

## ANEXOS

## ANEXO A: PLANO DE UBICACIÓN GENERAL

## **ANEXO B: ESTUDIO GEOTÉCNICO RELAVERAS 1, 2 Y 3**

# **ESTUDIO GEOTÉCNICO DE ESTABILIDAD FÍSICA**

**SOLICITADO : VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.**

**OBRA : DEPÓSITOS DE RELAVES INACTIVOS 1, 2 y 3**

**LUGAR : UNIDAD MINERA VICTORIA**

**AUTOR : ING. JORGE DÍAZ COLLANTES**

**FEBRERO, 2005**

## **ÍNDICE**

### **1.0 INTRODUCCIÓN**

- 1.1 Objetivos del Estudio
- 1.2 Ubicación de los Depósitos
- 1.3 Características Estructurales de los Depósitos

### **2.0 INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

### **3.0 ENSAYOS DE LABORATORIO**

### **4.0 ESTABILIDAD FÍSICA**

- 4.1 Parámetros Geotécnicos Asignados
- 4.2 Secciones Geotécnicas Representativas
- 4.3 Sismicidad
- 4.4 Sistema de Drenaje
- 4.5 Análisis de Estabilidad
  - 4.5.1 Condiciones de Estabilidad
    - a) Estabilidad Estática
    - b) Estabilidad Pseudo Estática

### **5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **REFERENCIAS**

### **ANEXO**

- 1.0 Figuras
- 2.0 Resultados de Ensayos de Laboratorio
- 3.0 Registros de Sondajes
- 4.0 Cálculos Justificativos
- 5.0 Fotografías
- 6.0 Planos

## 1.0 INTRODUCCIÓN

a) La unidad minera Victoria de Volcan Compañía Minera S.A.A. cuenta con los depósitos de relaves Nos. 1, 2 Y 3, actualmente inactivos, los cuales han sido conformados, tendidos y revegetados mediante una cobertura con tierra de cultivo, tal como se puede apreciar en la Fotografía 01 del Anexo (5.0).

b) Dado que los depósitos se ubican en las inmediaciones del río Yauli, se determinó descargar el pie de los taludes con el objeto de incrementar la sección del río. Esto, obviamente, incrementará la capacidad de descarga en caso de una avenida extraordinaria.

c) Debe mencionarse que los trabajos topográficos del área han sido realizados por personal de la mina en Junio del 2004..

### 1.1 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.

c) Aprobación del estudio de estabilidad física por parte de la DGAA del Ministerio de Energía y Minas.

### 1.2 Ubicación de los Depósitos

Los depósitos de relaves se ubican en la margen izquierda del río Yauli, sobre una ladera de origen aluvial y coluvial, perteneciente a la jurisdicción del distrito de Yauli, provincia de Yauli, departamento de Junín, aproximadamente 4175.0 metros sobre el nivel del mar, tal como se puede apreciar en la Fotografía 01 del Anexo (5.0).

### 1.3 Características Estructurales de los Depósitos

a) Desde el punto de vista estructural, los depósitos son terraplenes zonificados que han sido construidos con relaves transportados y depositados hidráulicamente utilizando el método aguas arriba, por lo que presentan dos zonas diferenciadas : a.1) taludes exteriores o diques circundantes constituidos por arena fina y arena limosa (SP/SM) y a.2) parte interior del depósito que conformó la playa y poza de

decantación, constituido por lamas desecadas y consolidadas por peso propio que clasifican como limo y limo arenoso (ML).

b) Adicionalmente, debe mencionarse que los depósitos han sido conformados y sus taludes han sido tendidos a una pendiente final de aproximadamente 4.0 H : 1.0 V, con una altura promedio de los mismos de 26.0 metros. La superficie de los depósitos ha sido cubierta con una capa de tierra de cultivo y actualmente se ha desarrollado vegetación sobre dicha capa, tal como se puede apreciar en la Fotografía 01 del Anexo (5.0).

c) El área total en planta de los depósitos es de aproximadamente 5.0 hectáreas, con un volumen almacenado de relaves de aproximadamente 900,000 m<sup>3</sup>, tal como se puede apreciar en el Plano 01 del Anexo (6.0).

## **2.0 INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

a) Se efectuaron en el conjunto de los depósitos dos sondajes con cono dinámico utilizando cono de 1.25 pulgadas de diámetro y ángulo de 60 grados. El cono se abandona en el sitio al terminar la prueba, recuperándose sólo las varillas que se utilizaron para hincarlo. Se realizaron ensayos de penetración con el cono en forma continua, determinando el número de golpes para 0.10 metros de penetración por medio de un martillo de peso y altura de caída determinadas.

b) Los sondajes en el conjunto de los depósitos se ejecutaron en las ubicaciones siguientes : b.1) el sondaje S -1 en la parte alta de los depósitos y b.2) el sondaje S -2 en la cara de los taludes, a media altura. Las profundidades investigadas fueron de 1.90 y 1.60 metros, respectivamente. Se encontró rechazo en los dos sondajes ejecutados debido a endurecimiento superficial del relave por desecación y efecto físico-químico. Se supone que el relave a mayor profundidad posee menor resistencia.

c) La ubicación de los sondajes realizados se presenta en el Plano 01 del Anexo (6.0). Los registros de los sondajes se presentan en el Anexo (3.0)

d) Se realizaron dos calicatas de exploración superficiales con el objeto de obtener muestras para clasificación. Los resultados de los ensayos estándar de mecánica de suelos se presentan en el Anexo (2.0).

## **3.0 ENSAYOS DE LABORATORIO**

### **3.1 Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos**

a) Con el objeto de clasificar los materiales de los depósitos de relaves se realizaron los siguientes ensayos estándar sobre una muestra representativa del relave superficial : un ensayo de análisis granulométrico por tamizado, un ensayos de límite líquido, un ensayo de límite plástico y un ensayo de gravedad específica de sólidos.

b) La muestra ensayada en el laboratorio ha sido clasificada utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS). Las muestras no analizadas en el laboratorio

han sido clasificadas por apreciación visual manual.

c) Con el objeto de tener un orden de la densidad del relave superficial, se realizó un ensayo de peso unitario seco sobre una muestra representativa inalteradas, obtenida superficialmente.

d) Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM). Los resultados de los ensayos de laboratorio estándar de mecánica de suelos se presentan en el Anexo (2.0).

#### 4.0 ESTABILIDAD FÍSICA

Los depósitos deberán cumplir con los requerimientos siguientes :

a) Los taludes deben ser estables y resistentes a la deformación

b) Deberá evitarse la infiltración a través del cuerpo del depósito

c) Los taludes deben ser seguros contra falla catastrófica durante el tiempo de exposición a sismos esperados en el sitio

d) Deberá evitarse la erosión superficial de los depósitos, tanto por efecto de lluvia como de viento.

#### 4.1 Parámetros Geotécnicos Asignados

a) En base a la exploración de campo e historia de la construcción del depósito, los parámetros de resistencia asignados al material del depósito han sido determinados mediante las relaciones y correlaciones siguientes (Shioi and Fukui, 1982) :

$$\phi = 0.30 \cdot N + 27, \text{ en grados} \quad (1)$$

$$c = 0.6 \sim 1.0 \cdot N, \text{ en ton / m}^2 \quad (2)$$

Donde :

$\Phi$  = ángulo de fricción

c = cohesión

N = resistencia a la penetración estándar con la cuchara partida (en golpes / 0.30 metros)

Nd = resistencia a la penetración con el cono dinámico (en golpes / 0.30 metros)

Además :

$N = 0.25 \cdot Nd$  para suelos friccionantes

$N = 0.50 \cdot Nd$  para suelos cohesivos

$\gamma = 1.50$  a  $1.70$  tn / m<sup>3</sup> , donde :  $\gamma$  = peso unitario seco promedio



b) Se adoptan conservadoramente para los materiales de los depósitos, en esfuerzos totales, los parámetros geotécnicos siguientes :

\* Material de taludes o diques, correspondiente a la fracción gruesa (underflow), la cual clasifica como arena fina o arena limosa (SP/SM) :  $\gamma = 1.60 \text{ tn / m}^3$ ,  $c = 0.20 \text{ ton / m}^2$  y  $\phi = 30.0$  grados

\* Material interior, correspondiente a la fracción fina (overflow), la cual clasifica como limo o limo arenoso (ML) :  $\gamma = 1.60 \text{ tn / m}^3$ ,  $c = 1.0 \text{ ton / m}^2$  y  $\phi = 28.0$  grados

\* Subsuelo de cimentación, el cual clasifica como grava limo arcillosa con cantos (GC/GM) :  $\gamma = 1.80 \text{ tn / m}^3$ ,  $c = 2.0 \text{ ton / m}^2$  y  $\phi = 32.0$  grados

c) Se asigna cohesión a los materiales de los depósitos por las razones siguientes :

c.1) Presencia de estratos horizontales endurecidos por oxidación y efecto físico-químico, los cuales actúan como material cementante y proporciona una ganancia de resistencia (cohesión).

c.2) Por observación de cortes verticales en depósitos recientes, de más de 10.0 metros de altura, que se autosustentan. La cohesión puede estimarse de la manera siguiente :

$$H = (2.80 * c) / \gamma * \left\{ (1 + \text{sen } \phi) / (1 - \text{sen } \phi) \right\}^{0.5} \quad (\text{Bowles, 1977}) \quad (3)$$

Donde :

H = altura máxima de autosustentación

c = cohesión en esfuerzos totales

$\gamma$  = peso unitario del material

$\phi$  = ángulo de fricción

Con H = 10.0 metros,  $\gamma = 1.70 \text{ tn / m}^3$  y  $\phi = 28.0$  grados, se obtiene,  $c = 3.60 \text{ tn / m}^2$

## 4.2 Sección Geotécnica Representativa

Se ha elegido para los análisis de estabilidad del conjunto de los depósitos una sección geotécnica representativa, tal como la sección A-A, dado que la pendiente de los depósitos es muy tendida, del orden 4.0 H : 1.0 V. La ubicación de dicha sección en planta se muestra en el Plano 01 del Anexo (6.0), mientras la sección transversal se presenta en la Figura 01 del Anexo (1.0). Dicha sección corresponde a la mayor altura de talud y mayor pendiente del conjunto de los depósitos.

## 4.3 Sismicidad

a) Se obvió realizar un estudio de riesgo sísmico para determinar niveles de aceleración en el área. El nivel de aceleración esperado se ha determinado para un

periodo de retorno de 500 años, el cual ha sido calculado mediante interpolación logarítmica a partir de mapas de isocontornos de aceleración publicados en la literatura nacional para períodos de retorno de 450 y 950 años (Castillo y Alva, 1993).

b) Para un periodo de retorno de 500 años, se ha obtenido una aceleración máxima,  $a_{máx} = 0.32g$ . Se adopta para los análisis de estabilidad pseudo estáticos un coeficiente sísmico,  $k = 0.15$ , de acuerdo al criterio de Hynes and Franklin (1984) :  $k = 0.50 * a_{máx} / g$ .

#### 4.4 Sistema de Drenaje

a) El drenaje superficial por efecto de lluvia sobre la superficie exterior de los depósitos es hacia el río Yauli.

b) Dado que la pendiente de los taludes es muy tendida y actualmente se ha desarrollado vegetación superficial, la posibilidad de erosión de la tierra de cultivo, prácticamente se ha eliminado.

#### 4.5 Análisis de Estabilidad

Para los análisis de estabilidad se ha utilizado el método de equilibrio límite de Bishop Modificado (1955), método incorporado en el programa de cómputo PCSTABL5M (1988), desarrollado en la Universidad de Purdue, West Lafayette, Indiana. Este programa utiliza un método aleatorio de búsqueda para determinar los mecanismos de falla críticos tanto de forma circular como de forma general.

##### 4.5.1 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 ( $c$ ,  $\phi$ ) 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 siguiente

\* 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 (1.0).

## 5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados de la exploración de campo, así como los análisis de estabilidad efectuados, se puede concluir y recomendar lo siguiente :

**a)** Los taludes de los depósitos de relaves inactivos Nos 1, 2 y 3 de la unidad minera Victoria de Volcan Compañía Minera S.A.A. son estables para las condiciones de estabilidad especificadas : a) estabilidad estática y b) estabilidad pseudo estática con utilización de un coeficiente sísmico,  $k = 0.15$ , congruente con la sismicidad de la zona.

**b)** Se ha elegido para los análisis de estabilidad una sección geotécnica representativa para el conjunto de los depósitos, correspondiente a la sección que presenta mayor altura y mayor pendiente, dado que los taludes han sido conformados a una pendiente bastante tendida, del orden de 4.0 H : 1.0 V.

**c)** Los mecanismos de falla obtenidos corresponden a movimientos que involucran volúmenes significativos de masa. No se han considerado mecanismos de falla superficiales de poco volumen, casi tangentes a la cara del talud.

**d)** Los parámetros de resistencia de los materiales de los depósitos inactivos han sido determinados a partir de sondajes in situ realizados con cono dinámico. Los valores de los parámetros de resistencia utilizados en los análisis de estabilidad han sido disminuidos conservadoramente, dado que se han obtenido in situ valores más altos.

**e)** No se ha efectuado un análisis de deformación de los depósitos por efecto de un sismo severo, debido a la pendiente bastante tendida, a la ganancia de resistencia de los materiales por oxidación y por efecto físico-químico (cohesión) y porque los factores de seguridad obtenidos son relativamente altos.

**f)** Debe mencionarse que la estabilidad física de un depósito de relaves es crítica durante su vida activa, cuando los materiales del depósito se encuentran subconsolidados y bajo contenidos de humedad de saturación. La estabilidad es menos crítica cuando se encuentra inactivo y la percolación es casi nula.

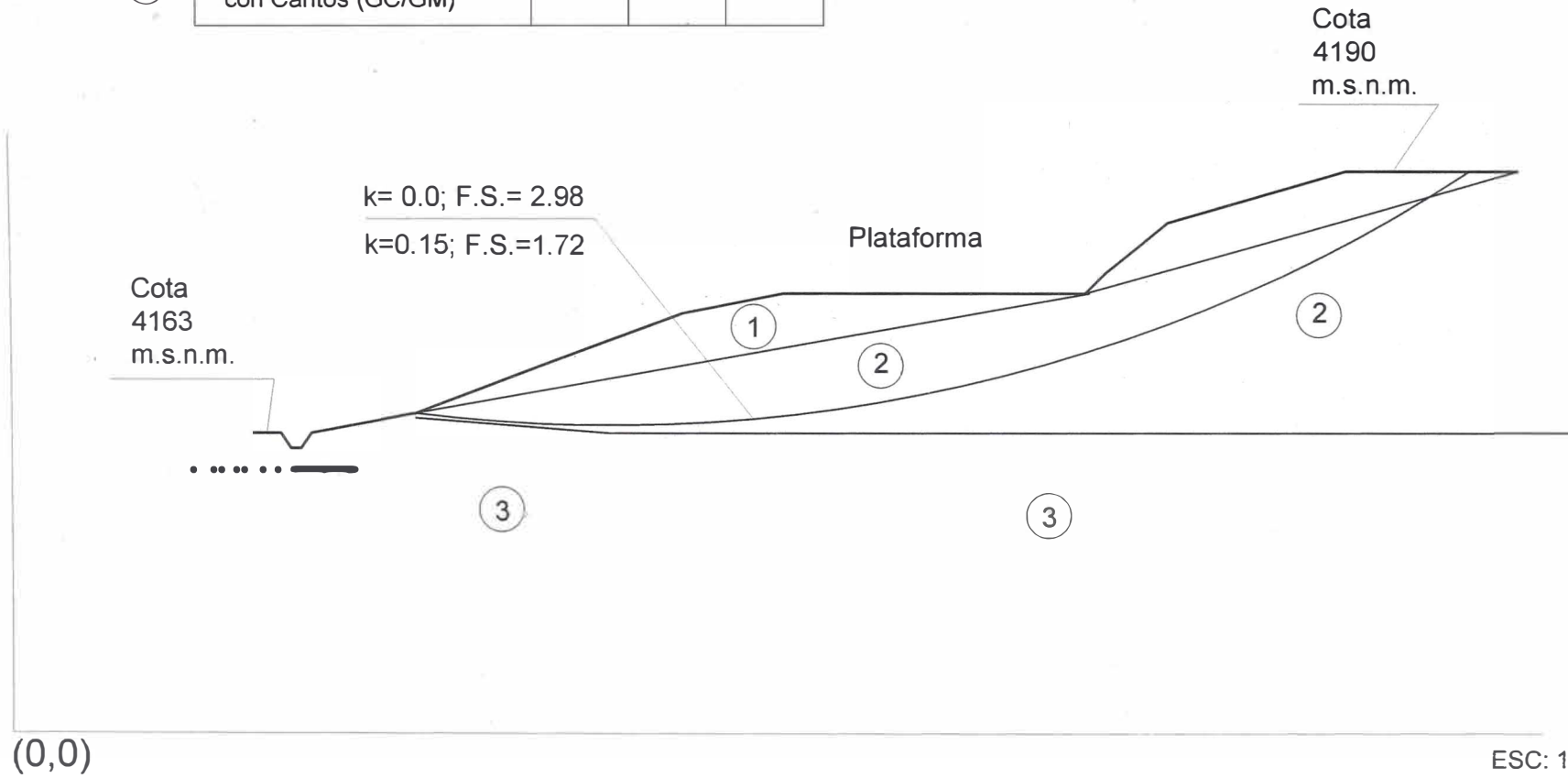
**g)** Las conclusiones y recomendaciones de este estudio son sólo aplicables al área estudiada, no se pueden aplicar a otros sectores.

## REFERENCIAS

- 1) Bishop A.W. (1955), "The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes", Géotechnique, Vol.V, No.1, pp. 7-17.
- 2) Bowles J.E. (1977), " Foundation Analysis and Design " McGraw-Hill Company, New York.
- 3) Castillo J. y Alva J. (1993), "Peligro Sísmico en el Perú", VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Lima, Perú.
- 4) Duncan J.M. y Buchignani A.L. (1975), " An Engineering Manual for Slope Stability Studies ", Departament of Civil Engineering, University of California, Berkeley.
- 4) Huang Y.H. (1983), " Stability Analysis of Earth Slopes ", Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York.
- 4) Hynes, M.E. and Franklin, A.G. (1984), "Rationalizing the seismic coefficient method", Miscellaneous Paper GL-84-13, U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississipi, 21pp.
- 4) Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley, New York.
- 8) Ministerio de Energía y Minas (1998), "Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Residuos Sólidos Provenientes de Actividades Mineras" (1998), Dirección General de Asuntos Ambientales, Volumen XVI, Lima, Perú
- 9) PCSTABL5M (1988), " Computer Analysis of General Slope Stability Problems ", Joint Highway Research Project, Purdue University, School of Civil Engineering, West Lafayette, Indiana.
- 10) Sanglerat G. (1972), "The Penetrometer and Soil Exploration", Elsevier Scientific Publishing Company Inc., New York.
- 11) Shioi Y. and Fukui J. (1982), " Applications of N- value to Design of Foundations in Japan", Proceedings of the Second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam, Vol. 1, pages 159-164.
- 12) Waschowski E. (1982), "Dynamic Probing and Site Investigation", Proceedings of the Second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam, Vol. 1, pages 363-368.

	$\gamma$ (tn / m3)	$c$ (tn / m2)	$\phi$ Grados(°)
① Arena Fina o Arena Limosa (SP/SM)	1.60	0.20	30
② Limo o Limo Arenoso (ML)	1.60	1.0	28
③ Grava Limo Arcillosa con Cantos (GC/GM)	1.8	2.0	32

Altura de Talud = 24  
 Pendiente de Talud 4.0 H : 1.0 V.



**Jorge Díaz Collantes - Ing. Civil**

Solicitado por : Volcan Cia Minera S.A.A.  
 Obra : Depósitos de Relaves Inactivo Nos. 1, 2 y 3  
 Ubicación : Unidad Minera Victoria, Yauli, Yauli, Junín

Operador : Téc. Daniel Mosco  
 Revisado : Ing. Jorge Díaz  
 Fecha : 17 de Junio del 2004

**R E G I S T R O D E S O N D A J E**

SONDAJE Nº **S-1**

Cota Superficial : 4,187.0 m.s.n.m.  
 Diámetro Cono : 1.25 pulgadas

Profundidad Total : 1.90 metros  
 Profundidad N.F. : N.P.

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO Y TAMAÑO DE SONDEO	FUNDA DE PROTECCIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)	PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA CON CONO (Nro. de golpes cada 0.10 metros)						
				D.N.	H.N.				Nro de Golpes Por				GRAFICA DE Nd		
									0.10	0.10	0.10	Tot			
1.00	co						Excavación preliminar								
1.20	di														
1.90	na								12	14	20	46			
	mi								28	30	30	78			
	co								118						
3.00															
4.00															
5.00															
6.00															



**JORGE DÍAZ COLLANTES - ING. CIVIL**

Av. Vicus I-18, Urb. La Capullana, Stgo. de Surco, Lima 33, Teléfonos : 449-5769 / 9867-1004

SOLICITANTE : **Volcan Cía Minera S.A.A.**

OBRA : **Depósitos de Relaves Inactivos Nos. 1, 2 y 3**

UBICACIÓN : **Unidad Minera Victoria, Distrito de Yauli, Provincia de Yauli, Departamento de Junín**

FECHA : **05 de Julio del 2004**

**RESUMEN DE ENSAYOS ESTÁNDAR  
DE LABORATORIO**

**I - ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS :**

Calicata :		C-1					
Muestra:		Talud					
Profundidad, [m]:		0.00 - 1.20					
Prof. Nivel Freático, [m]:		NP					
Porcentaje que pasa	3"	76.000					
	2"	50.800					
	1 1/2"	38.100					
	1"	25.400					
	3/4"	19.050	100.00				
	3/8"	9.525	98.70				
	No 4	4.760	98.40				
	No 10	2.000	97.00				
	No 20	0.840	94.10				
	No 40	0.420	83.10				
	No 60	0.250	75.40				
	No 140	0.105	43.80				
No 200	0.074	36.40					
Límites de Consistencia, [%]	L. L.	N.P					
	L. P.	N.P					
	I. P.						
	L. C.						
Clasificación (SUCS)		<b>SM</b>					
Peso Unitario Seco, (tn/m3)		1.76					
Gravedad Específica, Gs		3.00					

**II - ENSAYOS QUÍMICOS :**

Cont. Sales Solubles Totales, [%]						
Contenido de Ion Sulfato, [%]						
Contenido de Ion Cloruro, [%]						
PH						

Revisado : J.D.C.



## ANEXO C: DATOS HIDROLOGICOS Y MODELAMIENTO CON HEC-RAS DEL RIO YAULI

### ANEXO C.1: DATOS HIDROLOGICOS

CAUDALES RIO YAULI - UEA CARAHUACRA								
ÁREA DE ASUNTOS AMBIENTALES - VOLCAN								
U.E.A.	TIPO	Cod. Estación	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN	Años	Meses	FECHA	Q (l/s)	Q (m3/s)
Car	C	MA-01	Rio Yauli antes de operaciones	1998	Ene	15-Ene	684.98	0.68
					Feb	12-Feb	939.22	0.94
					Mar	10-Mar	812.11	0.81
					Abr	18-Abr	445.46	0.45
					May	18-May	331.38	0.33
					Jun	04-Jun	158.36	0.16
					Jul	08-Jul	118.57	0.12
					Ago	01-Ago	167.81	0.17
					Sep	01-Sep	167.81	0.17
					Oct	14-Oct	176.16	0.18
					Nov	13-Nov	257.08	0.26
					Dic	09-Dic	236.71	0.24
				1999	Ene	18-Ene	1457.19	1.46
					Feb	19-Feb	4014.49	4.01
					Mar	12-Mar	817.39	0.82
					Abr	26-Abr	1081.14	1.08
					May	28-May	416.63	0.42
					Jun	11-Jun	519.13	0.52
					Jul	26-Jul	347.17	0.35
					Ago	10-Ago	316.37	0.32
					Sep	09-Sep	324.11	0.32
					Oct	23-Oct	612.07	0.61
					Nov	23-Nov	473.93	0.47
					Dic	07-Dic	883.66	0.88
				2000	Ene	06-Ene	3513.42	3.51
					Feb	23-Feb	1480.42	1.48
					Mar	20-Mar	5055.56	5.06
					Jul	01-Jul	405.30	0.41
					Ago	01-Ago	405.28	0.41
					Sep	01-Sep	405.28	0.41
					Oct	01-Oct	5342.31	5.34
					Nov	01-Nov	364.80	0.36
				2001	Ene	01-Ene	3301.00	3.30
					Feb	01-Feb	3214.00	3.21
					Mar	01-Mar	10696.00	10.70
					Abr	01-Abr	6575.00	6.58
					May	01-May	1020.40	1.02
					Jun	01-Jun	967.00	0.97
					Jul	01-Jul	364.00	0.36
					Ago	01-Ago	214.30	0.21
					Sep	01-Sep	189.30	0.19
					Oct	01-Oct	246.90	0.25
Nov	01-Nov	412.00	0.41					
Dic	01-Dic	395.00	0.40					
2002	Ene	01-Ene	382.00	0.38				
	Feb	01-Feb	291.00	0.29				
	Mar	01-Mar	3914.78	3.91				
	Abr	14-Abr	560.10	0.56				
	May	11-May	374.86	0.37				
	Jun	08-Jun	290.32	0.29				
	Jul	24-Jul	247.71	0.25				

U.E.A.	TIPO	Cod. Estación	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN	Años	Meses	FECHA	Q (l/s)	Q (m3/s)
						Ago 31-Ago	205.83	0.21
						Sep 11-Sep	190.75	0.19
						Oct 14-Oct	299.50	0.30
						Nov 05-Nov	334.58	0.33
						Dic 04-Dic	363.97	0.36
				2003		Ene 14-Ene	1582.00	1.58
						Feb 07-Feb	531.40	0.53
						Mar 04-Mar	2931.00	2.93
						Abr 03-Abr	3329.00	3.33
						May 07-May	463.00	0.46
						Jun 01-Jun	257.39	0.26
						Jul 01-Jul	187.00	0.19
						Ago 09-Ago	293.00	0.29
						Sep 10-Sep	307.10	0.31
						Oct 08-Oct	296.98	0.30
						Nov 01-Nov	236.45	0.24
						Dic 03-Dic	369.30	0.37
				2004		Ene 27-Ene	605.68	0.61
						Feb 11-Feb	1702.00	1.70
						Mar 03-Mar	311.00	0.31
						Abr 20-Abr	159.00	0.16
						May 28-May	365.20	0.37
						Jun 01-Jun	365.20	0.37
						Jul 24-Jul	300.44	0.30
						Ago 11-Ago	130.26	0.13
						Sep 01-Sep	227.47	0.23
						Oct 30-Oct	427.06	0.43
						Nov 14-Nov	545.43	0.55
						Dic 01-Dic	267.69	0.27
				2005		Ene 30-Ene	516.74	0.52
						Feb 09-Feb	1872.48	1.87
						Mar 09-Mar	1860.00	1.86
						Abr 16-Abr	362.68	0.36
						May 13-May	360.00	0.36
						Jun 12-Jun	301.97	0.30
						Jul 26-Jul	291.62	0.29
						Ago 30-Ago	177.87	0.18
						Sep 11-Sep	124.97	0.12
						Oct 03-Oct	339.12	0.34
						Nov 27-Nov	339.12	0.34
						Dic 01-Dic	339.12	0.34
				2006		Ene 18-Ene	1084.51	1.08
						Feb 08-Feb	1613.45	1.61
						Mar 03-Mar	643.85	0.64
						Abr 23-Abr	1307.36	1.31
						May 10-May	654.81	0.65
						Jun 01-Jun	618.15	0.62
						Jul 18-Jul	241.30	0.24
						Ago 13-Ago	518.16	0.52
						Sep 05-Sep	395.32	0.40
						Oct 25-Oct	473.29	0.47
						Nov 14-Nov	711.84	0.71

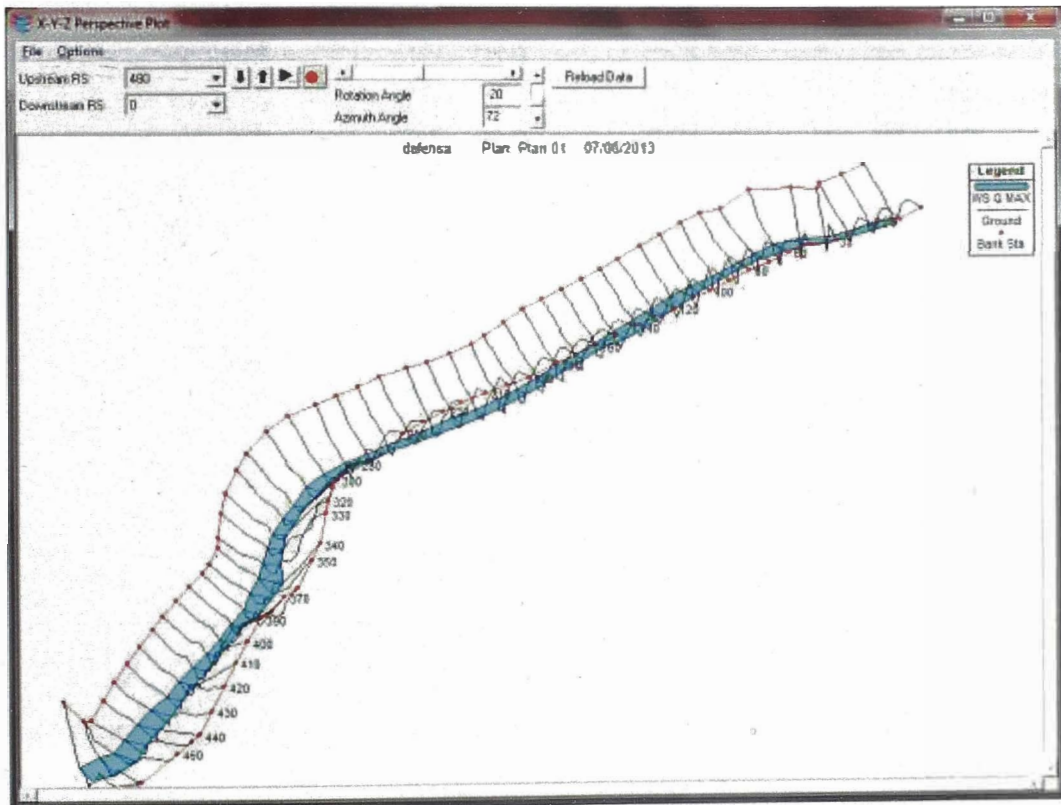
U.E.A.	TIPO	Cod. Estación	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN	Años	Meses	FECHA	Q (l/s)	Q (m3/s)
				2007	Dic	01-Dic	702.73	0.70
					Ene	17-Ene	270.63	0.27
					Feb	07-Feb	843.00	0.84
					Mar	01-Mar	871.29	0.87
					Abr	24-Abr	1382.99	1.38
					May	19-May	178.73	0.18
					Jun	02-Jun	313.90	0.31
					Jul	25-Jul	153.10	0.15
					Ago	06-Ago	463.54	0.46
					Sep	06-Sep	390.90	0.39
					Oct	02-Oct	291.31	0.29
					Nov	20-Nov	118.50	0.12
				Dic	01-Dic	289.03	0.29	
Car	C	MA-01	Rio Yauli antes de operaciones	2008	Ene	22-Ene	2620.06	2.62
					Feb	13-Feb	1700.44	1.70
					Mar	02-Mar	1242.00	1.24
					Abr	07-Abr	985.24	0.99
					May	13-May	774.01	0.77
					Jun	01-Jun	562.06	0.56
					Jul	09-Jul	425.78	0.43
					Ago	05-Ago	425.78	0.43
					Sep	01-Sep	318.25	0.32
					Nov	04-Nov	427.64	0.43
					Dic	01-Dic	201.45	0.20
					2009	Ene	14-Ene	823.97
				Feb		11-Feb	367.30	0.37
				Mar		04-Mar	1648.08	1.65
				Abr		19-Abr	1277.77	1.28
				May		05-May	417.54	0.42
				Jun		09-Jun	385.89	0.39
				Jul		07-Jul	282.28	0.28
				Ago		18-Ago	237.71	0.24
				Sep		08-Sep	270.70	0.27
				Oct		13-Oct	311.27	0.31
				Nov		17-Nov	1172.30	1.17
				Dic		01-Dic	2395.49	2.40
				2010	Ene	19-Ene	1121.24	1.12
					Feb	12-Feb	1368.04	1.37
					Mar	01-Mar	2929.91	2.93
					Abr	13-Abr	390.02	0.39
					May	11-May	352.72	0.35
					Jun	01-Jun	236.31	0.24
					Jul	06-Jul	321.84	0.32
					Ago	10-Ago	396.50	0.40
					Sep	01-Sep	272.80	0.27
					Oct	12-Oct	318.26	0.32
					Nov	09-Nov	219.30	0.22
					Dic	01-Dic	275.60	0.28
				2011	Ene	26-Ene	1899.37	1.90
Feb	15-Feb	1759.60	1.76					
Mar	01-Mar	5788.80	5.79					
Abr	05-Abr	3931.20	3.93					

U.E.A.	TIPO	Cod. Estación	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN	Años	Meses	FECHA	Q (l/s)	Q (m3/s)
					May	01-May	1816.10	1.82
					Jun	01-Jun	820.25	0.82
					Jul	12-Jul	353.19	0.35
					Ago	15-Ago	394.89	0.39
					Sep	01-Sep	349.32	0.35
					Oct	06-Oct	185.00	0.19
					Nov	02-Nov	547.20	0.55
					Dic	02-Dic	411.22	0.41
				2012	Ene	11-Ene	1237.14	1.24
					Feb	09-Feb	5627.00	5.63
					Mar	01-Mar	2509.20	2.51
					Abr	11-Abr	6216.82	6.22
					May	15-May	321.14	0.32
					Jun	01-Jun	868.70	0.87
					Jul	05-Jul	454.41	0.45
					Ago	07-Ago	461.72	0.46
					Sep	07-Sep	437.11	0.44
					Oct	03-Oct	550.81	0.55
					Nov	07-Nov	2836.17	2.84
					Dic	02-Dic	277.62	0.28
							Q Max	10.70
							Q Max	0.12

## ANEXO C.2: MODELAMIENTO

### MODELO MATEMATICO DEL RIO YAULI EN EL TRAMO DE ESTUDIO

En el modelo matemático se considera las progresivas en el orden invertido.



Vista del rio Yauli modelado con el  $Q=10.70\text{m}^3/\text{s}$ .

## RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC-RAS


Los datos que se muestran, fueron trabajados con las condiciones iniciales de topografía.

PROG REAL	PROG HEC RAS	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch B (m)	W.S Bev (m)	Crit W.S (m)	EG Bev (m)	EG Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
0	480	QMAX	10.7	4161.11	4162.94	4162.71	4163.08	0.002214	1.63	6.56	10.41	0.66
10	470	QMAX	10.7	4161.94	4162.91		4163.05	0.002453	1.66	6.44	11.49	0.71
20	460	QMAX	10.7	4161.61	4162.75	4162.75	4163	0.00545	2.25	4.76	9.54	1.02
30	450	QMAX	10.7	4161	4162.73	4162.21	4162.82	0.001014	1.33	8.05	8.98	0.45
40	440	QMAX	10.7	4161	4162.72		4162.81	0.000988	1.33	8.03	8.79	0.45
50	430	QMAX	10.7	4161	4162.68		4162.79	0.001365	1.5	7.13	8.54	0.52
60	420	QMAX	10.7	4161	4162.55		4162.77	0.002809	2.05	5.22	6.17	0.71
70	410	QMAX	10.7	4161	4162.58		4162.72	0.001405	1.65	6.5	6.17	0.51
80	400	QMAX	10.7	4161	4162.56		4162.71	0.001436	1.72	6.23	5.26	0.5
90	390	QMAX	10.7	4161	4162.5		4162.69	0.002	1.94	5.53	5.04	0.59
100	380	QMAX	10.7	4161	4162.34		4162.65	0.003951	2.47	4.34	4.18	0.77
110	370	QMAX	10.7	4161	4162.34		4162.6	0.00301	2.25	4.75	4.7	0.72
120	360	QMAX	10.7	4161	4162.28		4162.56	0.004013	2.33	4.59	5.38	0.81
130	350	QMAX	10.7	4160.99	4162.36		4162.49	0.00174	1.62	6.61	8.32	0.58
140	340	QMAX	10.7	4160.03	4162.39		4162.46	0.000901	1.23	8.69	9.46	0.41
150	330	QMAX	10.7	4160.5	4162.32		4162.45	0.001203	1.58	6.76	6.46	0.49
160	320	QMAX	10.7	4160.94	4162.06	4162.06	4162.4	0.005073	2.6	4.12	6.05	1.01
170	310	QMAX	10.7	4160.88	4161.72	4161.88	4162.31	0.008609	3.41	3.14	4.85	1.35
180	300	QMAX	10.7	4160.47	4161.42	4161.65	4162.17	0.016436	3.84	2.79	5.23	1.68
190	290	QMAX	10.7	4160	4161.12	4161.4	4161.99	0.016421	4.14	2.58	4.22	1.69
200	280	QMAX	10.7	4160	4161.72	4161.21	4161.84	0.001177	1.54	6.95	6.8	0.49
210	270	QMAX	10.7	4160.25	4161.44	4161.44	4161.8	0.005104	2.66	4.02	5.61	1.01
220	260	QMAX	10.7	4160	4161.42	4161.13	4161.68	0.003164	2.24	4.77	4.82	0.72
230	250	QMAX	10.7	4159.99	4161.3	4161.13	4161.63	0.004247	2.55	4.2	4.25	0.82
240	240	QMAX	10.7	4159.98	4161.11	4161.11	4161.57	0.006351	3.01	3.55	3.87	1
250	230	QMAX	10.7	4159.98	4160.78	4160.97	4161.46	0.011625	3.67	2.92	4.47	1.45
260	220	QMAX	10.7	4159.98	4160.86	4160.93	4161.33	0.006849	3.04	3.52	4.76	1.13
270	210	QMAX	10.7	4159.97	4161	4160.88	4161.27	0.003331	2.32	4.62	5.56	0.81
280	200	QMAX	10.7	4159.96	4160.84	4160.84	4161.22	0.005366	2.74	3.91	5.22	1.01
290	190	QMAX	10.7	4159.08	4160.88	4160.42	4161.05	0.002319	1.85	5.79	4.82	0.54
300	180	QMAX	10.7	4159	4160.9		4161.02	0.001127	1.59	6.72	4.54	0.42
310	170	QMAX	10.7	4158.99	4160.88		4161.01	0.001112	1.59	6.74	4.49	0.41
320	160	QMAX	10.7	4158.99	4160.88		4161	0.000972	1.5	7.12	4.38	0.38
330	150	QMAX	10.7	4158.98	4160.85		4160.99	0.001188	1.62	6.6	4.24	0.41
340	140	QMAX	10.7	4158.98	4160.81		4160.97	0.001478	1.76	6.06	4.09	0.46
350	130	QMAX	10.7	4158.98	4160.86		4160.94	0.000631	1.28	8.34	5.95	0.35
360	120	QMAX	10.7	4158.98	4160.85		4160.93	0.000613	1.26	8.51	6.23	0.34
370	110	QMAX	10.7	4158.97	4160.85		4160.93	0.000576	1.23	8.67	6.26	0.33
380	100	QMAX	10.7	4158	4160.87		4160.91	0.000268	0.92	11.61	6.55	0.22
390	90	QMAX	10.7	4158	4160.83		4160.9	0.000549	1.19	9	4.79	0.28
400	80	QMAX	10.7	4158	4160.79		4160.89	0.000832	1.41	7.57	3.88	0.32
410	70	QMAX	10.7	4158	4160.77		4160.88	0.001015	1.5	7.15	3.41	0.33
420	60	QMAX	10.7	4158	4160.75		4160.87	0.001179	1.57	6.8	3.52	0.36

Tabla de datos que indica los componentes en los tramos de las progresivas 0+000.00 hasta la 0+420.00.

## ANEXO D: PLANOS DE DETALLES Y CORTES

### ANEXO E: FORMATO DE AGI

 <b>AUTORIZACIÓN DE GASTO DE INVERSIÓN (AGI)</b>				
Nro° AGI		PEP del proyecto relacionado	PO-1YL00024	
Partida Presupuestaria				
Denominación del Proyecto: Construcción del Sistema de Conducción de aguas del Rio Yauli tramo relaveras 1,2,3				
Monto Solicitado US\$	210,000.00	Grupo y Clase de Inversión (PS)	P - O	
Monto Total del Proyecto US\$	210,000.00			
Monto Aprobado US\$ (No llenar)				
<b>Descripción y Objetivos del Proyecto</b>		<b>PARA USO DE CONTROL DE GESTIÓN Y AUTORIZADORES</b>		
<p>En el presente Año 2011 se ha venido ejecutando la construcción del muro de defensa ribereña del proyecto sistema de conducción de aguas río Yauli, esta obra la viene realizando la E.E. Osam Huiy Huiy con contrato n° Y2011-041. De acuerdo a lo establecido por el área de Contratos y con la autorización de la Gerencia Central de Operaciones a partir del mes de Octubre las Jomales y precios unitarios de la empresa comunal Huiy Huiy se actualizan y por consiguiente se considerará el pago por retroactividad de los trabajos realizados desde octubre del presente año, esta reformulación considera un incremento de \$154,136.00 USD. Adicionalmente se está considerando el monto de \$55,864.00 USD para los trabajos de movimiento de tierras que consistirá en excavación de zanjas masivas, relleno con mortera / topsoil y perfilado de taludes, partida que se está adicionando debido a las condiciones del terreno presentes en el desarrollo de esta.</p>		¿Tiene Presupuesto?	US\$	SI
				NO
			Exceso de	%
		Firmante Final	PF&CG	
			Ger. Finanzas	
			Ger. General	
			Comité	
			Directorio	
<b>Riesgos relevantes</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
<p>El no terminar la construcción de la defensa ribereña no permitiría tener estable física y química las relaveras antiguas, originando contaminación directa a suelos y cuerpos receptores (Río Yauli) y por ende la posibilidad de procesos sancionadores por incumplimiento de la Ley.</p>				
<b>Responsable del Proyecto</b>		<b>Auspiciador del Proyecto</b>		
Nombre: LEONIDAS MIRANDA TORRES		Gerente Corporativo o Gerente de Operaciones de la Unidad		
Correo Electrónico: lmiranda@volcan.com.pe				
		Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		
<b>Otros Contactos (nombre) (telefono)</b>		<b>Gerencia Central de Operaciones</b>		
1 Javier Gómez Flores Anexo: 3478				
2		Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		
<b>VoBo y fecha de Revisión de la Unidad (PF&amp;CG)</b>		<b>Autorización</b>		
Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		Gerencia de PF&CG		
		Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		
<b>VoBo</b>		Gerencia Central de Finanzas		
PF&CG		Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		
Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		Gerencia General		
Gerencia Corporativa de:		Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		
Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		Gerencia General		
Gerencia Corporativa de:		Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		
Sello o Nombre, Firma y Fecha / / 20		CODIGO PEP		
		PO-1YL00024-01		
		FECHA DE CREACIÓN DEL PEP		
		JULIO - 2009		
<b>INSTRUCCIONES:</b>				
<p>1.- Este AGI debe ser llenado y acompañado con los anexos indicados (anexo 1, anexo 2, anexo 3)                  2.- Una vez completado deberá ser llevado a la jefatura de costos correspondiente para su validación                  3.- Luego de Validado, será enviado al área de control de Gestión en Lima para continuar con el proceso de aprobación                  4.- Si se aprueba el AGI, la jefatura de Activo Fijo de Lima, informará al responsable del proyecto, a los contactos consignados, a la jefatura de costos del área, a la gerencia de la unidad y a la gerencia de planeamiento y control de gestión, como mínimo, vía correo electrónico.</p>				
<p><b>Este documento DEBE EXPLICARSE POR SÍ MISMO. Si no es así, es porque no está adecuadamente hecho.</b></p>				



## ANEXO D: PANEL FOTOFRAFICO

## Anexo F.1: Vaciado de Concreto



Vista de Vaciado de concreto en Obra Defensa Ribereña - Carahuacra

## Anexo F.2: Armado de Acero de Refuerzo



Vista de Proceso de Enfierrado a cargo de la empresa contratista.



Vista de Armadura de Fierro una vez terminada, se ve también Wáter Stop para las juntas

### Anexo F.3: Vista Después de Términos de las Estructuras



Vista Panorámica aguas abajo después de la construcción del Muro.



Vista aguas arriba del muro inclinado y pintura de la señalización.