muro inclinado en cada uno de los paños que se conformaron en el vaciado de concreto.

4 CAPÍTULO IV: ESPECIFICACIONES TECNICAS, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

A partir del análisis de los trabajos se puede elaborar los presupuestos de los trabajos realizados para la protección de la margen derecha del río Yauli en un tramo de 416 ml.

4.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.1.1 Excavaciones

Descripción

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, alcantarillas, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras de arte: comprende además, el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Además incluye la carga, transporte y descarga de todo el material excavado sobrante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los planos de la obra y las órdenes del Supervisor.

Las excavaciones para estructuras se clasificarán de acuerdo con las características de los materiales excavados y la posición del nivel freático.

- Excavaciones para estructuras en roca : Comprende toda excavación de roca in situ de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, bloques de los mismos materiales de volumen mayor a un metro cúbico, conglomerados que estuviesen tan firmemente cementados que presenten todas las características de roca sólida y, en general, todo material que se deba excavar mediante el uso sistemático de explosivos.
- Excavaciones para estructuras en material común: Comprende toda excavación de materiales no cubiertos por el aparte anterior, "Excavaciones para estructura en roca".

- Excavaciones para estructura en roca bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierto por "Excavaciones para estructuras en Roca" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.
- Excavaciones para estructura en material común bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierta por "Excavaciones para estructura en material común" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.

Equipo:

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

Requerimientos de Construcción

Las excavaciones se deberán ceñir a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Supervisor. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cemento. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta cuarenticinco (45) centímetros fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

El Contratista deberá proteger la excavación contra derrumbes; todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación a su costo.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación deberá ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre, según lo determine el Supervisor.

El Contratista no deberá terminar la excavación hasta el nivel de cimentación sino cuando esté preparado para iniciar la colocación del concreto o mampostería de la estructura, material seleccionado o tuberías de alcantarillas.

El Supervisor previamente debe aprobar la profundidad y naturaleza del material de cimentación. Toda sobre-excavación por debajo de las cotas autorizadas de cimentación, que sea atribuible a descuido del Contratista, deberá ser rellenada por su cuenta, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Supervisor.

Todos los materiales excavados que sean adecuados y necesarios para rellenos deberán almacenarse en forma tal de poderlos aprovechar en la construcción de éstos; no se podrán desechar ni retirar de la obra, para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del Supervisor.

El Contratista deberá preparar el terreno para las cimentaciones necesarias, de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto deberán terminarse cuidadosamente a mano, hasta darle las dimensiones indicadas en los planos o prescritas por el Supervisor. Las superficies así preparadas deberán humedecerse y apisonarse con herramientas o equipos adecuados hasta dejarlas compactadas, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras.

La ejecución de este tipo de voladuras deberá ser comunicada además al Supervisor, por lo menos con 24 horas de anticipación a su ejecución. Las técnicas usadas deberán garantizar el mantenimiento de las tolerancias indicadas en las especificaciones o en los planos. La excavación próxima y vecina a la superficie definitiva deberá hacerse de manera tal que el material de dicha superficie quede prácticamente inalterado.

El Contratista deberá ejecutar todas las construcciones temporales y usar todo el equipo y métodos de construcción que se requieran para drenar las excavaciones y mantener su estabilidad, tales como desviación de los cursos de agua, utilización de entibados y la extracción del agua por bombeo. Estos trabajos o métodos de construcción requerirán la aprobación del Supervisor, pero dicha aprobación no eximirá al Contratista de su responsabilidad por el buen funcionamiento de los métodos empleados ni por el cumplimiento de los requisitos especificados. El drenaje de las excavaciones se refiere tanto a las aguas de infiltración como a las aguas de lluvias.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para garantizar que sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos que transiten cerca de las excavaciones, no sufran accidentes. Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos, y requerirán la aprobación del Supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse a mano y en lo posible, inmediatamente antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Después de terminar cada una de las excavaciones, el Contratista deberá dar el correspondiente aviso al Supervisor y no podrá iniciar la construcción de obras dentro de ellas sin la autorización de éste último.

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud del hombre y ocasionar impactos ambientales al medio ambiente. Para evitar daños en el medio ambiente como consecuencia de la construcción de muros, alcantarillas, sub-drenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se deberán cumplir los siguientes requerimientos:

En el caso de muros y, principalmente, cuando en la ladera debajo de la ubicación de éstos existe vegetación, los materiales excavados deben ser depositados temporalmente en algún lugar adecuado de la plataforma de la vía, en espera de ser trasladado al lugar que designe el Supervisor.

En el caso de la construcción de cunetas, sub-drenes, etc., los materiales producto de la excavación no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos; deben hacerse en lugares seleccionados, hacia el interior de la carretera, para que no produzcan daños ambientales en espera de que sea removidos a lugares donde señale el Supervisor.

Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de cunetas revestidas, muros, alcantarillas de concreto y otros no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados a lugares donde no produzcan daños ambientales, lo que serán señalados por el Supervisor.

4.1.2 Concreto Simple y Concreto Armado

Generalidades:

La presente especificación forma parte del proyecto para la construcción de las estructuras de concreto simple y concreto armado de las edificaciones administrativas y de las vigas RTG para almacenamiento de contenedores.

Clases:

Se emplearán las clases de concreto definidas por su resistencia a la compresión (f_c) medida en cilindros estándar ASTM a los 28 días y por el tamaño máximo de agregado grueso para:

- Lograr la trabajabilidad y consistencia que permitan que el concreto sea colocado fácilmente en los encofrados y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación a ser empleadas, sin segregación o exudación excesivas, y sin pérdida de uniformidad en la mezcla.
- Lograr resistencia a las condiciones especiales de exposición a que pueda estar sometido el concreto durante su vida en nuestro caso las temperaturas extremas.
- Cumplir con los requisitos especificados para la resistencia en compresión u otras propiedades del concreto en estado endurecido.

Concreto simple (m³):

Se define como concreto simple al producto resultante de la mezcla de cemento, arena, agregado grueso y agua en las proporciones indicadas por el diseño de mezclas, de manera de obtener las resistencias especificadas en los planos. El concreto simple puede ser elaborado con hormigón en lugar de los agregados fino y grueso. La resistencia mínima a la compresión del concreto simple, medida en cilindros estándar ASTM a los 28 días, será 210 kg/cm².

Concreto armado:

El concreto armado es el concreto simple reforzado con varillas de acero.

Cemento:

El cemento empleado en la preparación del concreto será Tipo I ser el terreno de fundación de depósitos de relave.

Agregado fino:

El agregado fino será arena natural, limpia que tenga granos limpios, resistentes, fuertes y duros, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, esquistos, álcalis, ácidos, cloruros, materia orgánica, greda u otras sustancias dañinas. Estará dentro de los límites indicados en la Norma ASTM C-33 ó ITINTEC 400.037 y su fuente será aprobada por el Inspector.

Agregado grueso:

El agregado grueso será grava o piedra ya sea en su estado natural, triturada o partida, de grano compacto y de calidad dura. Debe ser limpio, libre de polvo, materia orgánica, cloruros, greda u otras sustancias perjudiciales y no contendrá piedra desintegrada, mica o cal libre. Estará bien graduado desde la malla 1/4" hasta el tamaño máximo especificado en el Cuadro 1. Estará dentro de los límites indicados en la Norma ASTM C-33 ó ITINTEC 400.037 y su fuente será aprobada por el Inspector.

Hormigón:

Es una mezcla natural de agregado fino y grueso. Deberá ser bien graduado entre la malla No. 100 y la malla 2" y estar libre de polvo, sustancias deletéreas y

materia orgánica. El Inspector lo probará en laboratorio para determinar su uso específico.

Aditivos:

Sólo se admitirá el uso de aditivos aprobados por el inspector que cumplan con la Norma ASTM C-494 ó ITINTEC 339.086, lo que deberá usarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante. No se aceptará el uso de cloruro de calcio.

Agua:

El agua para la preparación del concreto será fresca, limpia y bebible. Se podrá usar agua no bebible sólo cuando, mediante pruebas previas a su uso, se establezca que los cubos de mortero hechos con ella de acuerdo a las recomendaciones de la Norma ASTM C-109 ó ITINTEC 334.051 alcancen resistencias iguales o mayores al 90% de la resistencia de cubos similares elaborados con agua potable. La fuente de agua será aprobada por el Inspector y se deberá temperar ya que las condiciones de temperatura baja de la zona lo ameritan. El contenido de cloruros, sulfatos y otras sales en el agua deberá conciliarse con el contenido total de estos en la mezcla de manera de no exceder en conjunto los contenidos máximos permitidos indicados en el Build Ing Code Requirements for Reinforced Concrete ACI 318-89.

Almacenaje de materiales:

El cemento será almacenado en un lugar seco, aislado del suelo protegido de la humedad. Los agregados de diferente granulometría serán almacenados separadamente, libres de alteración en su contenido de humedad, contenido de arcilla y materia orgánica, y cubiertos para evitar su contaminación por vientos y material de superficie de la zona.

Mezclado:

Todo el concreto será preparado en mezcladores mecánicos. En el caso de emplearse concreto premezclado éste será mezclado y transportado de acuerdo a la norma ASTM C-94. En el caso de emplearse mezcladoras de pie de obra ellas serán usadas en estricto acuerdo con su capacidad máxima y a la velocidad especificada por el fabricante, manteniéndose un tiempo de mezclado mínimo de dos minutos. No se permitirá el remezclado del concreto que ha endurecido. El concreto se preparará lo más cerca posible de su destino final. El Comité ACI 304 contiene las recomendaciones aplicables al mezclado de concreto en obra.

Transporte:

El concreto será transportado de la mezcladora a los puntos de vaciado tan rápidamente como sea posible y de manera que no ocurra segregación o pérdida de los componentes. No se admitirá la colocación de concreto segregado. El Comité ACI 304 contiene las recomendaciones aplicables al transporte de concreto en Obra.

Colocación:

Antes de vaciar el concreto se eliminará toda suciedad y materia extraña del espacio que va a ser ocupado por el mismo. El concreto deberá ser vaciado continuamente o en capas de un espesor tal que no se llene concreto sobre otro que haya endurecido. La altura máxima de colocación del concreto por caída libre será de 2.50 m si no hay obstrucciones, tales como armadura o arriostres de encofrado, y de 1.50 m si existen éstas. Por encima de estas alturas deberá usarse chutes para depositar el concreto. La consolidación se efectuará siempre con vibradores de inmersión. Se dispondrá de 2 vibradores como mínimo. Los Comités ACI 304 y 309 contienen las recomendaciones aplicables a la colocación y consolidación del concreto en obra.

Curado:

Todo el concreto será curado por vía húmeda. El curado deberá iniciarse tan pronto como sea posible sin dañar la superficie y prolongarse intermitentemente por un mínimo de siete días. En el caso de superficies verticales, columnas, muros y placas, el curado deberá efectuarse aplicando una membrana selladora desvanecente. El comité ACI 308 contiene normas para esta parte del proceso.

Pruebas:

La resistencia del concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a la Norma ASTM C 31 ó ITINTEC 339.033 en la cantidad mínima de dos testigos por cada 30 m³ de concreto colocado, pero no menos de dos testigos por día para cada clase de concreto. En cualquier caso cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco "pruebas". La "prueba" consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase de acuerdo a lo indicado en las Normas ASTM C-31, C-39, C-172 ó ITINTEC 339.033, 339.034 y 339.036. Se llamará resultado de la "prueba" al promedio de los dos valores. El resultado de la "prueba" será considerado satisfactorio si el promedio de tres resultados consecutivos cualesquiera es igual o mayor que el f_c requerido y cuando ningún resultado individual está 35 kg/cm² por debajo del f_c requerido.

Juntas de Construcción:

Las juntas no indicadas en los planos serán ubicadas de tal manera de no reducir la resistencia de la estructura. Cuando debe hacerse una junta deberá obtenerse la aprobación del Inspector. En cualquier caso la junta será tratada de modo tal de recuperar el monolitismo del concreto. Para este fin, en todas las juntas verticales, se dejarán llaves de dimensión igual a un tercio del espesor del elemento con una profundidad de 25 mm en todo el ancho o largo del mismo. Adicionalmente, en todas las juntas horizontales, inclinadas o verticales, se tratará la superficie del concreto hasta dejar descubierto el agregado grueso e inmediatamente antes de colocar el concreto fresco se rociará la superficie con pasta de cemento. Para el caso de las juntas de los paños de cada 7.50 m se está utilizando Wáter Stop.

Losas de Piso:

Sera con adoquines de concreto de $F'c=520 \text{ Kg/cm}^2$ en el patio de almacenamiento, encima de una capa de arena de 4 cm, que estará en una capa de base de 40 cm, sub base de 35 cm y mejoramiento de 30 cm.

4.1.3 Acero de Refuerzo

Material:

El acero está especificado en los planos en base a su esfuerzo de fluencia (f_y) y deberá ceñirse además a lo especificado para barras de acero con resaltes para concreto armado en la Norma ASTM A-615 ó ITINTEC 341.031.

Fabricación:

Toda la armadura deberá ser cortada a la medida y fabricada estrictamente como se indica en los detalles y dimensiones mostrados en los Planos. La tolerancia de fabricación en cualquier dimensión será de 10 mm.

Almacenaje y limpieza:

El acero se almacenará en un lugar seco, aislado de suelo y protegido de la humedad; manteniéndose libre de tierra, suciedad, aceite y grasa. Antes de su instalación el acero se limpiará, quitándose las escamas de laminado, escamas de óxido y cualquier sustancia extraña. La oxidación superficial es aceptable no requiriendo limpieza.

Encofrado:

Los andamiajes y encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con Seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su peso propio, el peso o empuje del concreto y una sobrecarga no inferior a 200 kg/m^2 . Los encofrados serán herméticos a fin de evitar la pérdida de pasta de concreto

y serán adecuadamente arriostrados y unidos entre sí a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente alineados y nivelados de tal manera que formen elementos en la ubicación y de las dimensiones indicadas en los Planos. El Comité ACI-347 contiene las recomendaciones relativas a la Construcción de formas y encofrados.

Desencofrado:

Los plazos de desencofrados mínimos, serán los siguientes:

a) Encofrados verticales de muros:

Columnas y vigas 12 horas.

b) Encofrados de Vigas:

Encofrados laterales y fondo 2 días, Puntales 4 días.

c) Encofrado de Techos:

Fondo de losas de techo 7 días.

Es conveniente buscar la simetría del proyecto en ambos sentidos, para que las cargas actuantes en los elementos estructurales se distribuyan uniformemente y no exista elementos sobre esforzados que puedan comprometer al proyecto integral y que estas requieran un tratamiento especial, lo que nos conlleva a un proyecto antieconómico y poco ingenieril.

El método empleado por factores de carga y resistencia, para el diseño de estructuras de acero han sido el de LRDF, el cual está basado en el concepto de probabilidades con la combinación de cargas a considerarse, para el cual debe adoptar la combinación de cargas que origine los mayores resultados. Este método es usado con el fin de buscar la seguridad para los esfuerzos permisibles de la posible ocurrencia del tipo de carga esperado, durante la vida útil de la estructura.

Para estructuras muy rígidas que descansan sobre suelos blandos al producirse una vibración se lograra un efecto beneficioso por la disipación de energía.

En caso de tener suelos de alta resistencia pero al aplicarle las cargas actuantes, se pueden producir asentamientos diferenciales excesivos, por lo que se deberá diseñar la cimentación para los asentamientos diferenciales permisibles por las normas.

4.2 PRESUPUESTO

Para determinar el presupuesto de la obra de construcción de la Defensa Ribereña de este tramo del río Yauli se consideró los costos unitarios aprobados a la Empresa Especializada ECOSEM Huay Huay, la cual fue adjudicada en el año 2011 para ejecutar el Proyecto con el presupuesto de la Tabla 4.2.

En el año 2009 se gestionó el AGI N° YL – 106 – 2009 para solicitar el monto de \$ 415,318.94 monto con el cual se cubría el presupuesto planteado por ECOSEM Huay Huay.

Tabla 4.2 Presupuesto de Obra inicial con precios unitarios sin actualizar.

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio(S/)	Parcial(S/)	Subtotal(S/)	Total(S/)	
01.00.00 OBRAS PRELIMINARES							7,040.24	7,040.24
01.01.00	CAMPAMENTO DE OBRA	GLB	1.00	2,314.14	2,314.14			
01.02.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS	GLB	1.00	1,538.53	1,538.53			
01.03.00	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRA SI EQUIPO	M2	1100.00	1.24	1,363.18			
01.04.00	SEÑALIZACIÓN DE OBRA	M	1100.00	1.66	1,824.39			
02.00.00 MOVIMIENTO DE TIERRA							157,572.77	157,572.77
02.01.00	EXCAVACIONES DE ZANJAS	M3	1188.00	54.33	64,542.93			
02.02.00	TALLID - CORTE MANUAL	M3	1346.45	27.94	37,620.71			
02.03.00	TALLID - PERFILADO DE TALLID IZQUIERDO	M2	9500.40	4.87	46,222.11			
02.03.00	RELLENO COMPACTADO O PROFUNDO	M3	453.75	20.25	9,187.03			
03.00.00 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							453,354.32	453,354.32
03.01.00	SOLO DE CONCRETO E=0.05M	M2	825.00	22.71	18,733.06			
03.02.00	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA DE 4" F C= 175 KG/CM2	M2	8,858.10	47.67	422,285.38			
03.03.00	MATERIAL ELASTOMERICO	M	453.60	21.03	9,541.16			
03.04.00	POLIESTIRENO EXPANDIDO	M	453.60	6.16	2,794.71			
04.00.00 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							209,057.61	209,057.61
04.01.00	MURO- CONCRETO F C=210 KG/CM2 + 30% FG	M3	544.50	228.14	124,224.89			
04.02.00	MURO- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1,342.00	37.65	50,532.94			
04.03.00	HABILITACIÓN Y COLUCCION DE FIERRO CORRUGADO	KG	24,508.12	1.22	29,925.71			
04.04.00	JUNTAS WATER STOP 6"	M	33.60	28.53	958.53			
04.05.00	MATERIAL ELASTOMERICO	M	33.60	21.03	706.75			
04.06.00	FINITURA EN MURO	M2	137.50	6.61	908.78			
04.07.00	BOMBEO DE AGUAS	GLB	1.00	1,800.00	1,800.00			
TOTAL COSTO DIRECTO						S/	827,024.94	
GASTOS GENERALES (11%)						S/	90,972.74	
UTILIDAD (10%)						S/	82,702.49	
TOTAL PRESUPUESTO SIN IGV						S/	1,000,700.17	

Fuente: Precios Unitarios ECOSEM HUAY HUAY 2011.

Luego este presupuesto cambio debido a una actualización de Precios Unitarios debido a un acuerdo que la empresa contratista ECOSEM Huay Huay. Tenía con la Gerencia de Operaciones de VCMSAA.

Tabla 4.3 Presupuesto de Obra inicial con precios unitarios actualizados.

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/)	Parcial (S/)	Subtotal (S/)	Total (S/)	
01.00.00 OBRAS PRELIMINARES							9,874.30	9,874.30
01.01.00	CAMPAMENTO DE OBRA	GLB	1.00	3,967.36	3,967.36			
01.02.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS	GLB	1.00	2,386.94	2,386.94			
01.03.00	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRA SIN EQUIPO	M2	1100.00	1.49	1,639.00			
01.04.00	SEÑALIZACIÓN DE OBRA	M	1100.00	1.71	1,881.00			
02.00.00 MOVIMIENTO DE TIERRA							236,006.94	236,006.94
02.01.00	EXCAVACIONES DE ZANJAS	M3	1188.00	83.22	98,865.36			
02.02.00	TALLID - CORTE MANUAL	M3	1346.45	42.80	57,628.06			
02.03.00	TALLID - PERFILADO DE TALLID IZQUIERDO	M2	9500.40	7.10	67,452.84			
02.03.00	RELLENO COMPACTADO O PROPIO	M3	453.75	26.58	12,060.68			
03.00.00 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							588,407.16	588,407.16
03.01.00	SOCLADO DE CONCRETO E=0.05M	M2	825.00	33.02	27,241.50			
03.02.00	MAMPONERÍA DE PIEDRA DE 4" F C= 175 KG/CM2	M2	8,858.10	61.63	545,924.70			
03.03.00	MATERIAL ELASTOMÉRICO	M	453.60	23.81	10,800.22			
03.04.00	POLIESTIRENO EXPANDIDO	M	453.60	9.79	4,440.74			
04.00.00 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							324,360.19	324,360.19
04.01.00	MURO - CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + 30% FG	M3	544.50	384.02	209,098.89			
04.02.00	MURO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1,342.00	50.48	67,744.16			
04.03.00	HABILITACIÓN Y COLOCACIÓN DE FERRIL CORRUGADO	KG	24,508.12	1.59	38,967.91			
04.04.00	JUNTAS WATER STOP 6"	M	33.60	32.11	1,078.90			
04.05.00	MATERIAL ELASTOMÉRICO	M	33.60	23.81	800.02			
04.06.00	PINTURA EN MURO	M2	137.50	10.60	1,457.50			
04.07.00	BOMBEO DE AGUJAS	GLB	1.00	5,212.82	5,212.82			
TOTAL COSTO DIRECTO							S/	1,158,648.00
GASTOS GENERALES (15%)							S/	173,797.25
UTILIDAD (10%)							S/	115,864.80
TOTAL PRESUPUESTO SIN IGV							S/	1,448,310.75

Fuente: Precios Unitarios ECOSEM HUAY HUAY 2011.

Luego de que la empresa contratista llegase a un acuerdo con VCMSAA para la actualización de los precios unitarios debido al cambio del monto de la mano de obra, se procedió a replantear el presupuesto considerando nuevas partidas.

A fines del año 2011 se realiza las gestiones para solicitar la ampliación del presupuesto en \$ 210,000.00 para poder cubrir el déficit provocado por el aumento de los costos unitarios de la empresa contratista, para lo que ECOSEM

Huay Huay, propone más partidas que conciernen las obras de estabilización y Drenaje de los depósitos de relave inicialmente no considerados.

Tabla 4.4 Presupuesto de Obra final con precios unitarios actualizados y considerando las partidas de Remediación y Obras de Drenaje.

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio(S/)	Parcial(S/)	Subtotal(S/)	Total(S/)	Total(US\$)
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES					9,874.30	9,874.30	3,657.15
01.01.00	CAMPAMENTO DE OBRA	GLB	1.00	3,987.36	3,987.36			
01.02.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS	GLB	1.00	2,386.94	2,386.94			
01.03.00	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRAS Y EQUIPO	M2	1100.00	1.49	1,639.00			
01.04.00	SEÑALIZACIÓN DE OBRA	M	1100.00	1.71	1,881.00			
02.00.00	MOMENTO DE TIERRA					172,530.15	172,530.15	63,900.05
02.01.00	ENDAVADO CONES DE ZANJAS MANUALES	M3	576.00	83.22	47,934.72			
02.02.00	TALLUD - CORTE MANUAL	M3	300.20	42.80	12,848.56			
02.03.00	TALLUD - PERFLADO DE TALLUD IZQUIERDO	M2	2884.80	7.10	20,482.08			
02.04.00	RELLENO COMPACTADO O PROPIO	M3	556.80	26.58	14,799.74			
02.05.00	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO O EQUIPO	M3	139.80	461.00	64,447.80			
02.06.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE A 30M	M3	489.90	24.53	12,017.25			
03.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					23,612.99	23,612.99	8,745.55
03.01.00	SOLADO DE CONCRETO E=0.05M	M2	576.00	33.02	19,019.92			
03.02.00	POLESTIRENO EXPANDIDO	M	469.20	9.79	4,583.47			
04.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					490,993.66	490,993.66	181,849.50
04.01.00	MURO-CONCRETO F'c=210 KG/CM2	M3	805.25	384.02	309,232.11			
04.02.00	MURO- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	98.12	50.48	4,953.10			
04.03.00	HABILITACIÓN Y COLOCACIÓN DE FIERRO CORRUGADO	KG	89,823.51	1.59	142,819.38			
04.04.00	JUNTAS WATER STOP 6"	M	487.00	32.11	15,637.57			
04.05.00	MATERIAL ELASTOMERICO	M	490.60	23.81	11,681.19			
04.06.00	FINITURA EN MURO	M2	137.50	10.60	1,457.50			
04.07.00	BOMBEO DE AGUAS	GLB	1.00	5,212.82	5,212.82			
05.00.00	OBRAS DE ESTABILIZACIÓN Y DRENAJE					488,261.36	488,261.36	180,837.54
05.01.00	TALLUD - PERFLADO DE TALLUD IZQUIERDO	M2	10,500.00	7.10	74,550.00			
05.02.00	RECUBRIMIENTO CON MORRENA 0.30M	M3	2,745.60	15.60	42,831.36			
05.03.00	RECUBRIMIENTO CON TOP SOIL Y REVEGETACIÓN	M2	10,500.00	20.56	215,880.00			
05.04.00	CANALES DE COORDINACIÓN Y QUINETS	M	2,000.00	55.00	110,000.00			
05.05.00	RAPIDAS	M	600.00	75.00	45,000.00			
TOTAL COSTO DIRECTO							1,185,272.46	438,989.80
GASTOS GENERALES (15%)							177,790.87	65,848.47
UTILIDAD (10%)							118,527.25	43,898.98
TOTAL PRESUPUESTO SIN IGV							1,481,590.58	548,737.25

Fuente: Precios Unitarios ECOSEM HUAY HUAY 2011.

4.3 CRONOGRAMA DE OBRA

El cronograma de obra mostrara la duración de los trabajos de construcción de la Defensa Ribereña será elaborado de acuerdo a los recursos disponibles y con la disponibilidad requerida de clima.

Se debe considerar que a la fecha aún se está terminando los trabajos de remediación, es decir se ha prolongado la última partida por factores climatológicos y por Logística de maquinarias para el traslado de Top Soil.

5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El presente trabajo ha sido desarrollado en tres etapas bien diferenciadas.

Se comenzó con el contexto de la formación de la empresa minera y luego se detalló el proceso constructivo de la ejecución del proyecto finalizando con los trabajos de remediación.

- Se ha ejecutado 416 metros lineales de defensa ribereña en la margen izquierda en el tramo de las relaveras 1, 2 y 3.
- Los trabajos en los terrenos de fundación de material de relave son viables cuando se realizan en estaciones secas ya que el material toma consistencia $q_{adm} \geq 2.5 \text{ kg/cm}^2$, lo contrario ocurre al contacto con el agua.
- La solución del muro inclinado amplió la sección hidráulica por lo que el nivel máximo del río será menor con respecto a las condiciones iniciales.
- Se debe tomar en cuenta las ampliaciones de presupuesto debido a cambios en los PU de las empresas contratistas esto en coordinación con la gerencia de operaciones de la VCMSAA.
- Se debe dejar un acceso a nivel de corona del muro inclinado para realizar los trabajos de mantenimiento y monitoreo post ejecución.
- En la verificación con el programa HEC-RAS se evidenció que la construcción del muro evitara que el agua del río toque los relaves por

5.2 RECOMENDACIONES

- Por razones de estabilidad y seguridad de personal contratista se debe trabajar en temporada de estiaje desde los meses marzo hasta septiembre.
- Se recomienda realizar la eliminación de material de relave a botaderos autorizados para evitar retrasos por problemas con las autoridades reguladoras.
- Tomar en cuenta siempre una contingencia del 15% en el metrado de remediación ya que siempre hay una mayor afectación de lo esperado.
- Debido a que se tiene restringido el tiempo por épocas de lluvias se puede aprovechar en avanzar con dos frentes ya que se debe optimizar el tiempo de ejecución de las obras de concreto, en los meses desde Diciembre hasta Mayo

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- MTC (2005). **Estudios Definitivos para la Ejecución de las Obras de Protección Ribereña de la Carretera Tarma - La Merced – Satipo.** Perú.
- CENTROMIN PERU SA (2001). **Remediación Ambiental Depósito de Relaves Tablachaca.** Oficina Técnica, Perú.
- INDECI (2011). **Guía instructiva de Recomendaciones Estructurales,** Cuaderno Técnico N° 06, Peru.
- PASMING SAC (2008). **Plan de Cierre de Mina de la Unidad Minera Carahuacra - Volcan Compañía Minera S.A.A.** Yauli, Peru.
- DIAZ Jorge W. (2005). **Estudio Geotécnico de Estabilidad Física Depósito de Relaves Inactivos 1, 2, 3 Carahuacra.** Yauli, Peru.