

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**“EVALUACIÓN DE RELAVERA ANTIGUA CON PROPÓSITO DE
USARLO COMO BOTADERO DE DESMONTE DE MINA PARA UN PLAN
DE CIERRE”**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

LUIS ALFREDO RIVAS SOTO

Lima- Perú

2013

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres y a las personas que me apoyaron para el desarrollo del informe, a Dios por darme las fuerzas y el ímpetu para terminar el trabajo satisfactoriamente.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE SÍMBOLOS.....	7
LISTA DE SIGLAS.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE - GENERALIDADES	11
1.1 ANTECEDENTES.....	11
1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	11
1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO	12
1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	13
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	14
2.1 GEOLOGÍA.....	14
2.1.1 Geología Regional	14
2.1.2 Geología Local.....	15
2.2 SISMICIDAD.....	17
2.3 INVESTIGACIONES DE CAMPO	18
2.3.1 Excavación de Calicatas	18
2.3.2 Ensayos de Densidad de Campo (Método del Cono de Arena)	19
2.3.3 Ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL)	20
2.3.4 Perforaciones Diamantinas	20
2.3.5 Ensayos de Penetración Estándar (SPT).....	21
2.3.6 Ensayos de Penetración a Gran Escala (LPT).....	21
2.3.7 Instalación de Piezómetros	22
2.3.8 Caracterización Geomecánica del Macizo Rocoso	22
2.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	24
2.4.1 Consideraciones del Diseño Geotécnico.....	24
2.4.2 Metodología del Análisis de Estabilidad	25
2.4.3 Criterios de Análisis	25
CAPITULO III: EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO	26
3.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO	26
3.1.1 Generalidades.....	26
3.1.2 Excavación de Calicatas	26
3.1.3 Ensayos de Densidad de Campo (Método del Cono de Arena)	28
3.1.4 Ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL)	29
3.1.5 Perforaciones Diamantinas	32

3.1.6	Ensayos de Penetración Estándar (SPT).....	36
3.1.7	Ensayos de Penetración a Gran Escala (LPT).....	37
3.1.8	Medición del Nivel Freático.....	37
3.1.9	Mapeo Geológico Geotécnico.....	38
3.1.10	Unidades Geológicas – Geotécnicas.....	38
3.2	ENSAYOS DE DELABORATORIO.....	40
3.2.1	Generalidades.....	40
3.2.2	Ensayos Índice de Mecánica de Suelos.....	40
3.2.3	Ensayos de Contenido de Humedad.....	42
3.2.4	Peso Volumétrico y Densidad Natural.....	42
3.2.5	Ensayos de Compactación Proctor Estándar.....	43
3.2.6	Ensayo Triaxial Consolidado No drenado (CU).....	43
3.2.7	Ensayo de Consolidación.....	44
3.2.8	Ensayo de Carga Puntual.....	44
3.2.9	Ensayo de Propiedades Físicas de la Roca.....	46
	CAPITULO IV: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD FÍSICA Y QUÍMICA.....	47
4.1	ANÁLISIS DE CONSOLIDACIÓN.....	47
4.1.1	Condiciones Analizadas.....	48
4.1.2	Resultados Obtenidos.....	49
4.2	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	49
4.2.1	Metodología de Análisis.....	50
4.2.2	Criterios de Análisis.....	50
4.2.3	Condiciones Analizadas.....	51
4.2.4	Propiedades de los Materiales.....	51
4.3	RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....	55
4.4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD QUÍMICA.....	57
4.4.1	Generalidades.....	57
4.4.2	Resultado del Análisis de Metales Totales.....	57
4.4.3	Potencial Neto de Neutralización.....	58
4.5	MONITOREO GEOTÉCNICO.....	59
4.5.1	Instrumentos de Monitoreo.....	59
	CAPITULO V: CONSIDERACIONES DEL DISEÑO GEOTÉCNICO.....	60
5.1	GENERALIDADES.....	60
5.2	CIERRE DE LOS DEPÓSITOS DE RELAVES 1,2 Y 3.....	61
5.2.1	Movimiento de Tierras.....	61
5.2.2	Protección de Taludes.....	63
5.3	SUELO IMPERMEABILIZADO CON EMULSIÓN DE POLÍMERO.....	64
5.3.1	Generalidades.....	64
5.3.2	Materiales.....	64

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
6.1 CONCLUSIONES	65
6.2 RECOMENDACIONES.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	70

RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicado dentro de la Unidad Minera Huarón de Panamerican Silver S.A. en el distrito de Huayllay, provincia de Pasco, departamento de Cerro de Pasco a una altitud promedio de 4 600 m.s.n.m. Dicha área cuenta con tres depósitos de relaves antiguos 1, 2 y 3 producto de la minería del tipo subterránea, estos depósitos se ubican en el orden de Este a Oeste respectivamente, los cuales han llegado a ocupar su capacidad máxima de almacenamiento hace aproximadamente 5 a 10 años. Como parte de la Factibilidad del Plan de Cierre de las relaveras, en el año 2010 se realizó el estudio geotécnico con fines de estabilidad de taludes para los tres depósitos de relaves, el cual consistió en trabajos de campo (Perforaciones diamantinas, excavación de calicatas, ensayos geofísicos y ensayos in situ), ensayos de laboratorio, mapeo geológico-geotécnico y procesamiento de datos. En marzo del 2012 se realizó el estudio geotécnico para la Revisión de la Factibilidad del Cierre de los Depósitos de Relaves 1, 2 y 3 y como complemento del estudio se propone el apilamiento adicional de material de desmonte de mina por encima de los depósitos de relaves 1, 2 y 3 actuales. El estudio actual comprende investigaciones de campo (perforaciones diamantinas, excavación de calicatas, ensayos de penetración dinámica ligera DPL, mapeo geológico-geotécnico y ensayos in situ), ensayos de laboratorio y procesamiento de datos.

En este trabajo de investigación tiene la finalidad de definir los parámetros físico-mecánicos de los materiales involucrados en el botadero de desmonte de mina (conformado por material de relave, material del cuerpo de los diques, suelo de fundación y material de desmonte de mina que se apilará). Con la información de campo y laboratorio se propondrán dos secciones geológicas - geotécnicas a lo largo de los tres depósitos con los respectivos estratos que conforman la sección de análisis y se realizará la evaluación física de estabilidad de taludes en las dos condiciones en que se encuentran el botadero, una sin considerar el apilamiento (condiciones actuales) y la otra considerando el apilamiento de desmonte de mina por encima de los depósitos de relaves. Según los resultados del análisis de estabilidad de taludes, los factores de seguridad en las condiciones estáticas y pseudo-estáticas son mayores que la unidad, siendo estables las configuraciones de diseño.

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Área correspondiente a los depósitos de relaves 1, 2 y 3.....	12
Figura N° 1.2 Área correspondiente al depósito de relaves 3.....	12
Figura N° 2.1 Litología entre el contacto relave – basamento rocoso.....	15
Figura N° 2.2 Vista de la excavación de calicata en el dique 3.....	19
Figura N° 2.3 Vista del ensayo de densidad de campo	19
Figura N° 2.4 Vista del ensayo DPL en la relavera	20
Figura N° 2.5 Vista del equipo de perforación.....	21
Figura N° 3.1 Ubicación de los sectores 1, 2, 3 y 4	31
Figura N° 3.2 Tendencia de la resistencia del relave en profundidad.....	32

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 2.1 Clases de Macizo Rocoso a partir de las valoraciones totales	24
Tabla N° 3.1 Resumen de Calicatas y Trincheras	27
Tabla N° 3.2 Resumen de Ensayos de Densidad - Método del Cono de Arena	29
Tabla N° 3.3 Resumen de ensayos DPL.....	29
Tabla N° 3.4 Resumen de ensayos DPL, Profundidad y Número de Golpes	31
Tabla N° 3.5 Resumen de Perforaciones.....	32
Tabla N° 3.6 Resumen de Pozos Perforados	35
Tabla N° 3.7 Resumen de Ensayos SPT	36
Tabla N° 3.8 Resumen de Ensayos LPT.....	37
Tabla N° 3.9 Niveles de Agua Registrados	37
Tabla N° 3.10 Resumen de Ensayos de Clasificación SUCS	41
Tabla N° 3.11 Resumen de Ensayos de Contenido de Humedad	42
Tabla N° 3.12 Resumen de Ensayos de Peso Volumétrico y Densidad	43
Tabla N° 3.13 Resumen de Ensayos de Próctor Estándar	43
Tabla N° 3.14 Resumen de Ensayos Triaxiales-CU.....	44
Tabla N° 3.15 Resumen de Ensayos de Consolidación.....	44
Tabla N° 3.16 Resistencia de la Roca.....	45
Tabla N° 3.17 Resumen de Ensayos de Carga Puntual	45
Tabla N° 3.18 Propiedades Físicas de la Roca.....	46
Tabla N° 4.1 Resultados de Análisis de Consolidación Unidimensional.....	49
Tabla N° 4.2 Valores de RMR Totales	54
Tabla N° 4.3 Resumen de Propiedades de Materiales	55
Tabla N° 4.4 Resultados de los Análisis de Estabilidad de Taludes	56
Tabla N° 4.5 Resultado de Análisis de Metales Totales.....	58
Tabla N° 4.6 Resultado de la muestra de Desmonte de mina	58
Tabla N° 5.1 Criterios de Diseño.....	60
Tabla N° 5.2 Material de Desmonte -Capacidad y Duración deL Apilamiento...	63

LISTA DE SÍMBOLOS

C:	Cohesión (kPa)
C.H:	Contenido de Humedad (%)
D.S:	Densidad Seca (kN/m ³)
Df:	Nivel de Fundación (m)
Ha:	Hectáreas (m ²)
I.P:	Índice de Plasticidad (%)
Km:	Kilómetros
L.L:	Límite Líquido (%)
m:	Metros (m)
MDS:	Máxima Densidad Seca (kN/m ³)
OCH:	Óptimo Contenido de Humedad (%)
Prof:	Profundidad (m)
Φ :	Ángulo de Fricción (°)
%:	Porcentaje
*	Coordenadas PSAD-56

LISTA DE SIGLAS

ASTM:	American Society For Testing and Materials
AASHTO:	American Association of State Highway and Transportation Officials
DPL:	Penetración Dinámica Ligera
LPT:	Large Penetration Test
MD:	Margen derecha
MI:	Margen Izquierda
NP:	No presenta
N.M:	No medido
N.D:	No definido
SPT:	Standar Penetration Test
SUCS:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
UTM:	Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator
Z:	Zona

INTRODUCCIÓN

La Unidad Minera Huarón, cuenta con los depósitos de relaves 1, 2, 3 y 4 en el orden de ubicación Este-Oeste, cada uno con sus respectivas presas de relaves. Mientras que los tres primeros depósitos de relaves 1, 2 y 3 están para la etapa de cierre, el depósito de relaves 4 ubicado al Oeste aguas debajo de los depósitos de relaves 1, 2 y 3, continúa en operación. El área y perímetro que abarca los tres depósitos de relaves son aproximadamente 17 Ha. y 2 Km respectivamente. La minera no cuenta con áreas disponibles para depositar material de desmonte de mina y se tiene como alternativa depositar el desmonte en los depósitos de relave antiguos 1, 2 y 3.

En el presente desarrollo del informe de suficiencia, de acuerdo a la información de los trabajos de campo y laboratorio se obtendrán los parámetros de resistencia de los materiales que conforman el botadero (relave, material de dique, material desmonte de mina, depósito aluvial y basamento rocoso). El análisis de estabilidad de taludes y esfuerzo deformación se representará mediante dos secciones geológicas-geotécnicas a lo largo los tres depósitos de relaves. Se analizará la estabilidad de taludes en las condiciones actuales y con apilamiento.

El informe de suficiencia consta de 6 capítulos: El primer capítulo describe las generalidades del estudio señalando los antecedentes, objetivos, ubicación, diagnóstico y descripción del estudio.

El segundo capítulo describe el marco teórico y conceptual empleado para la realización de los ensayos de campo, ensayos de laboratorio, correlaciones y metodologías para la determinación de los parámetros de resistencia de los materiales involucrados en el análisis. Así como también los datos de sismicidad y metodología para el análisis de estabilidad de taludes y esfuerzo-deformación

El tercer capítulo describe los trabajos de exploración de campo en todo el área del botadero de desmonte de mina básicamente en las relaveras y diques de las relaveras. También se detallan los ensayos de laboratorio y se obtienen los parámetros de resistencia de los materiales componentes del botadero de desmonte de mina.

En el cuarto capítulo se desarrolla el análisis de estabilidad de taludes y esfuerzo-deformación en el cual a partir de ensayos de laboratorio y correlaciones se asignan los parámetros de resistencia de los materiales involucrados se modela las secciones de análisis a lo largo de los tres depósitos de relaves. El análisis se realizará en las condiciones actuales y con apilamiento de desmonte. El análisis de esfuerzo-deformación se realizará en el caso de que el factor de seguridad en la condición pseudo-estática sea menor que la unidad.

En el quinto capítulo detalla las consideraciones del diseño geotécnico, el cual muestra la configuración que tendrá el apilamiento de desmonte de mina sobre los depósitos de relaves. Se detalla los taludes locales y globales del apilamiento, las inclinaciones de las banquetas, la altura de apilamiento, el coeficiente sísmico a usar y los criterios de análisis de estabilidad utilizados.

En el sexto se citan las conclusiones y recomendaciones propuestas como término del informe de suficiencia, en el cual se concluye que las alternativas propuesta para el apilamiento de material de desmonte encima de las relaveras antiguas 1, 2 y 3, garantizan las condiciones estables con factores de seguridad por encima de la unidad tanto en la condición estática como pseudo-estática.

Por último con la bibliografía y los anexos que incluyen registros de campo, resultados de laboratorio, análisis geotécnico, panel fotográfico y planos.

CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE - GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

En Mayo del 2000, KLOHN CRIPPEN - SVS S.A, realizó el estudio de obras de estabilización y recrecimiento de la presa 4.

En agosto del 2009, GEMCO Ingeniería SAC realizó el estudio geotécnico para el crecimiento de la presa 4 y consistió en perforaciones ensayos de campo e instrumentación geotécnica.

En Septiembre del 2010, Viceversa Consulting SA, realizó el estudio de impacto ambiental en la zona de los depósitos de relaves 1, 2 y 3 y como parte del EIA se incluía el estudio geotécnico de toda el área el cual comprendió en trabajos de campo, ensayos de laboratorio, procesamiento de datos y análisis de estabilidad.

En marzo del 2012 se realizaron trabajos de investigación geotécnica para la revisión del Estudio de Factibilidad de Cierre del año 2010. En Abril del 2010 Vector Perú SAC realizó un estudio básico de crecimiento de la presa de relaves del depósito de relaves 4 que sigue en operación y se realizaron las investigaciones de campo cercanas al área que está al costado de dicho estudio.

Para el desarrollo del presente informe y con la información disponible en las citas anteriores, se tomará como patrón referencial el estudio del año 2012 y nos apoyándonos en los criterios de la información anterior.

1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Políticamente la zona de estudio en la unidad minera Huarón se encuentra situada a 320 km al noreste de Lima, a unos 40 km al sudoeste de la ciudad de Pasco en las coordenadas referenciales UTM-WGS 84: 346 000 a 346 800 E y 8 783250 a 8 448 500 N dentro de la divisoria continental de la Cordillera de los Andes, a una altitud entre 4 200 a 4 800 m.s.n.m. El acceso principal es a través de la carretera afirmada que conecta el distrito de Huayllay con la unidad minera a unos 7 km aproximadamente.

La Figura 1.1 muestra la zona de estudio y la Figura 1.2 muestra el depósito de relaves 3.

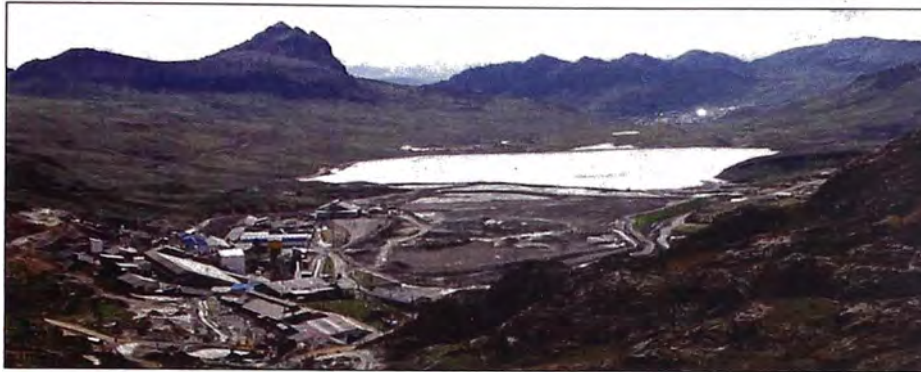


Figura N° 1.1 Área correspondiente a los depósitos de relaves 1, 2 y 3.



Figura N° 1.2 Área correspondiente al depósito de relaves 3.

1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Evaluar la estabilidad física del botadero de desmonte de mina, lo que involucra dar una buena caracterización física y mecánica de los materiales que conforma el botadero (material de desmonte de mina, relaves, cuerpo del dique y suelo de fundación), para realizar un análisis geotécnico riguroso ya que los materiales involucrados tienen comportamientos físico-mecánicos distintos en las diversas etapas de construcción del botadero.

Recopilar la información existente de las áreas que comprenden los tres depósitos de relaves para poder integrarlo con la información actual.

Dar una buena interpretación de los resultados obtenidos en campo (logueo de perforaciones en suelo y roca, ensayos in situ y comportamiento del nivel freático).

1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

El área de estudio que contempla los depósitos de relaves existentes 1, 2 y 3 se encuentra ubicado dentro de la Unidad Minera Huarón de Panamerican Silver SA, a una altitud promedio de 4 600 msnm. Dicha área de estudio cuenta con una topografía actualizada al metro. En la primera etapa del informe de suficiencia se determinó la estabilidad física de los depósitos de relaves en las condiciones actuales, y para esta etapa final del informe de suficiencia se propone apilar desmonte de mina encima de los depósitos de los tres depósitos de relaves actuales. Para ellos se han realizado las investigaciones geotécnicas a detalle en los elementos componentes de los depósitos existentes, también se cuenta con información de estudios anteriores que reforzarán el estudio.

Luego de caracterizar a los materiales involucrados se propondrá un diseño de apilamiento del desmonte de mina encima de los depósitos de relaves, teniendo que cumplir los requisitos mínimos de estabilidad y esfuerzo deformación del cuerpo del botadero.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 GEOLOGÍA

La Unidad Minera Huarón se desarrolla sobre un típico ambiente de alta puna, de relieve montañoso y de topografía variable, afectados por varias etapas de erosión glacial cuaternaria el cual ha ido modelando a una serie de valles encañonados de típico perfil en U. La actividad glacial dio lugar a deposiciones morrénicas que se acumulan en lugares depresionados y que suavizan la superficie de algunas de las vertientes montañosas, así mismo, afloramientos rocosos o lugares depresionados encierran a lagunas de origen glacial.

2.1.1 Geología Regional

Geográficamente el área se ubica en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las coordenadas UTM 346 000 a 346 800 E y 8 783250 a 8 448 500 N, geomorfológicamente en una superficie de ambiente glacial, de clima frío y seco típico de puna.

La litología está comprendida de lo más antigua lo más reciente por las calizas y dolomitas de la formación Jumasha de edad Cretácico Superior; sobreyace una secuencia continental denominada "Capas Rojas" pertenecientes a la Formación Casapalca del Cretáceo Superior-Eoceno, constituidos por areniscas, limolitas de coloración rojiza o verde, con algunos lechos de conglomerados y horizontes de calizas grises. Discordante al Grupo Casapalca sobreyace una secuencia volcánica constituida por flujos piroclásticos de líticos y pómez de color gris amarillento con textura porfirítica de composición mayormente dacítico y riodacítico, pertenecientes a la Formación Huayllay.

La característica estructural más notoria lo constituye los esfuerzos compresivos en dirección Este-Oeste, plegando los sedimentos Terciarios a un rumbo NW-SE. Los esfuerzos tensionales está manifestado por fracturamiento de dirección E-W y N-S, respectivamente.

Completan el marco geológico-geomorfológico regional una posterior erosión glacial de edad pleistocénica, evidenciado por la creación de lagunas y depósitos cuaternarios como morrenas, aluviales y residuales.

2.1.2 Geología Local

Litológicamente está conformado 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.



Figura N° 2.1 Litología entre el contacto relave – basamento rocoso

Geomorfología Local

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 4 200 y 4 800 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 minero que han ayudado a una variación de la morfología natural del área. De acuerdo a la observación de campo se ha determinado las siguientes unidades geomorfológicas:

Valle Glaciar.- Típico valle en sección U, con flancos de baja a mediana pendiente y fondo ligeramente subhorizontal, actualmente es el lecho del río San José donde se emplazan los depósitos de relaves.

Cerros.- Unidad morfológica ubicado en ambos flancos de la zona de estudio, presenta un relieve montañoso, con pendientes moderadas a fuertes con altitudes que varían entre 4500 y 4800 msnm.

Lomas y Colinas.- se extienden en ambas márgenes de la quebrada San Juan específicamente, estas unidades están conformadas por rocas sedimentarias, depósitos cuaternarios y materiales recientes aluviales, coluviales y cobertura representada por sedimentos residuales.

Intervenciones Antropogénicas.- La actividad humana está representada por la actividad minera, que ha remodelado de alguna manera el relieve y modificado la composición del terreno natural con materiales de desmonte de mina, relaves e infraestructura minera.

Estratigrafía

La secuencia estratigráfica en el área de interés está representado por rocas sedimentarias de la Formación Casapalca compuestos mayormente de areniscas, limolitas, conglomerados color rojo oscuro a púrpura y niveles de calizas margosas con tonalidad gris pardo a gris verdosa respectivamente.

El Cuaternario está formado por depósitos morrénicos y depósitos más recientes aluviales y del tipo residual.

Formación Casapalca.- Conocido como Capas Rojas, se distribuye en la totalidad del área de estudio, consiste esencialmente de areniscas de grano fino a medio color rojo con tonalidades verdosas, limolitas y lutitas abigarradas, conglomerados con clastos subangulosos en una matriz arenosa y niveles de calizas margosas color gris a gris verdoso, en su nivel superior.

Geodinámica Externa

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.

2.2 SISMICIDAD

El marco de la sismicidad en el Perú es producto principalmente de la subducción de la Placa de Nazca bajo de la Placa Continental Sudamericana a lo largo de la costa peruana, con un índice de convergencia de aproximadamente 10 cm por año.

Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto en la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2003), el área de estudio se encuentra comprendida en la Zona 2 y le corresponde una sismicidad media, con un factor de zona Z de 0,30, habiendo ocurrido en el área cercana al proyecto sismos de intensidades de VI hasta VII en la Escala de Mercalli Modificada, según la información de sismicidad histórica recopilada por Silgado (1978).

Por otro lado, según el mapa de iso-aceleraciones propuesto por Castillo y Alva (1993), correspondiente a un período de retorno del sismo máximo probable de 475 años, y a un porcentaje de excedencia de 10%, para el área en estudio los autores proponen una aceleración máxima de 0,30g. Según la referencia del mapa de isoaceleraciones propuesto por Gamarra (2009) considera una aceleración máxima entre 0,30 y 0,34 g en suelo firme tipo D para periodos de retorno de 475 años. El período de retorno antes indicado es conservador con respecto a lo estipulado por el Ministerio de Energía y Minas (DS N°046 - 2001 Reglamento de Seguridad e Higiene Minera) para el análisis sísmico de depósitos de relaves en operación, el cual sugiere 150 años de periodo de retorno, sin embargo, sí corresponde a lo estipulado por esta misma norma con relación al periodo de retorno de depósitos de relaves en condiciones de cierre.

De acuerdo con la literatura técnica existente ampliamente aceptada internacionalmente, se recomienda que el coeficiente sísmico a ser considerado en el análisis en la condición pseudo-estática de diseño de taludes, sea obtenido como una fracción que varía entre $1/3$ a $1/2$ de la máxima aceleración esperada. Esta recomendación es consistente con las recomendaciones del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers, Hynes y Franklin, 1984), quienes sugieren el uso de un coeficiente sísmico pseudo-estático igual o cercano al 50% de la aceleración pico de diseño.

La recomendación del Cuerpo de Ingenieros está basada en la aplicación del método de Newmark para calcular desplazamientos permanentes en presas de tierra utilizando más de 350 registros sísmicos, concluyéndose que estas estructuras analizadas con el método pseudo-estático con factores de seguridad mayores que 1,0 utilizando un coeficiente sísmico horizontal de $0,5 \times \text{PGA}$ no desarrollan deformaciones mayores a 1 m, que es un valor arbitrario que puede ser tolerado por presas de tierra, sin representar una amenaza a la integridad del reservorio.

Por otro lado, la empresa EMPSSA S.R.L. realizó un estudio de peligro sísmico en el año 2009 en el área del proyecto, el estudio citado propone un valor de aceleración horizontal máxima de diseño PGA de 0,25g para roca y 0,37g para suelo firme a denso, estimado para 475 años de periodo de retorno.

Por lo tanto, a partir de la información sísmica disponible de la zona, se recomienda utilizar un coeficiente sísmico de 0,13 para el análisis pseudo-estático de taludes a largo plazo, es decir, para las condiciones de cierre.

2.3 INVESTIGACIONES DE CAMPO

Con la finalidad de determinar las características físicas de los materiales que conforman los depósitos de relaves 1, 2 y 3, se realizaron trabajos de campo que comprenden: Excavación de calicatas, ensayos de penetración Dinámica Ligera (DPL), ensayos de Densidad de Campo por el método del Cono de Arena, Perforaciones Diamantinas con extracción de muestra por intermedio de ensayos SPT, LPT, tubo Shelby y valoración geomecánica del macizo rocoso RMR. También se contempla ensayos Geofísicos (Refracción y MASW). Los ensayos de campo son realizados bajo las normas internacionales ASTM. El levantamiento de los puntos de investigación corresponde al Sistema de Coordenadas UTM elipsoide PSAD 56 con una topografía de detalle al metro.

2.3.1 Excavación de Calicatas

En la excavación de calicatas se realizó una descripción detallada de los tipos de suelos encontrados en cada estrato de acuerdo a la norma ASTM D-2488. Posteriormente se tomaron muestras disturbadas y no disturbadas representativas, las cuales fueron identificadas y almacenadas en bolsas de

plástico con la finalidad de no alterar su estado natural y efectuar ensayos posteriores de caracterización física y mecánica en los laboratorios geotécnicos.



Figura N° 2.2 Vista de la excavación de calicata en el dique 3

2.3.2 Ensayos de Densidad de Campo (Método del Cono de Arena)

En las calicatas ubicadas en los diques o presas de relaves se realizaron ensayos in situ mediante el método del cono de arena, con la finalidad de determinar la densidad natural del material que conforman los diques de relaves. Para la ejecución de los ensayos, se siguieron los procedimientos de la norma ASTM D-1556.



Figura N° 2.3 Vista del ensayo de densidad de campo

2.3.3 Ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL)

Previo a los trabajos de campo se identificaron en los depósitos de relaves 1, 2 y 3 suelos blandos y saturados que imposibilitaban la auscultación directa a través de calicatas, en estos sectores se realizaron ensayos de penetración dinámica ligera DPL para estimar de manera indirecta la resistencia del material.

El ensayo DPL consiste en auscultar los suelos a través de una punta cónica de 60° unida a unas varillas de 1,0 m de largo y 35,6 mm de diámetro, a través del impacto de una altura 50 cm de un martillo de 10 kg de peso, en el que se mide el número de golpes necesarios para penetrar cada 10 cm de profundidad (N10). Se contará con un registro de la resistencia del relave por cada punto de auscultación expresado en número de golpes.



Figura N° 2.4 Vista del ensayo DPL en la relavera

2.3.4 Perforaciones Diamantinas

Las perforaciones fueron ejecutadas por el método rotativo sistema "wire line", con tubería de perforación HQ3 y revestimiento HW. En cada una de las perforaciones se llevó a cabo una descripción de los tipos de suelos y roca encontrados. Asimismo, se realizó un registro geomecánico del basamento rocoso a fin de determinar la calidad y resistencia del macizo rocoso subyacente según el criterio de Bieniawski.



Figura N° 2.5 Vista del equipo de perforación

2.3.5 Ensayos de Penetración Estándar (SPT)

En las perforaciones diamantinas se realizaron ensayos SPT con el fin de evaluar de manera indirecta la resistencia del material de relave encontrado en los depósitos.

El ensayo SPT se realiza en el interior de la perforación conforme se va perforando un material blando o arenoso, se realiza por medio de la penetración de un tomamuestras tubular de acero, al tiempo que permite la recolección de muestras alteradas en su estructura para su identificación. La penetración del tomamuestras es producida por una masa de 63,5 Kg que golpea repetidamente al caer desde una altura de 76,2 cm. El ensayo SPT se realiza en tramos de 45 cm. y se toma lectura de la cantidad de golpes por cada 15 cm de penetración. El valor total del número de golpes del SPT es considerando la sumatoria de golpes de los dos últimos tramos de 15 cm.

2.3.6 Ensayos de Penetración a Gran Escala (LPT)

A fin de conocer la resistencia de los materiales en profundidad, se realizaron ensayos LPT. El ensayo LPT se realiza en el interior de la perforación conforme se va perforando materiales arenosos y granulares de TM 2". Estos ensayos fueron efectuados en base al modelo americano, North American Large Penetration Testing (NLPT), comúnmente conocido como LPT.

Este ensayo se realiza de similar manera que el SPT, pero en este caso se usa un martillo de 136 kg, una cabeza de impacto de 36 cm de diámetro, un diámetro exterior de 7,62 cm, un diámetro interior de la zapata de 6,1 cm y un diámetro interior del barril de 6,4 cm.

De acuerdo a la literatura técnica vigente (Daniel, Howie and Sy, 2003), los números de golpes obtenidos con el LPT son aumentados 1,38 veces para obtener el número de golpes equivalentes al ensayo SPT.

2.3.7 Instalación de Piezómetros

La finalidad de la instalación de piezómetros es debido a la necesidad de un control o monitoreo de las condiciones de agua subterránea.

El procedimiento se basa en realizar un sondaje con la ayuda de la misma máquina perforadora hasta una profundidad determinada final de la perforación. Posteriormente y de acuerdo a la estratigrafía encontrada se propone la el diseño y colocación tuberías verticales ranuradas y lisas. El filtro del piezómetro es colocado en la base y alrededor de la tubería ranurada, luego se coloca un sello de bentonita sobre el filtro para aislar la presión de poros en la zona de medición del nivel piezométrico. El espacio entre la tubería vertical y la superficie por encima del sello de bentonita, es rellenado con una mezcla de cemento para prevenir el movimiento no deseado del agua hacia la superficie. Al final de la tubería se le colocará un protector con fines de proporcionar seguridad al piezómetro.

Cabe indicar que en cuanto se termine la instalación de las tuberías y el sellado respectivo se realizará el desarrollo del piezómetro que consiste en la inyección de presión de aire dentro del pozo para retirar cualquier resto de la perforación o materiales en suspensión incluido el agua de la perforación. Luego de 2 a 6 horas de desarrollado el pozo, recién se podrá tomar medidas reales del nivel de agua.⁷

2.3.8 Caracterización Geomecánica del Macizo Rocoso

A partir de los registros de perforaciones realizadas en los puntos de perforación y complementados con resultados de los ensayos de laboratorio de mecánica de rocas, se ha realizado la caracterización del macizo rocoso siguiendo el sistema de clasificación geomecánico RMR según la teoría de Bieniawski.

Para obtener las propiedades relevantes tales como el valor del RQD, la resistencia de la roca intacta, el grado de meteorización, el grado de fracturamiento, y la condición de las discontinuidades se siguieron las recomendaciones del ISRM (International Society of Rock Mechanics).

Los parámetros anteriores fueron utilizados para determinar la valoración del macizo rocoso según el sistema RMR (Rock Mass Rating) desarrollado por Bieniawski (1989). Este sistema de clasificación considera cinco (5) parámetros relacionados con la condición de la roca intacta y la calidad del macizo rocoso, asignando una valoración o puntaje a cada uno de dichos parámetros. Estos puntajes son sumados para obtener una valoración de la calidad del macizo rocoso (RMR básico). Los parámetros utilizados son:

- Resistencia de la roca intacta, obtenida a partir del índice de resistencia a la carga puntual.
- Calidad del testigo de perforación, RQD.
- Espaciamiento de las discontinuidades.
- Condición de las discontinuidades (persistencia, abertura, rugosidad, relleno y meteorización).
- Condición del agua subterránea.

Finalmente se utiliza un sexto parámetro para ajustar la valoración del RMR básico, que indica la influencia de la orientación de las discontinuidades en el macizo rocoso. Este parámetro es un número negativo que refleja en qué medida el rumbo y buzamiento de la familia de discontinuidades más crítica, presente en el macizo rocoso, resulta favorable o desfavorable para la aplicación considerada, tales como túneles, taludes o cimentaciones. En este caso el macizo rocoso servirá de cimentación para las cargas que transmiten los depósitos de relaves y posiblemente a un apilamiento adicional de desmonte de mina encima de las relaveras. Se ha estimado de manera conservadora un factor de ajuste de -7, el cual indica una condición ligeramente desfavorable debido a los buzamientos subverticales detectados en los sistemas de fracturamiento y fallamiento existentes.

El valor ajustado del RMR es utilizado finalmente para describir la calidad del macizo rocoso en cinco clases, las cuales se describen a continuación:

Tabla N° 2.1 Clases de Macizo Rocosos a partir de las valoraciones totales

Valoración RMR	Clase	Descripción
8-19	V	Roca muy mala
20 - 39	IV	Roca mala
40 - 59	III	Roca regular
60 - 79	II	Roca buena
80 - 99	I	Roca muy buena

Fuente: Anddes Asociados SAC, diciembre 2012

2.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Con la finalidad de evaluar la condición de estabilidad física de los tres depósitos de relave 1, 2 y 3 juntos en la condición actual se ha realizado el análisis geotécnico considerando 01 sección de análisis que representan las condiciones más críticas de los depósitos de relaves.

Para el análisis de estabilidad de los taludes existentes en la condición actual de los depósitos de relave 1, 2 y 3 se ha definido un modelo geotécnico que está conformado por material de relaves, presas de relaves, suelo residual, basamento rocoso. Se evaluará la estabilidad en condiciones actuales a corto plazo estático y largo plazo pseudo-estático, considerando fallas locales y globales.

2.4.1 Consideraciones del Diseño Geotécnico

Para garantizar la estabilidad física de la configuración actual de los depósitos de relaves se realizó el análisis de estabilidad de taludes. El análisis de estabilidad debe garantizar la condición estable en la condición estática y deberá verificarse la misma condición estable para la condición pseudo-estática.

A continuación se presenta los procedimientos que fundamentan el análisis de estabilidad.

2.4.2 Metodología del Análisis de Estabilidad

Para el análisis de estabilidad de taludes se utilizó el programa de cómputo Slide (Rocscience, 2010) versión 6.0, a través del método de Spencer según el concepto de equilibrio límite, analizando el talud de manera bidimensional en el estado de deformación plana. La superficie de falla crítica, definida como aquella que proporciona el menor factor de seguridad, fue determinada considerando superficie de falla circular.

Para el análisis pseudo-estático se considera que la masa involucrada en la falla está sometida a una fuerza horizontal igual al coeficiente sísmico multiplicado por el peso de la masa de la superficie de falla, de modo de tomar en cuenta el efecto de las fuerzas inerciales producidas por el sismo de diseño. Según el capítulo 2.2 el coeficiente sísmico horizontal utilizado en el análisis de estabilidad de los depósitos de relaves 1, 2 y 3 es 0,13.

Como hipótesis del análisis se considera que las propiedades de los materiales son homogéneas e isotrópicas y que el colapso se produciría como resultado de fallas simultáneas a lo largo de la superficie de deslizamiento.

2.4.3 Criterios de Análisis

Los factores de seguridad considerados en los análisis de estabilidad de taludes a corto plazo y largo plazo del presente estudio, cumplen con los mínimos requeridos según las recomendaciones de la guía ambiental para la estabilidad de taludes de residuos sólidos del MINEM y las agencias United States Society of Dam (USSD) y United States Bureau of Reclamation (USBR). En el análisis se considerará: Mínimo factor de seguridad estático a corto plazo igual a 1,35, mínimo factor de seguridad estático a largo plazo igual a 1,50, mínimo factor de seguridad pseudo-estático a largo plazo a 1,00.

Se debe indicar que un factor de seguridad pseudo-estático mayor que 1,0 no significa que el material apilado no se moverá durante un terremoto. Lo que probablemente ocurrirá es que los desplazamientos serán mínimos y no se producirán daños permanentes en la estructura del dique o superficie de los depósitos de relaves.

CAPITULO III: EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

3.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO

3.1.1 Generalidades

Para la realización del presente estudio en el 2012 llevó a cabo un programa de trabajos de campo que consistió en la ejecución de perforaciones diamantinas, excavación de calicatas, ensayos DPL, ensayos de SPT, extracción de muestras con tubo Shelby e instalación de piezómetros, también se incluyó el mapeo geológico-geotécnico del área de interés. Los trabajos mencionados se realizaron en el mes de marzo del 2012. Estos trabajos permitieron identificar las unidades geológicas-geotécnicas predominantes en el área del proyecto, caracterizar el macizo rocoso a profundidad, asimismo, se realizó el muestreo representativo de los materiales que lo conforman, con los cuales se realizaron ensayos de laboratorio para la determinación de parámetros de resistencia de los materiales.

Se ha revisado y utilizado la información de estudios geotécnicos anteriores al año 2012 desarrollado por varias empresas consultoras.

En el Anexo A, Anexo D y Anexo E, se presentan los registros de campo, registros fotográficos y planos de ubicación respectivamente de todas las investigaciones geotécnicas realizadas en el presente estudio.

A continuación se detalla los trabajos de campo realizados.

3.1.2 Excavación de Calicatas

La excavación de calicatas se realizó tanto en los vasos y diques de los 03 depósitos de relaves. Se ejecutó un total de 33 excavaciones entre calicatas y trincheras convenientemente distribuidas dentro las áreas de interés. Las profundidades de investigación varían entre 2,00 m a 7,00 m. En la Tabla 3.1 se presenta el resumen de las excavaciones ejecutadas.

Tabla N° 3.1 Resumen de Calicatas y Trincheras

Zona / Sector	Calicata / Trinchera	Coordenadas (m)		Nivel agua (m)	Suelo orgánico (m)	Df (m)	Nivel roca (m)	Prof. Total (m)
		Norte	Este					
Depósito de Relaves 1	CA-101	8 783 453	346 022	NE	NE	ND	NA	3,6
Dique de Depósito de Relaves 2	CA-201	8 783 408	346 472	NE	NE	2,5	NA	5,0
	CA -202	8 783 474	346 498	NE	NE	2,2	NA	5,5
Depósito de Relaves 2	CA-203	8 783 418	346 441	1,6	NE	ND	NA	2,0
	CA-204	8 783 490	346 439	Superf.	NE	ND	NA	2,5
	CA-205	8 783 580	346 499	NE	NE	ND	NA	4,0
	CA-206	8 783 440	346 310	1,2	NE	2,0	NA	3,5
	CA-207	8 783 494	346 332	0,2	NE	ND	NA	2,4
	CA-208	8 783 466	346 260	1,2	NE	ND	NA	2,5
	CA-209	8 783 434	346 137	2,0	NE	1,5	NA	4,5
	CA-210	8 783 579	346 411	0,5	NE	ND	NA	3,6
Dique Dep. Relaves 3	CA-301	8 783 709	346 744	3,3	NE	2,5	NA	4,5
Depósito de Relaves 3	CA-302	8 783 734	346 727	1,2	NE	ND	NA	2,0
	CA-303	8 783 731	346 675	2,6	NE	ND	NA	3,0
	CA-304	8 783 691	346 641	NE	NE	ND	NA	2,7
	CA-305	8 783 671	346 700	NE	NE	ND	NA	3,0
Dique de Depósito de Relaves 3	CA-306	8 783 490	346 671	3,0	NE	ND	NA	4,0
	CA-307	8 783 564	346 714	NE	NE	ND	NA	3,5
Depósito de Relaves 3	CA-308	8 783 544	346 672	0,5	NE	ND	NA	2,0
	CA-309	8 783 446	346 526	NE	NE	2,0	NA	3,5
Dique de Depósito de Relaves 3	CA-310	8 783 543	346 709	5,0	NE	ND	NA	5,5
	CA-311	8 783 608	346 757	NE	NE	1,6	1,6	1,6
	CA-312	8 783 637	346 755	NE	NE	1,3	1,3	1,3
	CA-313	8 783 472	346 670	NE	NE	1,5	NA	4,0
Dique de Depósito de Relaves 3	T-301	8 783 458	346 672	1,7	NE	1,5	NA	1,7

Zona / Sector	Calicata / Trinchera	Coordenadas (m)		Nivel agua (m)	Suelo orgánico	Df (m)	Nivel roca	Prof. Total
	T-302	8 783 451	346 681	1,2	NE	1,2	NA	1,2
	T-303	8 783 473	346 683	1,4	NE	1,5	NA	1,5
	T-304	8 783 478	346 698	1,4	NE	1,5	NA	1,5
	T-305	8 783 507	346 717	NE	NE	1,3	NA	1,3
	T-306	8 783 535	346 734	NE	NE	ND	NA	2,2
	Dique Lateral de Depósito de Relaves 1 y 2	CA-a	8 783 372	346 185	NE	NE	1,0	NA
CA-b		8 783 387	346 290	NE	NE	1,0	NA	2,5
CA-c		8 783 362	346 405	NE	NE	1,0	NA	2,0

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Ensayos de Densidad de Campo (Método del Cono de Arena)

Se realizaron 05 ensayos de densidad de campo por el método del cono de arena en los sectores de los diques de los depósitos de relave 1, 2 y 3. En la Tabla 3.2 se presenta un resumen de los ensayos realizados.

Tabla N° 3.2 Resumen de Ensayos de Densidad - Método del Cono de Arena

Zona/Sector	Descripción	Calicata	SUCS	Prof. (m)	C.H. (%)	Densidad seca (g/cm ³)
Dique de presa de relaves 3 (MD)	Material fino entre 1,10 y 3,50 m por debajo y encima del desmonte de mina y relave respectivamente.	CA-HUA12-306/D1/M1	SM	1,10	22,90	1,70
Dique de presa de relaves 3 (MI)	Material de desmonte de mina entre 0,00 y 0,75 de profundidad, debajo se encuentra la arena limosa hasta 1,90 m y debajo el relave.	CA-HUA12-307/D2/M1	GP-GC	0,75	8,60	2,05
Dique de presa de relaves 2 (Z. central)	Material de desmonte de mina con potencia de 9,60m, debajo se encuentra el relave hasta los 16,50 m.	CA-HUA12-202/D3/M2	GW	2,20	9,20	2,10
Dique de presa de relaves 3 (Z. central)	Material de roca descompuesta desde los 0,50 m hasta 1,60 m, luego continúa el basamento rocoso.	CA-HUA12-311/D4/M1	GC	1,30	16,70	1,97
Dique de presa de relaves 3 (MD)	Material de desmonte de mina con potencia de 9,60m por encima del relave.	CA-HUA12-313/D5/M1	GC	1,80	18,60	1,85

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL)

Se ejecutaron un total de 20 ensayos DPL distribuidos de manera conveniente, básicamente en las zonas donde se ubican los materiales de relave. Se determinará indirectamente la resistencia de acuerdo a los números de golpes. Las profundidades de investigación varían entre 3,00 m y 9,30 m. En la Tabla 3.3 se presenta el resumen de los ensayos DPL realizados.

Tabla N° 3.3 Resumen de ensayos DPL

Ubicación	DPL	Coordenadas (m) *		Prof. Estrato Resistente (m)	Prof. Total (m)
		Norte	Este		
Depósito de Relaves 2	DPL-201	8 783 561	346 487	7,00	7,70
	DPL-202	8 783 566	346 538	5,00	6,30
	DPL-203	8 783 529	346 506	6,40	7,80
	DPL-204	8 783 500	346 477	6,70	7,30

Ubicación	DPL	Coordenadas (m) *		Prof. Estrato Resistente (m)	Prof. Total (m)
		Norte	Este		
Depósito de Relaves 3	DPL-301	8 783 713	346 730	8,70	9,20
	DPL-302	8 783 730	346 709	8,00	8,40
	DPL-303	8 783 732	346 638	5,00	5,00
	DPL-304	8 783 706	346 640	5,10	5,10
	DPL-305	8 783 695	346 706	8,10	9,30
	DPL-306	8 783 659	346 726	6,50	6,70
	DPL-307	8 783 595	346 702	6,50	6,60
	DPL-308	8 783 532	346 675	6,00	7,10
	DPL-309	8 783 588	346 635	5,60	5,80
	DPL-310	8 783 614	346 666	3,00	3,00
	DPL-311	8 783 623	346 683	7,00	7,60
	DPL-312	8 783 531	346 598	8,10	8,70
	DPL-313	8 783 493	346 553	3,10	3,30
	DPL-314	8 783 470	346 607	8,30	8,30
	DPL-315	8 783 419	346 573	5,60	5,70
	DPL-316	8 783 414	346 505	5,60	6,20

Fuente: Elaboración propia

Para poder evaluar la resistencia del relave en base a los ensayos DPL, se ha visto conveniente sectorizar los depósitos de relave para definir a partir de qué profundidades el material adopta una condición más resistente. En la figura 3.1 se muestran los 04 sectores que se describen a continuación:

- Sector 1, ubicado en el depósito de relaves 3 en la margen izquierda, aguas debajo de la configuración general.
- Sector 2, ubicado en el depósito de relaves 3 en la zona central, aguas debajo de la configuración general.
- Sector 3, ubicado en el depósito de relaves 3 en la margen derecha, aguas debajo de la configuración general.
- Sector 4, ubicado en el depósito de relaves 2 en la margen izquierda, aguas debajo de la configuración general.



Figura N° 3.1 Ubicación de los sectores 1, 2, 3 y 4

Se ha realizado la sectorización sólo de los 04 sectores ya que las demás zonas están cubiertas superficialmente por desmonte de mina y no es posible realizar los ensayos DPL. En el cuadro 3.4, se indican las zonas, los ensayos DPL realizados y el número de golpes en orden crecientes a medida que aumenta la profundidad de investigación en el ensayo DPL.

Tabla N° 3.4 Resumen de ensayos DPL, Profundidad y Número de Golpes

Zona	DPL	Profundidad (m)	N° Golpes
1	DPL-301, DPL-302, DPL-303, DPL-304, DPL-305, DPL-306	0,00-6,00	0-13
		6,00-9,00	13-40
2	DPL-307, DPL-308, DPL-309, DPL-310, DPL-311, DPL-312	0,00-5,00	0-13
		5,00-7,00	13-25
		7,00-9,00	25-35
3	DPL-313, DPL-314, DPL-315, DPL-316	0,00-4,00	0-15
		4,00-5,00	15-20
		5,00-8,00	25-45
4	DPL-201, DPL-202, DPL-203, DPL-204	0,00-4,00	0-10
		4,00-6,00	10-20
		6,00-8,00	20-35

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.2, se muestra el comportamiento de la profundidad vs número de golpes realizado en los sectores 1, 2, 3 y 4, este comportamiento resistente es el que gobierna en general los depósitos de relaves.

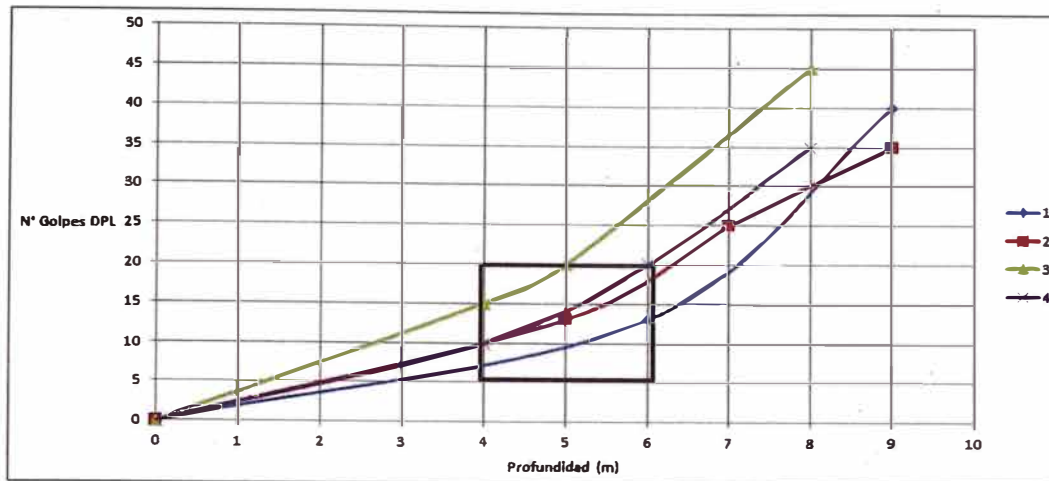


Figura N° 3.2 Tendencia de la resistencia del relave en profundidad

Por último y de acuerdo a la gráfica anterior, se puede concluir que a partir de aproximadamente 5,0 m de profundidad, el material de relave es resistente ya que el número de golpes entre 15 a más.

3.1.5 Perforaciones Diamantinas

El estudio comprende un total de seis perforaciones diamantinas, distribuidas de la siguiente manera: uno en el dique del depósito de relaves 1, dos en el dique del depósito de relaves 2 y tres en el dique y depósito de relaves 3. Las profundidades de perforación fueron entre 27 m y 33 m.

La Tabla 3.5 muestra el resumen de las características generales de las perforaciones realizadas.

Tabla N° 3.5 Resumen de Perforaciones

Ubicación	Perforación	Coordenadas (m) *		Nivel Agua (m)	Nivel Roca (m)	Prof. Total (m)
		Norte	Este			
Depósito de Relaves 1	PR-101	8 783 430	346 205	12,75	28,80	33,00
Dique Depósito de Relaves 2	PR-201	8 783 492	346 498	6,50	16,50	31,50
Dique Depósito de Relaves 2	PR-202	8 783 386	346 470	NM	17,90	20,00
Depósito de Relaves 3	PR-301	8 783 721	346 744	NM	15,35	27,30
Dique Depósito de Relaves 3	PR-302	8 783 489	346 677	NM	16,00	33,00
Depósito de Relaves 3	PR-303	8 783 468	346 634	7,50	16,95	28,50

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta la descripción de cada una de las perforaciones realizadas en los depósitos de relaves 1,2 y 3.

SONDAJE PR-101: Esta perforación presenta un perfil de suelo consistente en material de desmonte mina desde la superficie hasta 1,40 m clasificado como un GW-GM, de 1,40 hasta 11,00 m atraviesa material de relave, clasificado como SP-SM y ML, de 11,00 hasta 16,50 m presenta suelo orgánico, luego atraviesa un estrato clasificado como ML hasta 19,60 m, de 19,60 hasta 21,00 m presenta nuevamente un suelo orgánico o turba, entre 21,00 hasta 29,80 m presenta un estrato arcilloso clasificados como CL de origen aluvial, subyaciendo se ha registrado material gravoso cuya clasificación le corresponde un GM de origen residual. Entre 28,80 m hasta el final de la perforación atraviesa una roca de origen sedimentario (limolita) color rojo oscuro, moderadamente fracturada (RQD de 43 a 90%), de resistencia frágil (R1.5 a R2.0) y de calidad geomecánica mala a regular según el cálculo del índice del RMR básico.

SONDAJE PR-201: Desde la superficie hasta 9,70 m de profundidad atraviesa un material de desmonte mina, correspondiéndole una clasificación GW. Entre 9,70 a 15,80 m se presenta relave clasificado como SP, SM y ML, entre 15,80 a 16,50 m atraviesa un suelo arcilloso, correspondiéndole una clasificación CL, de origen aluvial y residual. Entre 16,50 hasta el final de la perforación atraviesa una roca limolita con sedimentos calcáreos cerca a la superficie, de color gris a gris verdoso, fracturada (RQD de 15 a 100%), de resistencia frágil a medianamente resistente (R2.0 a R3.0) y de calidad geomecánica mala a regular según el cálculo del índice del RMR básico.

SONDAJE PR-202: De similares característica a la perforación PR-201, por su ubicación, presenta un material de desmonte conformado desde la superficie hasta 8,10 m de profundidad, clasificado como GW. De 8,10 hasta 11,50 m atraviesa material relave clasificado como SP-SM. Desde 11,50 hasta 17,90 m presenta un material clasificado como GW. Desde 18,00 m hasta el final de la perforación se registró roca sedimentaria (limolita) color rojo oscuro a gris verdoso en su tramo final, levemente fracturada (RQD de 85 a 100%), de resistencia frágil (R2.0) y de calidad geomecánica regular según el cálculo del índice del RMR básico.

SONDAJE PR-301: Desde la superficie hasta 1,50 m de profundidad atraviesa un estrato de desmonte de mina. De 1,50 a 13,45 m se presenta relave clasificado como CL y CL-ML, Entre 13,35 hasta 15,00 m atraviesa material orgánico clasificado como ML. De 15,00 a 15,35 m se presenta un suelo de origen residual clasificado como GC. Desde 15,35 m hasta el final de la perforación atraviesa roca arenisca color gris verdoso, intercalado con limolitas de similar coloración, se presenta levemente fracturada (RQD de 60 a 100%), resistente (R 3.0) y de calidad geomecánica regular a buena según el cálculo del índice del RMR básico.

SONDAJE PR-302: Esta perforación, se caracteriza por presentar un estrato de relleno hasta 3,00 m clasificándose como GM y CL-ML, seguido de material de relave hasta 13,00 m clasificado como CL-SM. De 13,00 hasta 15,90 m se presenta un tipo de suelo tipo SM, SP de origen aluvial. Desde 15,90 m hasta el final de la perforación presenta un perfil de roca calcárea color gris oscuro con alto contenido de venillas de calcita, seguido de un estrato de limolita color rojo oscuro, se presenta moderadamente fracturada a brechada (RQD de 0 a 100%), de resistencia extremadamente frágil a medianamente resistente (R0.0 a R3.0) y de calidad geomecánica muy mala a buena según el cálculo del índice del RMR básico.

SONDAJE PR-303: Desde la superficie hasta los 0,50 m de profundidad atraviesa un estrato de desmonte de mina clasificado como GM. Desde 0,50 a 9,45 m se presenta relave clasificado como SM y ML, desde 9,45 hasta 15,80 m atraviesa material de desmonte de mina clasificado como GW-GM; entre 15,80 a 16,40 se registró suelo orgánico clasificado como OL, desde 16,40 hasta 16,95 m atraviesa desmonte de mina tipo GM. Finalmente de 16,95 m hasta el final de la perforación atraviesa roca arenisca intercalada con estratos de limolita color rojo oscuro, se presenta moderadamente fracturada (RQD de 30 a 95%), frágil a moderadamente resistente (R2.0 a R3.0) y de calidad geomecánica regular a buena, según el cálculo del índice del RMR básico.

En La Tabla 3.6 se resume los pozos investigados.

Tabla N° 3.6 Resumen de Pozos Perforados

Perforación	Profundidad de estratos	Identificación de material	Nivel Roca (m)	Nivel Agua (m)	Prof. Total (m)
PR-101	0,00-1,50	Grava bien gradada con limo y arena (GW-GM)	28,80	12,75	33,00
	1,50-3,20	Arena mal gradada con limo (SP-SM)			
	3,20-5,20	Limo de baja plasticidad (ML)			
	5,20-10,90	Arena mal gradada con limo (SP-SM)			
	10,90-16,40	Turba (Pt)			
	16,40-19,60	Limo de baja plasticidad (ML)			
	19,60-21,00	Turba (Pt)			
	21,00-22,70	Arcilla de alta plasticidad (CH)			
	22,70-24,00	Limo de baja plasticidad (ML)			
	24,00-27,20	Arcilla de alta plasticidad (CH)			
	27,20-28,80	Grava mal gradada con arena y limo (GP)			
	28,80-33,00	Roca (Limolita)			
PR-201	0,00-9,60	Grava bien gradada con arena y limo (GW)	16,50	6,50	31,50
	9,60-11,00	Arena mal gradada con limo (SP)			
	11,00-11,60	Limo arcilloso de plasticidad baja (ML)			
	11,60-15,80	Arena limosa (SM)			
	15,80-16,50	Arcilla limosa con gravas (CL)			
	16,50-31,50	Roca (Limolita)			
PR-202	0,00-8,10	Grava bien gradada con arena y limo (GW)	17,90	NM	20,00
	8,10-11,50	Arena mal gradada con limo (SP)			
	11,50-14,00	Grava limosa (GM)			
	14,00-17,90	Grava bien gradada con arena y limo (GW)			
	17,90-20,00	Roca (Limolita)			
PR-301	0,00-0,50	Grava limosa con arena (GM)	15,35	NM	27,30
	0,50-4,00	Arena limosa (SM)			
	4,00-13,60	Limo arenoso (ML)			
	13,60-15,35	Grava arcillosa (GC)			
	15,35-27,30	Roca (Arenisca / Limolita)			
PR-302	0,00-3,00	Grava limosa (GM)	16,00	NM	33,00
	3,00-10,00	Limo de baja plasticidad (ML)			
	10,00-11,50	Arena limosa (SM)			
	11,50-13,00	Limo de baja plasticidad (ML)			
	13,00-14,00	Arena limosa (SM)			
	14,00-16,00	Arena mal gradada (SP)			
	16,00-33,00	Roca (Limolita)			
PR-303	0,00-0,50	Grava bien grada con arena y limo (GW-GM)	16,95	7,50	28,50
	0,50-2,00	Arena limosa (SM)			
	2,00-3,00	Limo de baja plasticidad (ML)			

Perforación	Profundidad de estratos	Identificación de material	Nivel Roca	Nivel Agua	Prof. Total
	3,00-9,45	Arena mal gradada con limo (SP-SM)			
	9,45-15,80	Grava bien grada con limo y arena (GW-GM)			
	15,80-16,50	Turba (pT)			
	16,50-16,95	Grava limosa con arena (GM)			
	16,95-28,50	Roca (Arenisca / Limolita)			

Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Ensayos de Penetración Estándar (SPT)

Conforme se profundizó la perforación y de acuerdo a los materiales blandos encontrados se realizaron los ensayos SPT como corresponden. La Tabla 3.7 presenta el resumen de los ensayos SPT realizados en cada perforación.

Tabla N° 3.7 Resumen de Ensayos SPT

Zona / Sector	Perforación	Ensayo SPT / Muestra	Profundidad (m)	Tipo de Suelo (SUCS)	N _{SPT}
Depósito de relaves 1	PR-101	SPT-01 / M-1	3,70-4,15	ML	14
		SPT-02 / S/M	7,50-7,95	SP-SM	16
		SPT-03 / M-3	10,90-11,35	Pt	8
		SPT-04 / M-5	25,60-26,05	CH	6
Dique del depósito de relaves 2	PR-201	SPT-01 / M-2	13,15-13,60	SM	14
		SPT-02 / M-3	15,35-15,80	SM	54
	PR-202	SPT-01 / M-1	10,00-10,45	SP	19
		SPT-02 / M-2	11,50-11,95	GM	17
Depósito de relaves 3	PR-301	SPT-01 / M-1	1,50-1,95	SM	2
		SPT-02 / M-2	3,00-3,45	SM	2
		SPT-03 / M-4	5,70-6,15	CL	2
		SPT-04 / M-6	8,40-8,85	CL	5
		SPT-05 / M-7	10,00-10,45	ML	2
		SPT-06 / M-8	13,00-13,45	ML	10
		SPT-07 / M-10	15,00-15,20	GC	40
Dique del depósito de relaves 3	PR-302	SPT-01 / M-2	4,00-4,45	ML	1
		SPT-02 / M-4	7,00-7,45	ML	11
		SPT-03 / M-5	8,50-8,95	ML	1
		SPT-04 / M-6	10,00-10,45	SM	3
		SPT-05 / M-7	13,00-13,45	SM	18
Depósito de relaves 3	PR-303	SPT-01 / M-1	1,50-1,95	SM	2
		SPT-02 / M-2	3,00-3,45	SP-SM	22
		SPT-03 / M-4	7,50-7,95	SP-SM	8
		SPT-04 / M-5	9,00-9,45	SP-SM	8

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de estos ensayos muestran en general que los suelos finos presentan consistencia blandas, mientras que los suelos granulares presentan compacidad suelta.

3.1.7 Ensayos de Penetración a Gran Escala (LPT)

Conforme se profundizó la perforación y de acuerdo a los materiales granulares encontrados se realizaron los ensayos LPT como corresponden. La Tabla 3.8 muestra el resumen de los resultados obtenidos del ensayo realizado en el sondeo.

Tabla N° 3.8 Resumen de Ensayos LPT

Zona	Perforación	Ensayo LPT	Profundidad (m)	Tipo de suelo (SUCS)	N _{LPT}	N _{SPT}
Dique de presa de relaves 3	PR-302	LPT-1	1,50-1,95	GM	21	29

Fuente: Elaboración propia

El resultado de este ensayo muestra que el estrato granular es medianamente denso.

3.1.8 Medición del Nivel Freático

Finalizada la instalación de cada piezómetro y luego de su desarrollo se procedió a tomar las lecturas del nivel piezométrico, para observar su variabilidad y el nivel que se va estabilizando con el paso del tiempo. Con esto se busca obtener el nivel estático en un determinado tiempo. En la Tabla 3.9 se presentan los registros de los niveles de agua después de 24 horas de haber realizado la instalación del piezómetro en cada perforación.

Tabla N° 3.9 Niveles de Agua Registrados

Perforación	Coordenada UTM (m)*		Nivel Agua (m)	Prof. Total (m)
	Este	Norte		
PR-101	8 783 430	346 205	12,75	33,00
PR-201	8 783 492	346 498	6,50	31,50
PR-303	8 783 469	346 634	7,50	28,50

Fuente: Elaboración propia

3.1.9 Mapeo Geológico Geotécnico

Como parte de la investigación geotécnica de este estudio se realizó el mapeo geológico-geotécnico del área de estudio y de las áreas circundantes, con el fin de identificar los rasgos geológicos y unidades geológicas-geotécnicas presentes, las cuales se muestran en el Anexo E Plano de Investigaciones Geotécnicas y Mapeo Geológico-Geotécnico.

3.1.10 Unidades Geológicas – Geotécnicas

De acuerdo con el mapeo geológico-geotécnico, el área de proyecto se encuentra sobre una quebrada de origen glaciar de flancos de pendiente suave a moderada, está constituida por depósitos residuales sobreyaciendo a rocas sedimentarias que afloran en ambas márgenes de la quebrada. Asimismo, se presentan depósitos de suelo orgánicos, suelos residuales, depósito glaciar-fluvial, depósitos aluviales y depósito morrénicos.

Las seis unidades geotécnicas definidas en el área de estudio se describen a continuación:

Unidad Geológica-Geotécnica I

Están conformados Bofedales y Suelos Orgánicos, son suelos finos intercalados con suelos altamente orgánicos (turba) de espesores variables, se presentan muy húmedos a saturados debido al deficiente drenaje artificial que presenta. Se ha encontrado en algunas perforaciones con potencia variables de hasta 10 m. Se observan en gran magnitud al sur y en del área de interés.

Debido a sus características geotécnicas esta unidad no es apropiada como materiales de cimentación.

Unidad Geológica - Geotécnica II

Conformados por depósitos Glacial-fluvial, corresponden a los sedimentos transportados por los ríos y quebradas que se depositan en el fondo de los lagos. El sedimento es el resultado de los efectos de la erosión ocasionada por la acción del viento y el agua. Se han encontrado mayormente en la perforación PR-101 con una potencia de hasta 6 m. Estos suelos se comportan como suelos blandos consistentes en limos y arcillas de baja a alta plasticidad, muy húmedos

a saturados, generalmente estos materiales no son apropiados para fines de cimentación.

Unidad Geológica - Geotécnica III

Conformados por depósitos de depósitos aluviales, esta unidad está conformada que fueron erosionados y re-depositados rellenando la quebrada principal y sus tributarios, conformados en general por arenas, gravas, gravas limosas y arcillas limosas, plasticidad baja a media y de compacidad suelta a medianamente densa, la humedad varía de ligeramente húmeda a muy húmeda, la grava presenta formas subangulosas.

Esta unidad geotécnica se encuentra ubicada en ambos márgenes de la quebrada San José.

Unidad Geológica - Geotécnica IV

Depósito Morrénico, esta unidad geotécnica está compuesta íntegramente de suelos de naturaleza morrénica. En el área de estudio este depósito se presenta como grava arcillo limosa, grava limosa con arena y arena limosa con grava, con presencia de bolonería en toda su composición, la plasticidad varía de baja a media, variando su compacidad de medianamente densa a muy densa y húmeda.

Estos depósitos son competentes para propósitos de cimentación, debido a su grado de compacidad y a la presencia de un porcentaje considerable de grava en su estructura. Hay que señalar que debido a la naturaleza del material, estos materiales pueden ser utilizados como material de préstamo para relleno estructural y suelo de baja permeabilidad.

Unidad Geológica - Geotécnica V

Suelo Residual, esta unidad está conformada por basamento rocoso que ha sufrido una fuerte meteorización y/o alteración in situ. En la zona estudiada la roca limolita se ha meteorizado hasta el grado de limos y arenas limosas con la consiguiente pérdida de sus propiedades de resistencia que caracterizan a materiales rocosos.

Los suelos residuales varían su conformación entre un limo y arena limosa, lo cual hace que presente plasticidad variable desde baja a media, presenta

compacidad media a densa para los suelos más granulares y consistencia firme a rígida para suelos con mayor contenido de finos, se encuentran húmedos, de color generalmente rojizo y gris verdoso, con estructura homogénea.

Unidad Geológica - Geotécnica VI

Basamento Rocoso, esta unidad está conformada mayormente por limolitas, areniscas color rojo con tonalidades verdes y algunos niveles calcáreos color gris a gris verdoso, en general, estos afloramientos presentan resistencias promedio de R2 a R3 entre frágil a medianamente resistente, se presentan predominantemente en las márgenes de las presas de relaves.

En general, estos materiales pueden ser removidos con voladura y en algunos casos con tractor. Dada sus características, estos materiales pueden en general, soportar taludes de corte pronunciados.

3.2 ENSAYOS DE DELABORATORIO

3.2.1 Generalidades

Durante el desarrollo de la exploración geotécnica de campo se obtuvieron muestras representativas de las calicatas, trincheras y perforaciones realizadas en la zona de interés.

En los materiales indicados se llevaron a cabo ensayos de mecánica de suelos para su caracterización, para determinar los parámetros geotécnicos y así definir adecuadamente el modelo geotécnico de la sección de análisis. Los ensayos fueron realizados en los laboratorios de Lima.

Los ensayos de laboratorio fueron llevados a cabo siguiendo los procedimientos recomendados según las versiones actualizadas de los métodos de ensayo de la Sociedad Norteamericana de Ensayos y Materiales (ASTM). El detalle de los ensayos de laboratorio se presenta en el Anexo B. A continuación se muestran los ensayos realizados en el presente estudio.

3.2.2 Ensayos Índice de Mecánica de Suelos

En las muestras obtenidas en la exploración de campo, se llevaron a cabo ensayos estándar de laboratorio con fines de identificación y clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Las propiedades

índices de los suelos ensayados se resumen en la Tabla 3.10 en términos de granulometría, límite de plasticidad y contenido de humedad.

Las normas correspondientes que rigen estos ensayos para clasificar muestras de suelo son:

- Análisis Granulométrico por Tamizado e Hidrómetro, ASTM D-422.
- Límite Líquido y Límite Plástico, ASTM D-4318.
- Contenido de Humedad, ASTM D-2216.

Tabla N° 3.10 Resumen de Ensayos de Clasificación SUCS

Investigación	Muestra	Prof.(m)	Clasif. SUCS	Granulometría			LL (%)	IP (%)	C.H. (%)
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)			
CA-202	M-1	0,0-2,2	GP-GC	61,0	27,5	11,4	22	14	8,0
CA-202	M-2	2,2-5,5	GC	53,9	33,0	13,1	22	7	7,8
CA-210	M-1	0,0-2,7	GC-GM	68,3	19,2	12,5	21	6	9,5
CA-301	M-2	2,5-4,0	GC	51,7	31,4	16,9	31	9	14,6
CA-304	M-1	0,0-0,7	ML	0,0	49,7	50,3	NP	NP	29,8
CA-306	M-1	1,1-2,1	SM	7,6	67,0	25,4	NP	NP	14,4
CA-307	M-1	0,0-0,7	GP-GC	61,7	26,5	11,8	28	8	8,5
CA-311	M-1	0,5-1,6	GC	39,6	29,9	30,5	35	14	16,7
CA-313	M-1	0,0-4,0	GC	54,2	19,6	26,2	37	15	15,6
Mezcla (CA-a)	M-1 / M-2	0,0-2,0	GC	57	27	16	22	7	2,7
Mezcla de desmonte mina	M-1 / M-2	Superficial	GP-GM	62,1	30,9	7	NP	NP	4,4
PR-101	SPT-1 / M-1	3,7-4,15	ML	1,0	47,2	51,8	NP	NP	20,5
PR-101	Shelby / M-2	5,2-5,8	ML	0,0	41,8	58,2	NP	NP	20,4
PR-101	M-5	22,0-22,6	CH	0,0	0,0	100,0	69	45	65,0
PR-101	SPT-4 / M-6	25,6-26,05	CL	0,0	3,2	96,8	47	28	39,9
PR-201	Shelby / M-1	12,5-13,15	SM	0,0	62,3	37,3	NP	NP	21,2
PR-201	M-3	7,8-7,95	SC	29,3	35,8	34,9	32	15	17,5
PR-202	SPT-1 / M-1	10,0-10,45	SP-SM	0,2	94,8	5,0	NP	NP	21,2
PR-202	SPT-2 / M-2	11,5-11,95	SP-SM	22,3	70,1	7,6	NP	NP	22,2
PR-301	Shelby / M-5	7,75-8,4	CL	0,0	9,3	90,7	30	10	35,6
PR-301	SPT-5 - M-7	10,0-10,45	CL / CL-ML	0,0	16,3	83,7	23	7	30,5
PR-301	SPT-7 / M-10	13,6-15,0	GC	31,9	29,5	38,6	32	15	14,8
PR-302	LPT -1 / M-1	1,5-1,95	CL-ML	1,3	14,2	84,6	23	7	36,5
PR-302	Shelby / M-3	5,3-5,95	CL	0,0	0,6	99,4	42	18	54,9

Investigación	Muestra	Prof.(m)	Clasif. SUCS	Granulometría			LL (%)	IP (%)	C.H. (%)
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)			
PR-302	SPT-3 / M-5	8,5-8,95	CL	0,0	0,0	100,0	47	23	54,8
PR-302	SPT-5 / M-7	13,0-13,45	SM	10,2	59,8	30,0	NP	NP	20,7
PR-303	SPT-1 / M-1	1,5-1,95	GW	90,0	9,4	0,6	NP	NP	4,1
PR-303	SPT-3 / M-4	7,5-7,95	SM	0,0	74,7	25,3	NP	NP	19,1

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Ensayos de Contenido de Humedad

De acuerdo a la necesidad de obtener datos de humedades para el remoldeo de los ensayos especiales de compresión triaxial CU. En las muestras obtenidas en la exploración de campo, se llevaron a cabo ensayos de contenidos de humedad. Los ensayos de Contenido de Humedad se realizaron bajo la norma, ASTM D-2216. Los resultados se resumen en la Tabla 3.11 en términos de contenido de humedad (%).

Tabla N° 3.11 Resumen de Ensayos de Contenido de Humedad

Investigación	Muestra	Prof.(m)	C.H. (%)
CA-306	M-1/D-1	1,1	22,9
CA-307	M-1/D-2	0,7	8,6
CA-311	M-1/D-4	0,5-1,6	12,8
PR-202	M-2/D-3	2,2-5,5	9,2
PR-313	M-1/D-5	1,8	18,6
PR-101	M-3/SPT-3	10,9-11,35	63,7 / 75,6 / 95,0 / 145,9

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Peso Volumétrico y Densidad Natural

De acuerdo a la necesidad de obtener datos de densidad para el remoldeo de los ensayos especiales de compresión triaxial CU. En las muestras obtenidas en la exploración de campo, se llevaron a cabo ensayos de densidad natural. Los resultados se resumen en la Tabla 3.12.

Tabla N° 3.12 Resumen de Ensayos de Peso Volumétrico y Densidad

Investigación	Muestra	Prof.(m)	Densidad Natural promedio (gr/cm ³)	Densidad Natural promedio (gr/cm ³)	C.H. (%)
PR-101	M-4	11,35-12,20	1,32	0,992	33,2
PR-101	M-4	11,35-12,20	1,32	0,595	122,1
PR-201	M-1	12,50-13,15	2,23	1,81	22,9
PR-301	M-1	7,75-8,40	2	1,52	31,7

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Ensayos de Compactación Proctor Estándar

Se realizó dos ensayos de compactación Proctor Estándar con la finalidad de hallar la variación de la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) para caracterizar a los materiales básicamente de las presas de relaves (Diques) de acuerdo a los requerimientos citados en la Tabla 3.13. Los ensayos fueron ejecutados según los procedimientos indicados en la norma ASTM D-698.

Tabla N° 3.13 Resumen de Ensayos de Próctor Estándar

Zona	Investigación	Profundidad (m)	Muestra	SUCS	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
Dique lateral de los depósitos de relave 1 y 2	Mezcla CA-a	0,00-2,00	M-1 / M-2	GC	2,15	6,8
Cantera Narcizo	Mezcla desmonte de mina	Superficial	M-1 / M-2	GP-GM	2,42	5,9

Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Ensayo Triaxial Consolidado No drenado (CU)

Se realizaron 05 ensayos triaxiales consolidados no drenados CU con especímenes de 2,8" a 6", según el requerimiento de la caracterización de los materiales componentes en los depósitos de relaves y presas de relaves, con medición de presión de poros y en condición saturada. Los ensayos triaxiales de acuerdo a la naturaleza de los materiales se realizaron tanto con muestras inalteradas (muestras ensayadas con la densidad y humedad natural) y alteradas (muestras remoldeadas al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo Proctor estándar con el óptimo contenido de humedad y en algunos casos remoldeado con la densidad obtenida del ensayo de densidad de campo por el

método del cono de arena. El ensayo fue ejecutado según los procedimientos indicados en las normas ASTM D-4767. Un resumen de los resultados de estos ensayos se presenta en la Tabla 3.14.

Tabla N° 3.14 Resumen de Ensayos Triaxiales-CU

Zona	Investigación	Muestra	Prof. (m)	Clasif. SUCS	D.S. (kN/m ³)	C. H. (%)	Parámetros			
							Efectivos		Totales	
							C' (kPa)	Φ' (°)	C (kPa)	Φ (°)
Depósito de relave 3	PR-301	M-5	7,75-8,40	CL	1,4	42,4	18,0	29,6	12,0	14,6
Dique de depósito de relave 2	CA-202	M-2	2,20-5,50	GC	2,0	7,8	0,0	41,7	95,0	15,8
Dique de depósito de relave 2	PR-201	M-1	12,50-13,15	SM	1,8	22,9	2,0	38,3	314,0	34,0
Desmante de Mina	Desmante	-	Superficial	GP-GM	2,1	4,6	35,0	40,3	328,0	12,5
Dique lateral de depósitos de relave 1 y 2	Dique lateral	-	0,00-2,00	GC	2,1	5,4	11,0	41,0	167,0	11,9

Fuente: Elaboración propia

3.2.7 Ensayo de Consolidación

De las muestras de relave se realizó un ensayo de consolidación unidimensional en especímenes de muestras inalteradas obtenidas mediante tubos Shelby, los especímenes para los ensayos tienen un área de 50 cm² y una altura de 2 cm. Un resumen de los resultados se presenta en la Tabla 3.15.

Tabla N° 3.15 Resumen de Ensayos de Consolidación

Sondaje	Muestra	Prof. (m)	Clasif. SUCS	σ' (Kg/cm ²)	Cv (cm ² /min)	σ'c (Kg/cm ²)	Cc	Cs
PR-03	M-03	4,00 - 4,65	ML	0,1	0,8	0,5	0,081	0,012

Fuente: Elaboración propia

3.2.8 Ensayo de Carga Puntual

Se realizaron 10 ensayos de carga puntual con la finalidad de determinar por correlaciones existentes la resistencia a la compresión uniaxial de las muestras de roca obtenidas en la etapa de exploración de campo de este estudio. Los ensayos fueron ejecutados según los procedimientos indicados en la norma ASTM D-5731, a partir de estos resultados se le asignó el grado de dureza de la

roca intacta, según la Tabla 3.16. Un resumen de los resultados de estos ensayos se presenta en la Tabla 3.17

Tabla N° 3.16 Resistencia de la Roca

Resistencia ISMR	Descripción
R0.0	Roca extremadamente frágil (blanda)
R1.0	Roca muy frágil
R2.0	Roca frágil
R3.0	Roca medianamente resistente
R4.0	Roca resistente
R5.0	Roca muy resistente
R6.0	Roca extremadamente resistente

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2012

Tabla N° 3.17 Resumen de Ensayos de Carga Puntual

Zona	Calicata	Muestra	Prof. (m)	Litología	Carga Puntual		Grado de Dureza
					$I_{S(50)}$ (Mpa)	σ_0 (Mpa)	
Dique de depósito de relaves 1	PR-101	M-1	32,0-32,4	Limolita	1,98	48	R3
Dique de depósito de relaves 2	PR-201	M-1	17,4-17,55	Limolita	2,3	55	R4
	PR-201	M-2	20,85-21,02	Limolita	1,67	40	R3
	PR-201	M-3	26,3-26,75	Limolita	1,84	44	R3
	PR-201	M-4	30,9-31,2	Limolita	3,36	81	R4
	PR-202	M-1	18,2-18,5	Limolita	1,36	33	R3
	PR-202	M-2	19,2-19,9	Limolita	1,5	36	R3
Depósito de relaves 3	PR-301	M-11	19,95-21,35	Arenisca	1,73	41	R3
	PR-302	M-8	22,4-22,6	Limolita	1,78	43	R3
	PR-303	M-6	24,5-25,14	Arenisca	1,42	34	R3

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la resistencia a la carga puntual y el grado de dureza de la roca andesita varía entre medianamente resistente y resistente. Por lo tanto, los materiales sedimentarios serán zonificados y seleccionados de acuerdo a cada perforación.

3.2.9 Ensayo de Propiedades Físicas de la Roca

SE realizaron cuatro ensayos de propiedades físicas en roca de los testigos extraídos de las perforaciones. Los ensayos de propiedades físicas se realizaron siguiendo la norma ASTM 2216-02.

Tabla N° 3.18 Propiedades Físicas de la Roca

Perforación	Prof. (m)	Tipo de Roca	Densidad seca (gr./cm ³)	Densidad húmeda (gr./cm ³)	Porosidad aparente (%)	Absorción (%)	Peso específico aparente (KN/m ³)
PR-HUA-201 / M-2	20,85-21,02	Limolita	2,52	2,6	7,63	3,03	24,7
PR-HUA-101 / M-1	32,00-32,40	Limolita	2,62	2,67	4,94	1,89	25,66
PR-HUA-201 / M-4	30,90-31,20	Limolita	2,61	2,66	4,35	1,66	25,62
PR-HUA-202 / M-2	19,20-19,90	Limolita	2,38	2,43	5,26	2,21	23,31

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD FÍSICA Y QUÍMICA

Para garantizar la estabilidad física de la configuración propuesta para el cierre de los depósitos de relaves 1, 2 y 3, se realizó el análisis de estabilidad de taludes de estos depósitos en condiciones actuales y con el apilamiento proyectado con desmonte de mina.

El análisis realizado indica que las condiciones de estabilidad para el cierre de los depósitos de relaves 1, 2 y 3 están garantizados, considerando el recrecimiento y perfilado del desmonte de mina.

A continuación se presenta los procedimientos que fundamentan el análisis de estabilidad de taludes.

4.1 ANÁLISIS DE CONSOLIDACIÓN

Se realizaron los cálculos de los asentamientos por consolidación primaria y secundaria generados por el incremento de esfuerzos en el estrato de relave saturado debido a la colocación del desmonte de mina. Se utilizaron las soluciones de la ecuación diferencial de la consolidación primaria unidimensional (Terzaghi & Frohlich), para las condiciones en que el incremento de esfuerzos dentro del suelo es mayor que la presión de pre-consolidación se tiene:

$$s = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \frac{(\sigma'_c + \Delta\sigma')}{\sigma'_0}$$

Donde:

s_p	:	Asentamientos por consolidación primaria
C_s	:	Índice de expansión
C_c	:	Índice de compresión
H	:	Espesor del sub-estrato
σ'_0	:	Presión efectiva inicial para el sub-estrato
σ'_c	:	Presión de pre-consolidación
$\Delta\sigma'$:	incremento de presión vertical en el sub-estrato
e_0	:	Relación de vacíos inicial

Para los asentamientos de consolidación secundaria se tomó como referencia el intervalo de tiempo entre el tiempo necesario para llegar al 90% de consolidación y el tiempo de vida del proyecto, para lo cual se usó la siguiente expresión:

Donde:

$$s = \frac{C_{\alpha} H}{1 + e_p} \log \frac{t_1}{t_2}$$

- s_s : Asentamientos por consolidación secundaria
- C_{α} : Índice de compresión secundaria
- H : Espesor del sub-estrato
- e_p : Relación de vacíos después de la consolidación primaria
- t_1/t_2 : Tiempos

4.1.1 Condiciones Analizadas

Se ha tomado en cuenta las siguientes condiciones para el análisis:

- Para estimar el máximo asentamiento de la cimentación se ha considerado la condición de apilamiento de una altura de 5 m de desmote, considerando todas las cargas aplicadas generadas por la acumulación del material de desmote de mina.
- De manera conservadora se asumió que la densidad del desmote será de 20 kN/m³ (que originalmente es 22 kN/m³), el cual generará cargas en el relave en una sola fase del apilamiento.
- Se consideró un modelo geotécnico simplificado de tres estratos de suelo conformados por los siguientes materiales: relave y suelo residual sobre basamento rocoso. Se ha considerado al material que los relaves se encuentran en condiciones saturadas y no drenadas.
- El análisis de deformaciones verticales (asentamiento) de la cimentación, se realizó considerando un espesor de suelo (relave) de 15 m, el cual tiene es susceptible a la consolidación.
- Para determinar el incremento de esfuerzos verticales en el relave, se discretizó el espesor de 5 m de desmote a fin de determinar los

incrementos de esfuerzos y asentamientos generados por consolidación primaria y secundaria.

4.1.2 Resultados Obtenidos

Para evaluar los asentamientos de la cimentación por consolidación, se realizó un análisis unidimensional, el cual proporciona resultados similares a los calculados con el análisis numérico bidimensional, debido a que se trata de un depósito de gran extensión, donde el flujo que genera la consolidación será predominantemente vertical, es decir, unidimensional.

El resumen de los resultados de los análisis asentamientos por consolidación de la cimentación se presentan en la Tabla 4.1.

Tabla N° 4 .1 Resultados de Análisis de Consolidación Unidimensional

Instalación	Fase	Consolidación	
		Consolidación Primaria (días)	Total (años)
Deposito de relaves 1, 2 y 3	Fase 1	1689	4,7

Según se observa en la tabla anterior el relave de los depósitos 1, 2 y 3 presenta un asentamiento máximo de 0,91 cm en un lapso de aproximadamente 5 años. Por lo tanto, para el análisis de estabilidad a largo plazo, se justifica la hipótesis de condiciones drenadas de los relaves.

4.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

En el análisis geotécnico se ha considerado 02 secciones (la sección 1-1 en el sentido longitudinal a lo largo de los depósitos de relaves, y la sección 2-2 en el sentido transversal a los mismos), La sección 1-1 es la que representa la condición más crítica de los depósitos de relaves con la finalidad de evaluar la condición de estabilidad física de la configuración de cierre de estos depósitos de relave mediante el apilamiento de desmonte de mina.

Para el análisis de estabilidad de los taludes existentes y proyectados para cierre de estos depósitos, el modelo geotécnico está conformado por basamento rocoso, suelo residual, material de relave, presa de relave y material de apilamiento (desmonte de mina). Se ha evaluado la estabilidad en condiciones actuales, en condiciones a corto plazo y en condiciones a largo plazo estático y pseudo-estático, considerando fallas locales y globales.

Cabe indicar que el escenario a largo plazo correspondiente al cierre, involucra la consolidación del relave por las cargas de apilamiento de desmonte de mina en gran parte de los depósitos de relave 1, 2 y 3, lo cual mejorará las características del relave en un plazo de 04 años aproximadamente. Además, éste escenario mejora aún más debido a que en el espaldón del dique del depósito de relaves 3 será cubierto por relave grueso cicloneado producto del recrecimiento de los depósitos de relaves 4.

4.2.1 Metodología de Análisis

Para el análisis de estabilidad de taludes se utilizó el programa de cómputo SLIDE (Rocscience, 2010) versión 6.0, a través del método de Spencer según el concepto de equilibrio límite, analizando el talud de manera bidimensional en el estado de deformación plana. La superficie de falla crítica, definida como aquella que proporciona el menor factor de seguridad, fue determinada considerando superficie de falla circular.

Para el análisis pseudo-estático se considera que la masa involucrada en la falla está sometida a una fuerza horizontal igual al coeficiente sísmico multiplicado por el peso de la masa de la superficie de falla, de modo de tomar en cuenta el efecto de las fuerzas inerciales producidas por el sismo de diseño. El coeficiente sísmico horizontal utilizado para la ubicación de los depósitos de relaves es de 0,13.

Como hipótesis del análisis se considera que las propiedades de los materiales son homogéneas e isotrópicas y que el colapso se produciría como resultado de fallas simultáneas a lo largo de la superficie de deslizamiento.

4.2.2 Criterios de Análisis

Los factores de seguridad considerados en los análisis de estabilidad de taludes a corto plazo y largo plazo del presente diseño, cumplen con los mínimos requeridos según las recomendaciones de la guía ambiental para la estabilidad de taludes de residuos sólidos del MINEM y las agencias United States Society of Dam (USSD) y United States Bureau of Reclamation (USBR). En el análisis se considerará:

- Mínimo factor de seguridad estático a corto plazo igual a 1,35.

- Mínimo factor de seguridad estático a largo plazo igual a 1,50.
- Mínimo factor de seguridad pseudo-estático a largo plazo a 1,00.

Se debe indicar que un factor de seguridad pseudo-estático mayor que 1,0 no significa que el cuerpo del botadero con apilamiento no se moverá durante un sismo. Lo que probablemente ocurrirá es que los desplazamientos serán mínimos y no se producirán daños permanentes en la estructura del dique conjuntamente con el desmonte de mina.

4.2.3 Condiciones Analizadas

Se ha tomado en cuenta las siguientes condiciones para el análisis:

- El análisis en condiciones estáticas y pseudo-estáticas ha considerado la condición más crítica que corresponde a la sección de mayor altura y de mayor pendiente, representada por las secciones 1-1. La sección 2-2 será para verificar la estabilidad física en la sección transversal del botadero. En la parte final del análisis se ha considerado el crecimiento final del apilamiento a la cota 4 484 msnm, en condiciones de cierre.
- Para las secciones de análisis se asumió que las potenciales fallas a ocurrir son del tipo circular, a lo largo de material de apilamiento, relave actual, relave consolidado y presa de relaves (dique de contención).
- De acuerdo a la información del mapeo geológico-geotécnico, perforaciones diamantinas, excavación de calicatas y ensayos DPL, el área de los depósitos de relaves se encuentran yaciendo sobre basamento rocoso de limolitas y areniscas.

4.2.4 Propiedades de los Materiales

Las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conforman el modelo fueron obtenidas a partir de los ensayos de campo, ensayos de laboratorio y por correlaciones de ensayos de campo realizados, sustentadas en la literatura existente. Se ha obtenido convenientemente muestras representativas de cada uno de los materiales involucrados en los análisis. A continuación se detalla brevemente las consideraciones asumidas en la caracterización de cada tipo de material. --

Desmante de mina del material apilado y dique de contención

Se ha clasificado el material de desmante de mina con características granulométricas gruesas como GW (grava bien gradada con arena y arcilla). Se considera que el material de desmante proviene de la zona de explotación de la mina y este presenta buenas características geotécnicas para la configuración final de cierre de los depósitos de relaves. Las propiedades geotécnicas asignadas para este material de desmante son: ángulo de fricción interna de 36°-37°, cohesión 2-3 kPa y un peso específico de 22 kN/m³.

Material de Relave

El material identificado como relave tiene características granulométricas finas con clasificación SUCS ML, CL y SM, es decir, limos, arcillas y arenas finas, con características geotécnicas no favorables debido a su consistencia o compacidad. Los resultados de los ensayos de clasificación indican que estos materiales poseen contenidos de 5 a 90% de arena y 5 a 90% de finos. La densidad del relave es 15,0 kN/m³. Los parámetros de resistencia cortante son los siguientes: Relave consolidado por su peso propio. Parámetros drenados: cohesión igual a 15 kPa y ángulo de fricción de 25°. Relave consolidado por peso propio del dique y material de desmante de mina a ser apilado: Parámetros drenados (mediano y largo plazo): cohesión igual a 18 kPa y ángulo de fricción de 28°. Parámetros no drenados (análisis pseudo-estático): cohesión igual a 12 kPa y ángulo de fricción de 15°.

Turba o Topsoil

Los materiales identificados como topsoil en los depósitos de relaves presentan una clasificación SUCS de Pt y OH, en este último material se realizó un ensayo in situ de veleta de bolsillo. Cabe indicar que las propiedades geotécnicas de resistencia al corte variarán dependiendo del tipo de análisis con respecto al tiempo a realizar.

El ensayo de veleta que representa la condición actual de la turba indica una resistencia al corte no drenada (S_u) para este material de 12 kPa y un peso específico de 15 kN/m³. En el caso de la verificación de la estabilidad física de los depósitos de relaves en su configuración final a largo plazo, los valores de los parámetros geotécnicos de resistencia al corte en condiciones drenadas son: ángulo de fricción interna de 10° y 2 kPa de cohesión.

Suelo Residual

El material identificado como suelo residual proviene de la meteorización de la limolita y arenisca, presenta una granulometría entre fina y semigruesa con características geotécnicas no favorables. La densidad del suelo residual es 18,0 KN/m³. Los parámetros de resistencia cortante son 10 kPa de cohesión y ángulo de fricción interna de 24°.

Basamento Rocoso

Valoración del Macizo Rocoso

En el Anexo A, Registros de Campo se indica la Valoración del Macizo Rocoso, se presenta el cálculo de los valores del RMR básico según el criterio de Bieniawski correspondiente a la descripción inicial de la calidad del macizo rocoso de acuerdo con la Tabla 3.14. En estas hojas de cálculo los valores del RQD fueron tomados directamente de la evaluación del registro de perforaciones. El espaciamiento de las discontinuidades se ha calculado en campo, la condición de las discontinuidades se ha estimado en forma global, considerando básicamente la rugosidad en las paredes de las fracturas, su grado de meteorización o alteración y la abertura de las discontinuidades, la resistencia de la roca ha sido estimada durante el registro geotécnico mediante apreciación con el martillo de geólogo, sin embargo, los ensayos de laboratorio de carga puntual, reportados en el Anexo B, sirvieron para calibrar los valores reportados. Finalmente para el parámetro correspondiente a la condición del agua subterránea se ha asumido que el macizo rocoso se encuentra en una condición húmeda.

La Tabla 4.1 resume los valores promedio del RMR total obtenidos para cada una de las perforaciones realizadas en el área de estudio, es decir, los valores ajustados en función de la influencia de la orientación de las discontinuidades. En general se puede observar que la calidad del macizo rocoso en el área del proyecto se clasifica en forma variable entre roca de calidad mala a regular de acuerdo con el valor RMR total.

Tabla N° 4.2 Valores de RMR Totales

Zona / Sector	Perforación	Tramo	RMR Básico	RMR Total	Descripción
Dique del depósito de relaves 1	PR-101	28,90-30,40	51	44	Regular
		30,40-32,00	35	28	Mala
		32,00-33,00	58	51	Regular
Dique del depósito de relaves 2	PR-201	16,50-17,20	48	41	Regular
		17,20-18,60	32	25	Mala
		18,60-22,90	51	44	Regular
		22,90-23,40	65	58	Buena
		23,40-26,20	35	28	Mala
		26,20-31,50	63	56	Buena
	PR-202	18,00-20,00	55	48	Regular
Depósito de relaves 3	PR-301	15,35-24,35	69	62	Buena
		24,35-25,90	58	51	Regular
		25,90-27,30	68	61	Buena
Dique del depósito de relaves 3	PR-302	15,70-17,30	69	62	Buena
		17,30-24,95	51	44	Regular
		24,95-26,45	66	59	Buena
		26,45-29,55	46	39	Regular
		29,55-31,05	16	9	Muy Mala
		31,05-31,45	33	26	Mala
		31,45-32,00	15	8	Muy Mala
		32,00-33,00	33	26	Mala
Depósito de relaves 3	PR-303	16,95-22,80	50	43	Regular
		22,80-25,60	64	57	Buena
		25,60-28,50	47	40	Regular

Fuente: Elaboración propia

La roca que subyace en profundidad variable a los depósitos de relave, fue identificada como limolita y arenisca. A partir de los registros obtenidos de las perforaciones, ensayos de carga puntual y la calidad de la roca que van de regular a buena, se obtuvo parámetros de resistencia para efectos del análisis de estabilidad de taludes mediante correlaciones de diversos autores en función al RMR (Bieniawski, 1979), cuyos valores en promedio son de 125 kPa para cohesión y 35° para el ángulo de fricción interna. La densidad de la roca asumida es de 23,0 KN/m³.

La roca que subyace en profundidad variable a los depósitos de relave, fue identificada como limolita y arenisca. A partir de los registros obtenidos de las perforaciones, ensayos de carga puntual y la calidad de la roca que van de

regular a buena, se obtuvo parámetros de resistencia para efectos del análisis de estabilidad de taludes mediante correlaciones de diversos autores en función al RMR (Bieniawski, 1979), cuyos valores en promedio son de 125 kPa para cohesión y 35° para el ángulo de fricción interna. La densidad de la roca asumida es de 23,0 KN/m³.

En general, para la ejecución del análisis de estabilidad de taludes, las propiedades de resistencia cortante de los materiales han sido modificadas de manera conservadora para tomar en cuenta las incertidumbres propias de este tipo de análisis, relacionadas a la variabilidad espacial de los materiales, representatividad de las muestras obtenidas, limitaciones en los ensayos de laboratorio, etc.

En resumen, se recomienda usar los parámetros de resistencia mostrados en la Tabla 6.1 para el análisis de estabilidad de taludes en sus distintas situaciones a corto plazo y largo plazo.

Tabla N° 4.3 Resumen de Propiedades de Materiales

Material	Y ^{total} (kN/m ³)	Parámetros Drenados		Parámetros No Drenados	
		Cohesión (kPa)	Ángulo de Fricción grados)	Cohesión (kPa)	Ángulo de Fricción grados)
Desmante de Mina	22	0	37	-	-
Material de Dique	21	0	35	-	-
Relave actual	15	8	18	-	-
Relave consolidado	15	0	22	-	-
Relave cicloneado	15	0	22	-	-
Turba	14	2	10	12	0
Depósito aluvial	18	0	25	-	-
Basamento Rocoso	23	125	35	-	-

Fuente: Elaboración propia

4.3 RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Se presentan las salidas del programa SLIDE 2010 v6.0, las cuales ilustran los análisis de estabilidad de taludes de los depósitos de relave. Dichas salidas contienen información sobre las secciones geotécnicas 1 y 2 analizadas, propiedades de los materiales y ubicación de la superficie de falla crítica con el menor factor de seguridad.

En la Tabla 4.4 se presenta el resumen de los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad de taludes realizados en condiciones estáticas y pseudo-estáticas, en condiciones actuales, apilamiento final a corto plazo y apilamiento final a largo plazo pseudo-estático, según correspondan.

Tabla N° 4.4 Resultados de los Análisis de Estabilidad de Taludes

Sección	Condición	Factor de Seguridad		
		Estático (Corto Plazo)	Estático (Largo Plazo)	Pseudo-Estático (k=0,13)
Sección 2-2'	Condición actual	3,51	-	-
	Con apilamiento final	2,32	2,48	1,57
Sección 1-1'	Condición actual	1,36	-	-
	Apilamiento final	1,48	-	0,97
	Apilamiento final / relave ciclo.	-	-	1,16

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar de los resultados obtenidos en las tres secciones analizadas, los factores de seguridad obtenidos son mayores que los mínimos recomendados en los criterios de diseño asumidos para este análisis, tanto para la condición estática y pseudo-estática, y para el tipo de superficie de falla circular analizada. Los resultados de análisis de estabilidad son resumidos a continuación:

- Los análisis realizados en la sección 2-2' corresponden a la verificación de la estabilidad tanto en condiciones actuales como del apilamiento final a corto y largo plazo a la cota 4 480 msnm. Se han considerado superficies de falla circular y se observa que el factor de seguridad está por encima de los valores mínimos establecidos en los criterios de análisis. Para la condición estática actual (FS=3,51) la superficie de falla atraviesa el cuerpo del dique lateral e inferiormente cruza el suelo residual en contacto con el basamento rocoso. Para la condición estática a corto plazo con el apilamiento final con un FS=2,32, la superficie de falla cruza el cuerpo del apilamiento del desmonte de mina, el relave en condición actual y finalmente pasa por el suelo residual que está debajo del dique lateral. Para la condición pseudo-estática a largo plazo con sismo (coeficiente sísmico de 0,13) se obtiene un FS=1,57 con la superficie de falla cruzando el cuerpo del apilamiento del desmonte de

mina, el relave consolidado y finalmente el suelo residual debajo del dique lateral.

- En la sección 1-1', para la condición estática actual (FS=1,47) la superficie de falla atraviesa el cuerpo del dique 3 y el relave consolidado. Para la condición estática del apilamiento final a corto plazo (FS=1,45) la superficie de falla atraviesa el cuerpo del dique 3 y el relave consolidado. Para el escenario a largo plazo en condiciones estáticas y pseudo-estáticas con el apilamiento proyectado, los parámetros de resistencia mejoran significativamente, obteniéndose factores de seguridad de 3,17 y 1,38, respectivamente. A ello también se suma que la parte frontal aguas abajo del dique del depósito de relave 3 estará cubierta por relave grueso cicloneado del depósito de relaves en operación 4, mejorando las condiciones de estabilidad.

La colocación de desmonte de mina inducirá la consolidación de relave a largo plazo, mejorando sus características de resistencia cortante y también reduciendo el riesgo de ocurrencia de licuación durante un sismo severo. Asimismo, la disposición de relave en el depósito 4 actuará como un contrafuerte del talud del depósito 3, mejorando las condiciones de estabilidad estática y sísmica de los depósitos de relaves 1, 2 y 3 analizados. De acuerdo a esta solución ya no se realizará la evaluación de las deformaciones permanentes.

4.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD QUÍMICA

4.4.1 Generalidades

Para predecir la posibilidad de generación de drenaje ácido del material de desmonte de mina dispuesto en los depósitos de relave 1, 2 y 3, se tomaron muestras representativa para la ejecución de ensayos de Balance Ácido Base ABA (Método EPA-600/2-054), los cuales fueron realizados en el Laboratorio de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minería y Metalurgia de la UNI. A continuación se presenta la interpretación de la prueba ABA.

4.4.2 Resultado del Análisis de Metales Totales

La distribución de metales determinada en las muestras por métodos de análisis espectral, es presentada en la tabla siguiente.

Tabla N° 4.5 Resultado de Análisis de Metales Totales

Fe	%Mn	%Cu	%Pb	%Zn	Cd%	As(ppm)
10,06	2,03	0,079	1,623	1,361	36	1 371

Fuente: Elaboración propia

Los valores de hierro se distribuyen formando óxidos y sulfuros, en el caso de magnesio corresponden a ocurrencias de pirolusita, los valores de cobre, plomo, zing, cadmio y arsénico están ligados fundamentalmente a los minerales sulfurados.

4.4.3 Potencial Neto de Neutralización

La evaluación del contenido de azufre como sulfuro y las pruebas ABA en las muestras de desmonte de mina nos permite determinar el potencial neto de neutralización como se indica en el tabla siguiente.

Tabla N° 4.6 Resultado de la muestra de Desmonte de mina

PH	%S	PN	PA	PNN	PN/PA
7,5	7,34	130	229,37	-99,37	0,57

Fuente: Elaboración propia

Donde:

PN = Potencial de neutralización

%S = Porcentaje de azufre como sulfuro

PA = Potencial de acidez

PNN = Potencial neto de neutralización

PN, PA y PNN están expresados en KgCaCO₃/TM y evaluados según:

El Potencial Neto de Neutralización es la capacidad de un mineral para generar o consumir ácido. Considerando una regla general para la determinación de generación de drenaje ácido, podemos evaluarlo de la siguiente forma:

Como $PNN = PN - PA$

- Si $PNN > +20$; la muestra NO GENERA DRENAJE ÁCIDO
- Si $PNN < -20$; la muestra GENERA DRENAJE ÁCIDO
- Si $-20 < PNN < +20$, muestra de comportamiento INCIERTO (*)

(*) Indica que el material de desmonte es potencialmente generador de ácido

De acuerdo al valor del Potencial Neto de Neutralización proporcionados en el ensayos y con los criterios indicados podemos indicar que las muestras de los depósitos de relaves 1, 2 y 3 presentan valores de PNN del orden de -99,37 y expresado en KgCACO₃/TM indican tendencia a generar drenaje ácido en presencia de agua, oxígeno y actividad bacteriana.

4.5 MONITOREO GEOTÉCNICO

4.5.1 Instrumentos de Monitoreo

Se propone la instalación de los siguientes instrumentos de monitoreo geotécnico, los cuales deberán ser instalados convenientemente en las zonas dentro y alrededores de los depósitos de relaves 1, 2 y 3.

- inclinómetros a ser ubicados en la margen izquierda y derecha de los diques laterales de los depósitos de relaves 1, 2 y 3, también en el pie y la cresta del apilamiento. El inclinómetro permitirá medir las deflexiones o desplazamientos horizontales debido a la carga que trasmite el material apilado de desmonte de mina. Debe ser instalado antes de iniciar el apilamiento en la base del talud y luego del apilamiento se colocará en la cresta.
- Piezómetros hidráulicos para el monitoreo del agua subterránea. El primer piezómetro se instaló en la perforación PR-303 ubicado aguas abajo en el depósito de relaves 3. El segundo piezómetro se instaló en la perforación PR-201 ubicado aguas abajo en el dique 2, mientras que el tercero se ubica en el dique o depósito de relaves 1.
- Prismas para el control topográfico en la parte frontal del apilamiento, ubicados en el dique del depósito de relaves 3, estos fueron distribuidos en la base y en la cresta del apilamiento del primer banco de apilamiento.

En estas ubicaciones se deberá realizar las lecturas periódicas de la instrumentación con fines de monitoreo geotécnico. Las lecturas de los inclinómetros deberán ser bimensual durante los primeros 2 años, luego de lo cual puede realizarse controles semestrales. Los piezómetros y los prismas deben ser medidos sobre una base mensual.

CAPITULO V: CONSIDERACIONES DEL DISEÑO GEOTÉCNICO

El diseño de las estructuras contempladas en el estudio ha sido desarrollado sobre la base de criterios generales de diseño que se establecieron al inicio del estudio. La Tabla 4.1 presenta la descripción del criterio, la unidad de medida, el criterio utilizado en este estudio y la fuente que proporcionó el criterio.

Tabla N° 5.1 Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Criterio
		usado
PARÁMETROS DE PERFILADO DE TALUDES		
Estabilidad Física		
Altura típica de banco	m	10 a 15 m
Ancho de banquetas	m	30 a 50 m
Talud para conformación de desmonte	H:1V	3
Período de retorno sismo de diseño ⁽¹⁾	años	475
Aceleración sísmica de diseño ⁽¹⁾	g	0,25
Coefficiente sísmico	adim.	0,13
Estabilidad estática a corto plazo, mínimo	F.S.	1,3
Estabilidad estática a largo plazo, mínimo	F.S.	1,5
Estabilidad pseudo-estática, mínimo	F.S.	1
Análisis de deformación	si FS pseudo-estático < 1	

Fuente: Elaboración propia

La aceleración pico en el lugar a nivel de roca basal es 0,25 g. y 0,37g para suelo firme a denso, considerando un período de retorno de 475 años. El coeficiente sísmico utilizando en el análisis pseudo-estático es de 0,13.

5.1 GENERALIDADES

La configuración geométrica final del cierre de los depósitos de relaves 1, 2 y 3, ha tomado en consideración los criterios de diseño con base en los datos existentes y de acuerdo a la experiencia. En ese contexto los criterios de diseño en los que se ha basado el diseño de las estructuras a nivel de factibilidad.

El cierre de los depósitos de relaves 1, 2 y 3 involucra la nivelación de la superficie del depósito, la acumulación de desmonte seleccionado cuyos taludes se formarán al volteo, el perfilado final de taludes del desmonte acumulado, la colocación y conformación de una capa de suelo estabilizado con emulsión de polímero, la colocación y conformación de una capa de material orgánico para

cobertura vegetal y la construcción de estructuras destinadas al manejo de flujos de escorrentía superficial.

5.2 CIERRE DE LOS DEPÓSITOS DE RELAVES 1, 2 Y 3

Los depósitos de relaves 1, 2 y 3, serán cubiertos con el material de desmonte seleccionado. La configuración final del depósito de desmonte, constará de tres bancos que poseen una altura que varía entre 10 y 15 m y taludes de banco de 3:1 (H:V). Las banquetas poseen un ancho variable entre 30 y 50 m, distancia suficiente para realizar las labores de mantenimiento durante la construcción y perfilado final para el cierre.

Para la conformación y perfilado final del depósito de desmonte que cubrirá los depósitos de relaves 1, 2 y 3, se realizarán labores de retiro de interferencias, trazo y replanteo topográfico permanente, nivelación del depósito de relaves, carguío, transporte y colocación del material de desmonte sobre el relave, perfilado final de taludes, colocación de una capa de suelo estabilizado que genere una capa de baja permeabilidad con emulsión de polímero, colocación de una capa de material orgánico para revegetación y la construcción de estructuras para el manejo del drenaje superficial. Las tareas mencionadas anteriormente, se describen a detalle en los párrafos siguientes.

5.2.1 Movimiento de Tierras

Posterior a la realización del retiro de interferencias, se procederá con la delimitación del área de trabajo así como al replanteo topográfico, el acondicionamiento del área de trabajo, nivelación de la cancha de relaves. Posterior a ello se continuará con el carguío, transporte y colocación de desmonte, perfilado final de taludes, conformación de banquetas, cobertura de suelo estabilizado con emulsión de polímero y cobertura de material orgánico.

Habilitación de Accesos Temporales

Previamente al inicio de las labores de movimiento de tierras, se deberá realizar el trazado y acondicionamiento de los accesos y rutas temporales para el transporte de material de desmonte hacia los puntos de disposición; para ello se deberá poner especial énfasis en la estabilización de los accesos situados en áreas cercanas a las zonas saturadas y las características geométricas tales como el ancho mínimo y radios de giro.

Trazo y Replanteo

Los límites del área de trabajo deberán ser replanteados por profesionales calificados, los mismos que en base a la información topográfica y puntos de control (Bench Mark) disponibles, determinarán la extensión del área de trabajo, así como los niveles indicados en los planos. Las labores de trazo y replanteo deberán ser permanentes y deberán ser efectuados sobre toda el área de trabajo el cual abarca una extensión de 19,8 ha, aproximadamente. En la etapa de Ingeniería de detalle los planos mostrarán el área que deberá ser replanteada colocando puntos de control sobre las estructuras que serán diseñadas.

Carguío, Transporte y Colocación de Material de Desmorte

Antes del inicio de las labores de movimiento de tierras, se deberá presentar un plan de ejecución de trabajos, donde debe estar incluido el trazo de los accesos y principales rutas a los componentes del proyecto. El documento incluirá también un plan de manejo en seguridad y medio ambiente, acorde a los estándares del cliente.

En base a la topografía proporcionada actual, Se estimó que el volumen de material de desmorte colocado sobre el depósito de relaves será 1 400 000 m³. El material de desmorte colocado cubrirá los depósitos de relaves 1, 2 y 3. Se estimó que durante los trabajos de nivelación y preparación del área, se removerá un volumen de 4 500 m³. El material de desmorte sobre los depósitos de relaves será colocado al volteo, no necesitando mayor compactación que el tránsito de los vehículos y equipos durante el acarreo, colocación y conformación del material. Para la determinación del volumen final de transporte y disposición, se deberá tomar en cuenta un factor de esponjamiento del 20% aproximadamente para el desmorte de mina.

Cabe mencionar que posterior a la disposición del material de desmorte y antes de la colocación de la cobertura de suelo estabilizado que genere una capa de baja permeabilidad con emulsión de polímero, deberán perfilarse los taludes de los bancos hasta llegar a taludes de 3:1 (H:V). Esta actividad se debe realizar de manera tal que, no sea necesaria la ejecución de labores complementarias de nivelación y/o reperfilado para el cierre. Las banquetas tendrán anchos que varían entre 30 y 50 m.

Con el objetivo de promover la consolidación del relave y asegurar la estabilidad física del depósito de desmonte, se han considerado varias fases de apilamiento, considerando una producción de aproximadamente 120 000 m³/año de material de desmonte. En la Tabla 8.1 se muestra la capacidad y la duración de cada fase de apilamiento de material de desmonte colocado sobre los depósitos de relaves 1,2 y 3.

Tabla N° 5.2 Material de Desmonte -Capacidad y Duración deL Apilamiento

Fase	Volumen (m ³)	Tiempo (Años)
I	255 450	2.1
II	185 000	1.5
III	417 100	3.5
IV	207 550	1.7
V	128 350	1.1
VI	101 170	0.8
VII	118 200	1.0
TOTAL	1 412 820	11.8

Fuente: Elaboración propia

Compactación de la Superficie Perfilada

Con la finalidad de mejorar la calidad del área perfilada y nivelada de los bancos del material de desmonte colocado, se deberá ejecutar labores de compactación en los taludes y banquetas de manera tal que la superficie terminada quede lo suficientemente firme para la colocación de la capa de suelo estabilizado con emulsión de polímero en capas no menores a 300 mm de espesor.

5.2.2 Protección de Taludes

Con la finalidad de minimizar los procesos de erosión y generación de drenaje ácido, se ha considerado un sistema de protección e impermeabilización que consiste en la cobertura de dichos taludes y banquetas con una capa de suelo estabilizado de 300 mm de espesor que permita generar una capa de baja permeabilidad, utilizando un polímero, el cual deberá ser complementado por otra capa de 300 mm de suelo de cultivo para posterior revegetación.

Suelo Estabilizado con Emulsión de Polímero

Los taludes y banquetas serán cubiertos por una capa de suelo estabilizado para generar una capa de baja permeabilidad utilizando una emulsión de

polímero de 300 mm de espesor. En este estudio se ha utilizado el polímero llamado Top Soil; sin embargo, se puede utilizar un producto similar.

Material Orgánico para Cobertura Vegetal

Posterior al tratamiento superficial con polímero, se tiene previsto colocar una capa de material orgánico para cobertura vegetal de 0.30 m de espesor en toda el área donde se colocará el suelo estabilizado. El suelo orgánico será colocado durante la etapa de cierre del depósito de material de desmonte emplazado sobre los depósitos de relaves 1,2 y 3.

5.3 SUELO IMPERMEABILIZADO CON EMULSIÓN DE POLÍMERO

5.3.1 Generalidades

Se deberá obtener el material seleccionado, procesar, colocar y compactar una capa de 300 mm de espesor (después de compactada) de suelo impermeabilizado con emulsión de polímero (Top Soil). Solamente se utilizarán materiales previamente aprobados ya sea in situ o provenientes de áreas de préstamo previamente identificadas.

5.3.2 Materiales

Material Seleccionado: El material usado en la conformación de la capa de suelo impermeabilizado con emulsión de polímero no deberá contener tamaños mayores a 3/4" y el porcentaje de finos debe estar entre 10 y 20%. Se tiene previsto que el material seleccionado sea producido a partir del desmonte de mina. El material será tamizado por debajo de la malla 3/4".

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. Las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudios son, valles glaciares, cerros y lomas. Se encuentra sobre una quebrada de origen glaciar con flancos de pendiente suave a moderada a su alrededor.
2. Según los trabajos de investigación geotécnica y la información geológica, en el área de estudio se presentan depósitos antrópicos (relave, rellenos controlados y no controlados, diques de relaves), suelos residuales, depósito glaciar-fluvial y depósitos aluviales.
3. Con la información de los trabajos de campo, resultados de laboratorio e información existente, se definió la geometría y el modelo geotécnico del emplazamiento del botadero de desmonte de mina encima de los depósitos de relaves 1, 2 y 3.
4. Con la información de las pruebas de campo y resultados de laboratorio, el material de relave se clasifica como ML, CL y SM en donde según los ensayos DPL la resistencia del material mejora en cuanto más se profundiza. En el ensayo DPL a partir de los 5,0 m de profundidad el relave es más resistente ya que el número de golpes varía de 15 a más. Llegando hasta los 45 golpes a profundidades de 8 a 9 m.
5. Las perforaciones diamantinas permitieron identificar los substratos inferiores compuestos de la siguiente manera en forma vertical descendente: Dique de relave, relave, depósito aluvial y basamento rocoso. Se ha llegado a investigar hasta 33,0 m de profundidad.
6. Los datos geofísicos permitieron correlacionar las profundidades de estratos por intermedio de las velocidades de ondas P y S en las zonas donde no se realizaron perforaciones. Las velocidades de ondas encontradas en los tres estratos en estudio varían: Velocidades de ondas P (V_p) van desde 200 m/s hasta 800 m/s y las velocidades de ondas S (V_s) varían entre 135 m/s y 350 m/s.

7. El modelo geotécnico de la sección principal 1-1 analizada está definido por un estrato de relaves del orden de 10 a 15 m, subyaciendo por suelos orgánicos, suelos origen aluvial y suelo residual del orden de 2 m, hasta encontrar el basamento rocoso conformado por limolitas y areniscas, calcárea, de calidad que van de muy mala a regular, conforme se profundiza.
8. Las rocas que se encontraron en el área de estudio, están involucradas con la formación Casapalca con rocas de litología: areniscas, lutitas y limolitas en su mayoría.
9. Los parámetros empleados en el modelo geotécnico, fueron obtenidos a partir de los resultados o correlaciones de los ensayos de campo, ensayos de laboratorio e información existente como se muestra en el siguiente cuadro:

Material	γ_{total} (kN/m ³)	Parámetros Drenados		Parámetros No Drenados	
		Cohesión (kPa)	Ángulo de Fricción grados)	Cohesión (kPa)	Ángulo de Fricción grados)
Desmante de Mina	22	0	37	-	-
Material de Dique	21	0	35	-	-
Relave actual	15	8	18	-	-
Relave consolidado	15	0	22	-	-
Relave cicloneado	15	0	22	-	-
Turba	14	2	10	12	0
Depósito aluvial	18	0	25	-	-
Basamento Rocosos	23	125	35	-	-

10. Para el plan de cierre se considerará sismo con un periodo de retorno de 500 años con coeficiente sísmico 0,13 según los estudios de peligro sísmico en la zona.
11. Los resultados de los análisis de estabilidad de los taludes son analizados de la siguiente manera: en la situación actual en condición estática sin apilamiento el factor de seguridad (FS) es 1,36 siendo estable en esta condición. Considerando el apilamiento final a corto plazo en condición estática el FS es 1,48 siendo también estable. Considerando el apilamiento

final a largo plazo pseudo-estático el FS es 0,97 siendo inestable. Considerando el reforzamiento en el pie del talud aguas abajo del dique 3 con material de relave cicloneado, el factor de seguridad en las mismas condiciones es 1,16. Por lo tanto se puede garantizar una condición estable del conjunto (botadero y relaveras). Se presenta el cuadro de resultados:

Sección	Condición	Factor de Seguridad		
		Estático (Corto Plazo)	Estático (Largo Plazo)	Pseudo-Estático (k=0,13)
Sección 2-2'	Condición actual	3,51	-	-
	Con apilamiento final	2,32	2,48	1,57
Sección 1-1'	Condición actual	1,36	-	-
	Apilamiento final	1,48	-	0,97
	Apilamiento final / relave ciclo.	-	-	1,16

12. Luego de colocar el relave cicloneado en la parte baja aguas abajo del dique 3, la condición es estable y el factor de seguridad es mayor a la unidad por tanto no será necesario el análisis esfuerzo-deformación.
13. La condición final de estabilidad de la configuración proyectada mejora en el tiempo debido al proceso de consolidación del relave por la carga del desmonte a ser colocado, generando asentamiento de los materiales de relave y mejorando sus parámetros de resistencia después de un lapso mayor a 5 años, según el ensayo de consolidación.
14. El apilamiento del desmonte minero, se realizará en etapas, por tanto el volumen apilado para la primera etapa es de 1 450 000 m³, este volumen será incrementado en la segunda etapa, después de 5 años que es el tiempo estimado para que el relave existente se consolide aproximadamente al 90%.
15. De acuerdo a los ensayos ABBA, se concluye que el material del desmonte minero es generador de drenaje ácido.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar ensayos geofísicos adicionales directamente en la zona de las relaveras ya que los ensayos solo se han realizado encima de los diques y del desmonte de mina depositado.

2. Se recomienda realizar perforaciones adicionales por debajo de los 33 m para determinar a qué profundidad el basamento rocoso es de buena calidad.
3. Debido a que en la condición pseudo-estática el factor de seguridad está por debajo de la unidad por tanto es inestable, se recomienda reforzar con relave cicloneado en la zona aguas abajo del dique 3, de esta forma el factor de seguridad es 1,16 y es estable.
4. Se recomienda impermeabilizar la superficie del botadero para que el agua de las precipitaciones no esté en contacto con el material generador de ácido y así proteger a las zonas aledañas de la contaminación.
5. Para el recubrimiento de la superficie del apilamiento se recomienda la utilización de un polímero, con la finalidad de generar una capa estabilizada y de baja permeabilidad, mezclado con el material de desmonte y colocado mediante compactación.

BIBLIOGRAFÍA

1. BRAJA M. DAS, "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica", México. Editora Patricia Pantoja Valdez, 1999.
2. MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, "Reglamento Nacional de Edificaciones" Lima, 2006.
3. KLOHN CRIPPEN - SVS S.A., "Obras de Estabilización y Control de Avenidas de la Presa N°5", Lima, 2000.
4. GEMCO INGENIERÍA S.A.C., "Estudio Geotécnico para el Crecimiento de la Presa", Lima, 2009.
5. VICEVERSA CONSULTING S.A., "Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Unidad Minera Huarón.", Lima, 2010.
6. VICEVERSA CONSULTING S.A. "Análisis de Estabilidad Física Individual de los Depósito de Relaves Nro 1, 2 y 3", Lima, 2010.
7. VECTOR PERÚ S.A.C. "Ingeniería Básica Crecimiento Presa de Relaves N°5 Unidad Minera Huarón", Lima, 2010.
8. ANDDDES ASOCIADOS S.A.C. "Revisión Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1, 2 y 3", Lima, 2012.

ANEXOS

ANEXO A: REGISTROS DE CAMPO

- Calicatas y Trincheras
- Densidad de Campo
- Penetración Dinámica Ligera DPL
- Perforaciones Diamantinas

ANEXO B: RESULTADOS DE LABORATORIO

- Clasificación SUCS
- Contenido de Humedad
- Peso Volumétrico y Densidad Natural
- Compactación Proctor Estándar
- Compresión Triaxial CU
- Consolidación
- Carga Puntual
- Propiedades Físicas
- Potencial Neto de Neutralización ABA

ANEXO C: ANÁLISIS GEOTÉCNICO

- Análisis de Estabilidad de Taludes (Software Slide v6.0)






ANEXO D: REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO E: PLANOS

- Plano 101: Plano de Ubicación y Lista de Planos
- Plano 102: Configuración General del Botadero de Desmonte de Mina
- Plano 103: Plano y Secciones Geológicas-Geotécnicas
- Plano 103-1: Sección Principal Geológica-Geotécnica 1-1
- Plano 103-2: Sección Secundaria Geológica-Geotécnica 2-2

ANEXO A: REGITROS DE CAMPO

Calicatas y Trincheras

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Depósito de Relaves 1		CALICATA CA-101	
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Boladero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Fecha de inicio : 12/03/2012 Fecha de término : 12/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 3,0 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 453,0 Este : 346 022,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 487,0 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. calicata (m) : 3,6	
Actualización de Conocimientos 2012		Leyenda  Disturbada  En bloque TM: Tamaño Máximo S/M: Sin Muestra		Profundidad (m) SUCS Gráfico Descripción Muestra Código muestra Comentarios	
0	GP		Grava pobremente gradada con arena, plasticidad nula, suelta, seca, color pardo claro, estructura homogénea, grava angulosa de TM = 2". Grava = 80,0 %. Arena = 20,0 %.	S/M	
	SM		Arena limosa, plasticidad nula, medianamente densa, ligeramente húmeda, color marrón claro, estructura homogénea, grava subangulosa de TM = 0,5". Grava = 20,0 %. Arena = 70,0 %. Finos = 10,0 %.	S/M	
1			Limo con arena, plasticidad baja a media, blanda a firme, muy húmeda a saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 15,0 %. Finos = 85,0 %.		Relave
2	ML			S/M	
3					
4					
5					
6					

Profundidad (m)		SUCS	Gráfico	Descripción	Muestra	Código muestra	Comentarios
0				Grava pobremente gradada con arcilla y arena, medianamente densa a densa, seca, color marrón claro, estructura estratificada, grava angulosa de TM = 2,5", con presencia de bolonería de TM = 6" en un 15% del volumen total. Grava = 61,0 %. Arena = 27,5 %. Finos = 11,4 %.			
1		GP-GC				M-1	
2							
3				Grava arcillosa con arena, plasticidad nula a baja, densa, ligeramente húmeda, color pardo, estructura homogénea, grava angulosa de TM = 3", con presencia de bolonería de TM= 10" y bloques de TM= 25" en un 25% del volumen total. Grava = 53,9 %. Arena = 33,0 %. Finos = 13,1 %.			
4		GC				M-2	
5							
6							

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil

Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 3
Fecha de inicio : 09/03/2012
Fecha de término : 09/03/2012
Tipo de excavación : Mecánica
Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7
Dimensión calicata : 1,5 x 5,0 m
Registrado por : L.R.S.
Condición superficial : Plana

CALICATA CA-202

Página 1 de 1

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmorte de Mina para un Plan de Cierre

Sistema de coordenadas : PSAD 56
Norte : 8 783 474,0
Este : 346 498,0
Elevación (m.s.n.m.) : 4 492,0
Nivel freático (m) : No encontrado
Prof. calicata (m) : 5,5

Actualización de Conocimientos 2012

Leyenda



Disturbada

TM: Tamaño Máximo



En bloque

S/M: Sin Muestra

Profundidad (m)

SUCS



Gráfico




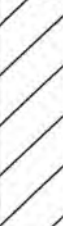
Descripción





Muestra

Código muestra

Comentarios

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 3 Fecha de inicio : 09/03/2012 Fecha de término : 09/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 2,5 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana		CALICATA CA-203 Página 1 de 1			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre				Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 418,0 Este : 346 441,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 487,0 Nivel freático (m) : 1,6 Prof. calicata (m) : 2,0			
Actualización de Conocimientos 2012							
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Leyenda  Disturbada  En bloque TM: Tamaño Máximo S/M: Sin Muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción				
0		GW-GM	Grava bien gradada con limo, plasticidad baja, medianamente densa, saturada, color gris oscuro, estructura estratificada, grava angulosa de TM= 3", con presencia de bolonería de TM = 10" y bloques de TM = 20" en un 20 % del volumen total. Grava = 80.0 %. Arena = 5.0 %. Finos = 15.0 %.			S/M	
1							
2		CL	Arcilla, plasticidad media, blanda, saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 10.0 %. Finos = 90.0 %.			S/M	
3							
4							
5							
6							

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 3 Fecha de inicio : 10/03/2012 Fecha de término : 10/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 2,5 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana		CALICATA CA-204			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Actualización de Conocimientos 2012		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 490,0 Éste : 346 439,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 431,0 Nivel freático (m) : Superficial Prof. calicata (m) : 2,5			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Leyenda  Disturbada  En bloque TM: Tamaño Máximo S/M: Sin Muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
	Descripción						
0	GW-GM		Grava bien gradada con limo, plasticidad baja, medianamente densa, saturada, color gris oscuro, estructura estratificada, grava angulosa de TM = 3", con presencia de bolonería de TM = 10" y bloques de TM = 20" en un 20% del volumen total. Grava = 80.0 %. Arena = 5.0 %. Finos = 15.0 %.		S/M		
1	CL		Arcilla, plasticidad media, blanda, saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 10.0 %. Finos = 90.0 %.		S/M		
2							
3							
4							
5							
6							

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Depósito de Relaves 2 Fecha de inicio : 12/03/2012 Fecha de término : 12/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 2,5 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana		CALICATA CA-207			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre				Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 494,0 Este : 346 332,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 485,0 Nivel freático (m) : 0,2 Prof. calicata (m) : 2,4			
Actualización de Conocimientos 2012							
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Leyenda  Disturbada  En bloque TM: Tamaño Máximo S/M: Sin Muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
	Descripción						
0	GW		Grava bien gradada, plasticidad nula, medianamente densa a densa, saturada, color marrón claro, estructura homogénea, grava angulosa de TM = 3", con presencia de bolonería de TM = 20" y bloques de TM = 30" en un 30% del volumen total. Grava = 85.0 %. Arena = 10.0 %. Finos = 5.0 %.		S/M		
1							
2	ML		Limo con arena, plasticidad baja a media, blanda, saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 20,0 %. Finos = 80,0 %.		S/M		Relave.
3							
4							
5							
6							

Profundidad (m)		SUCS	Gráfico	Descripción	Muestra	Código muestra	Comentarios
0				Grava bien gradada, plasticidad nula, medianamente densa a densa, muy húmeda muy húmeda a , color gris claro, estructura estratificada, grava angulosa a subangulosa de TM = 3", con presencia de bolonería de TM = 12" y bloques de TM = 18" en un 15 % del volumen total. Grava = 80.0 %. Arena = 15.0 %. Finos = 5.0 %.		S/M	Filtración en las paredes a partir de los 1,2 de profundidad.
1							
2		ML		Limo, plasticidad baja a media, firme, muy húmeda a saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 10.0 %. Finos = 90.0 %.		S/M	No presenta filtración
3							
4							
5							
6							

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil

Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 3
Fecha de inicio : 12/03/2012
Fecha de término : 12/03/2012
Tipo de excavación : Mecánica
Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7
Dimensión calicata : 1,5 x 2,5 m
Registrado por : L.R.S.
Condición superficial : Plana

CALICATA CA-208

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

Actualización de Conocimientos 2012

Sistema de coordenadas : PSAD 56
Norte : 8 783 466,0
Este : 346 260,0
Elevación (m.s.n.m.) : 4 484,0
Nivel freático (m) : 1,2
Prof. calicata (m) : 2,5

Leyenda







Disturbada

TM: Tamaño Máximo













En bloque





S/M: Sin Muestra






Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Depósito de Relaves 2		CALICATA CA-209			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Fecha de inicio : 12/03/2012 Fecha de término : 12/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 3,0 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 434,0 Este : 346 137,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 481,0 Nivel freático (m) : 2,0 Prof. calicata (m) : 4,5			
Actualización de Conocimientos 2012							
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Leyenda  Disturbada		Muestra	Código muestra	Comentarios
			 En bloque				
		Descripción					
0	GW		Grava bien gradada con arena, plasticidad nula, medianamente densa, ligeramente húmeda a húmeda, color marrón claro, estructura estratificada, grava angulosa de TM = 2,5". Grava = 75.0 %. Arena = 20.0 %. Finos = 5.0 %.			S/M	
1							
2			Grava bien gradada con arcilla, plasticidad baja, medianamente densa a densa, muy húmeda a saturada, color marrón, estructura estratificada, grava angulosa a subangulosa de TM = 3", con presencia de bolonería de TM = 10" y bloques de TM = 25" en un 20 % del volumen total. Grava = 80.0 %. Arena = 5.0 %. Finos = 15.0 %.			S/M	Paredes inestables y presencia de desperdicios inorgánicos
3	GW-GC						
4							
5							
6							

Profundidad (m)		SUCS	Gráfico	Legenda	Muestra	Código muestra	Comentarios
		Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil			CALICATA CA-210 Página 1 de 1		Ubicación : Depósito de Relaves 2 Fecha de inicio : 12/03/2012 Fecha de término : 12/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 2,5 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana
		Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre Actualización de Conocimientos 2012			Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 579,0 Este : 346 411,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 486,0 Nivel freático (m) : 0,5 Prof. calicata (m) : 3,6		
		Disturbada (símbolo: X) TM: Tamaño Máximo En bloque (símbolo: //) S/M: Sin Muestra					
		Descripción					
0		GC-GM		Grava arcillo-limosa con arena, plasticidad nula, suelta a medianamente densa, húmeda, color marrón, estructura homogénea, grava angulosa de TM = 3", con presencia de bolonería de TM = 10" y bloques de TM = 25" en un 15% del volumen total. Grava = 68,3 %. Arena = 19,2 %. Finos = 12,5 %.		M-1	
3		ML		Limo con arena, plasticidad baja a media, blanda, saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 20,0 %. Finos = 80,0 %.		S/M	
4							
5							
6							

Profundidad (m)		SUCS	Gráfico	Legenda	Descripción	Muestra	Código muestra	Comentarios
		Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil			Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 3 Fecha de inicio : 08/03/2012 Fecha de término : 08/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 2,0 x 4,0 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana	CALICATA CA-306 Página 1 de 1		
		Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre			Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 490,0 Este : 346 671,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 477,0 Nivel freático (m) : 3,0 Prof. calicata (m) : 4,0			
		Actualización de Conocimientos 2012			Disturbada  TM: Tamaño Máximo En bloque  S/M: Sin Muestra			
0		GW-GM		Grava bien gradada con limo y arena, plasticidad baja, suelta a medianamente densa, ligeramente húmeda, color pardo, estructura estratificada, grava subangulosa a subredondeada con presencia aislada de bolonería de TM =5" en un 5% del volumen total. Grava = 50,0 %. Arena = 35,0 %. Finos = 15,0 %.		S/M		
1		SM		Arena limosa, plasticidad baja a media, suelta a medianamente densa, húmeda, color beige, estructura homogénea. Grava= 7,60 %, Arena = 67,0 %, Finos = 25,4 %.		M-1	Paredes inestables y filtración de agua.	
2		SM		Arena limosa, plasticidad baja a media, suelta, saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 60,0 %. Finos = 40,0 %.		S/M		
3		CL		Arcilla con arena, plasticidad media a alta, blanda, saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 20,0 %. Finos = 80,0 %.		S/M	Relave.	
4								
5								
6								

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Depósito de Relaves 3		CALICATA CA-308			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Fecha de inicio : 08/03/2012 Fecha de término : 08/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 4,0 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 544,0 Este : 346 672,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 487,0 Nivel freático (m) : 0,5 Prof. calicata (m) : 2,0			
Actualización de Conocimientos 2012		Actualización de Conocimientos 2012					
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Leyenda  Disturbada  En bloque		Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción				
0	CL		Arcilla, plasticidad nula a baja, muy blanda, saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 15,0 %. Finos = 85,0 %.		S/M		Relave, paredes inestables.
1			2	3			4




Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Depósito de Relaves 3 Fecha de inicio : 09/03/2012 Fecha de término : 09/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica		CALICATA CA-309 Página 1 de 1			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 5,0 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 446,0 Este : 346 526,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 486,0 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. calicata (m) : 3,5			
Actualización de Conocimientos 2012							
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Leyenda  Disturbada  En bloque TM: Tamaño Máximo S/M: Sin Muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción				
0			Arena limosa, plasticidad media a alta, suelta, muy húmeda a saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 70,0 %. Finos = 30,0 %.				
1	SM					S/M	
2			Grava arcillosa, plasticidad media, blanda, saturada, color beige oscuro, estructura homogénea, grava subangulosa con presencia de bolonería de TM = 4" y bloques de TM = 15" en un 20 % del volumen total. Grava = 50,0 %. Arena = 10,0 %. Finos = 40,0 %.				Paredes inestables y filtración.
3	GC					S/M	
4							
5							
6							

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 3 Fecha de inicio : 09/03/2012 Fecha de término : 09/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 2,0 x 2,0 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Talud pronunciado		CALICATA CA-310			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmante de Mina para un Plan de Cierre				Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 543,0 Este : 346 709,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 483,0 Nivel freático (m) : 5,0 Prof. calicata (m) : 5,5			
Actualización de Conocimientos 2012							
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Leyenda  Disturbada  En bloque TM: Tamaño Máximo S/M: Sin Muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción				
0	GW		Grava bien gradada con arena, plasticidad nula, medianamente densa, seca a ligeramente húmeda, color marrón claro, estructura homogénea, grava angulosa de TM= 2.5", con presencia aislada de bolonería de TM = 5" en un 10% del volumen total. Grava = 70,0 %. Arena = 25,0 %. Finos = 5,0 %.		S/M		
1	GW-GM		Grava bien gradada con limo, plasticidad nula, suelta, húmeda, color marrón, estructura estratificada, grava angulosa a subangulosa de TM = 3", con presencia aislada de bolonería de TM = 8" en un 10% del volumen total. Grava = 60,0 %. Arena = 15,0 %. Finos = 25,0 %.		S/M		Presencia de residuos inorgánicos.
2	SM		Arena limosa, plasticidad nula a baja, blanda, saturada, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 60,0 %. Finos = 40,0 %.		S/M		Relave, paredes inestables.
3							
4							
5							
6							

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil	Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 2 Fecha de inicio : 23/03/2012 Fecha de término : 23/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : Hyundai 250 LC-7 Dimensión calicata : 1,5 x 2,5 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana	CALICATA CA-c Página 1 de 1
	Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre Actualización de Conocimientos 2012	Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 362,0 Este : 346 405,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 502,0 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. calicata (m) : 2,0

Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra	Muestra	Código muestra	Comentarios
			<input type="checkbox"/> Disturbada <input type="checkbox"/> En bloque			
			Descripción			
0			<p>Grava limosa con arena, plasticidad nula, densa, ligeramente húmeda, color gris, estructura homogénea, arena de grano medio a grueso, grava subangulosa a subredondeada de tamaño máximo = 3", con presencia aislada de bolonería de tamaño máximo = 6", con presencia aislada de bolonería y bloques de tamaño máximo = 13". Bloques y Bolonería = 10.0 %. Grava = 70.0 %. Arena = 20.0 %. Finos = 10.0 %.</p>		S/M	
1			<p>Grava arcillosa limosa con arena, plasticidad baja a media, densa, ligeramente húmeda, color beige oscuro, estructura homogénea, arena de grano medio, grava angulosa de tamaño máximo = 3". Grava = 65.0 %. Arena = 15.0 %. Finos = 20.0 %.</p>		S/M	
3						

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 3 Fecha de inicio : 15/03/2012 Fecha de término : 15/03/2012 Tipo de excavación : Manual Tipo de equipo : Pico y pala Dimensión calicata : 1,5 x 2,5 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Inclinada		TRINCHERA T-305			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Actualización de Conocimientos 2012		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 507,0 Este : 346 717,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 472,0 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. calicata (m) : 1,3			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra <input type="checkbox"/> Disturbada <input type="checkbox"/> En bloque		Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción				
0		GM	Grava limosa con arena, plasticidad nula, muy densa, ligeramente húmeda, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano medio, grava subangulosa de tamaño máximo = 3", con bolonería de tamaño máximo = 6" , con bloques de tamaño máximo = 30". Bloques y Bolonería = 25.0 %. Grava = 70.0 %. Arena = 10.0 %. Finos = 20.0 %.		S/M	Paredes estables y filtración en paredes	
1							
2							
3							
4							
5							

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Dique de Depósito de Relaves 3 Fecha de inicio : 15/03/2012 Fecha de término : 15/03/2012 Tipo de excavación : Manual Tipo de equipo : Pico y pala Dimensión calicata : 1,5 x 2,5 m Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Inclinada		TRINCHERA T-306	
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre Actualización de Conocimientos 2012				Página 1 de 1	
				Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 535,0 Este : 346 734,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 473,0 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. calicata (m) : 2,2	
Profundidad (m)	SUCS	Condición de la muestra  Disturbada  En bloque		Muestra	Código muestra
	Gráfico	Descripción			
0	Relleno			S/M	Desechos orgánicos e inorgánicos. Paredes relativamente estables.
1		Relleno, Limo arenoso, plasticidad nula, firme, ligeramente húmeda, color marrón oscuro, estructura homogénea, arena de grano medio, gravas subangulosas de tamaño máximo = 3". Grava = 10.0 %. Arena = 30.0 %. Finos = 60.0 %.			
2					
3					
4					
5					

Densidad de Campo

DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil

Prueba Por: L.R.S.

Comprobado Por: L.G.H.

Actualización de Conocimientos 2012	Evaluación de Relavera Antigua con propósito de Usarlo como Botadero de desmonte de Mina para un Plan de Cierre				
Fecha:	08/03/2012	08/03/2012	09/03/2012	09/03/2012	09/03/2012
N° de Calicata/Ensayo:	CA-306/D1	CA-307/D2	CA-202/D3	CA-311/D4	CA-313/D5
Profundidad (m):	1,10	0,70	2,20	1,30	3,00
Localización de la Prueba:	Dique de presa de relaves 3 (MD)	Dique de presa de relaves 3 (C)	Dique de presa de relaves 2 (C)	Dique de presa de relaves 3 (C)	Dique de presa de relaves 3 (MD)
Densidad Arena (g/cm ³) Nivel	1,550	1,550	1,550	1,550	1,550
Peso de Arena en el Cono (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DENSIDAD					
Peso de Recipiente (g)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Recip + Suelo Húmedo (g)	1.735,00	2.295,00	1.485,00	1.710,00	1.415,00
Peso Suelo Húmedo (g):	1.734,96	2.294,96	1.484,96	1.709,96	1.414,96
Cono + Arena Inicial (g)	3.270,00	2.950,00	2.760,00	2.220,00	1.850,00
Cono + Arena Final (g)	1.980,00	1.350,00	1.755,00	1.070,00	850,00
Arena Usado (Cono + Hueco) (g)	1.290,00	1.600,00	1.005,00	1.150,00	1.000,00
Arena Usado (Hueco) (g)*	1.290,00	1.600,00	1.005,00	1.150,00	1.000,00
Volumen del Hueco (cm ³)	832,26	1.032,26	648,39	741,94	645,16
Densidad Húmeda (g/cm³)	2,085	2,223	2,290	2,305	2,193
CONTENIDO DE AGUA					
N° de Recipiente	-	-	-	-	-
Peso de Recipiente (g):	-	-	-	-	-
Recip + Suelo Húmedo (g):	-	-	-	-	-
Recip + Suelo Seco (g):	-	-	-	-	-
Peso del Agua (g)	-	-	-	-	-
Peso del Suelo Seco (g):	-	-	-	-	-
Contenido de Humedad (%):	22,90	8,60	9,20	16,70	18,60
Densidad Seca (g/cm³):	1,70	2,05	2,10	1,97	1,85
Compactación (%)	-	-	-	-	-
Diferencia de Humedad (%)	-	-	-	-	-
Notas					

*Arena Usado (Net) = Arena Usado (Gross) - Peso de Arena en el Cono

** Densidad Húmeda = Peso Suelo Húmedo / (Arena Usado (Net)/Densidad Arena)

MD/MI/C: Margen derecha/margen izquierda/Centro del dique

Penetración Dinámica Ligera DPL

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmante de Mina para un Plan de Cierre

UBICACIÓN : Depósito de Relaves 2

FECHA : 13/03/2012

SIST. DE COORDENADAS : PSAD 56

PESO DEL MARTILLO : 10 Kg

NORTE (m) : 8 783 529,0

ALTURA DE CAÍDA (m) : 0.5 m

ESTE (m) : 346 506,0

REGISTRADO POR : R.C.F.

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 7,80 m

Actualización de Conocimientos 2012

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
0,0	0						
0,1	1						
0,2	2						
0,3	3						
0,4	3						
0,5	4						
0,6	3						
0,7	6						
0,8	3						
0,9	3						
1,0	5						
1,1	7						
1,2	4						
1,3	4						
1,4	4						
1,5	4						
1,6	4						
1,7	4						
1,8	5						
1,9	5						
2,0	4						
2,1	5						
2,2	9						
2,3	7						
2,4	7						
2,5	7						
2,6	6						
2,7	7						
2,8	7						
2,9	7						
3,0	6						
3,1	8						
3,2	7						
3,3	8						
3,4	8						
3,5	8						
3,6	8						
3,7	7						
3,8	7						
3,9	7						
4,0	12						
4,1	11						
4,2	12						
4,3	11						
4,4	11						
4,5	10						
4,6	10						
4,7	10						
4,8	10						
4,9	11						
5,0	15						

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
5,0	15						
5,1	16						
5,2	16						
5,3	20						
5,4	20						
5,5	17						
5,6	17						
5,7	18						
5,8	16						
5,9	17						
6,0	20						
6,1	20						
6,2	19						
6,3	20						
6,4	26						
6,5	27						
6,6	25						
6,7	27						
6,8	27						
6,9	22						
7,0	26						
7,1	26						
7,2	30						
7,3	29						
7,4	28						
7,5	26						
7,6	29						
7,7	29						
7,8	33						
7,9							
8,0							
8,1							
8,2							
8,3							
8,4							
8,5							
8,6							
8,7							
8,8							
8,9							
9,0							
9,1							
9,2							
9,3							
9,4							
9,5							
9,6							
9,7							
9,8							
9,9							
10,0							

Fin del ensayo.

— 203

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
10,0							
10,1							
10,2							
10,3							
10,4							
10,5							
10,6							
10,7							
10,8							
10,9							
11,0							
11,1							
11,2							
11,3							
11,4							
11,5							
11,6							
11,7							
11,8							
11,9							
12,0							
12,1							
12,2							
12,3							
12,4							
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
15,0							

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

UBICACIÓN : Depósito de Relaves 2

FECHA : 13/03/2012

SIST. DE COORDENADAS : PSAD 56

PESO DEL MARTILLO : 10 Kg

NORTE (m) : 8 783 500,0

ALTURA DE CAÍDA (m) : 0.5 m

ESTE (m) : 346 477,0

REGISTRADO POR : R.C.F.

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 7,30 m

Actualización de Conocimientos 2012

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
0,0	0						
0,1	0						
0,2	2						
0,3	2						
0,4	4						
0,5	3						
0,6	3						
0,7	2						
0,8	2						
0,9	3						
1,0	2						
1,1	5						
1,2	3						
1,3	5						
1,4	4						
1,5	5						
1,6	3						
1,7	3						
1,8	3						
1,9	4						
2,0	5						
2,1	6						
2,2	5						
2,3	6						
2,4	6						
2,5	5						
2,6	6						
2,7	7						
2,8	6						
2,9	12						
3,0	10						
3,1	9						
3,2	9						
3,3	8						
3,4	8						
3,5	9						
3,6	8						
3,7	7						
3,8	9						
3,9	9						
4,0	12						
4,1	8						
4,2	11						
4,3	11						
4,4	11						
4,5	11						
4,6	11						
4,7	12						
4,8	11						
4,9	12						
5,0	17						

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
5,0	17						
5,1	21						
5,2	17						
5,3	16						
5,4	15						
5,5	15						
5,6	16						
5,7	17						
5,8	17						
5,9	18						
6,0	28						
6,1	26						
6,2	24						
6,3	23						
6,4	23						
6,5	23						
6,6	23						
6,7	25						
6,8	23						
6,9	25						
7,0	30						
7,1	29						
7,2	26						
7,3	32						
7,4							
7,5							
7,6							
7,7							
7,8							
7,9							
8,0							
8,1							
8,2							
8,3							
8,4							
8,5							
8,6							
8,7							
8,8							
8,9							
9,0							
9,1							
9,2							
9,3							
9,4							
9,5							
9,6							
9,7							
9,8							
9,9							
10,0							

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
10,0							
10,1							
10,2							
10,3							
10,4							
10,5							
10,6							
10,7							
10,8							
10,9							
11,0							
11,1							
11,2							
11,3							
11,4							
11,5							
11,6							
11,7							
11,8							
11,9							
12,0							
12,1							
12,2							
12,3							
12,4							
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
15,0							

Fin del ensayo.
— 204

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

UBICACIÓN : Depósito de Relaves 3

FECHA : 07/03/2012

SIST. DE COORDENADAS : PSAD 56

PESO DEL MARTILLO : 10 Kg

NORTE (m) : 8 783 730,0

Actualización de Conocimientos 2012

ALTURA DE CAÍDA (m) : 0.5 m

ESTE (m) : 346 709,0

REGISTRADO POR : A.R.P.

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 8,40 m

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
0,0	0						
0,1	0						
0,2	0						
0,3	0						
0,4	0						
0,5	0						
0,6	0						
0,7	1						
0,8	5						
0,9	6						
1,0	7						
1,1	10						
1,2	3						
1,3	2						
1,4	3						
1,5	2						
1,6	5						
1,7	11						
1,8	3						
1,9	2						
2,0	3						
2,1	4						
2,2	4						
2,3	3						
2,4	3						
2,5	3						
2,6	2						
2,7	4						
2,8	3						
2,9	4						
3,0	5						
3,1	6						
3,2	5						
3,3	5						
3,4	5						
3,5	5						
3,6	4						
3,7	5						
3,8	4						
3,9	4						
4,0	6						
4,1	7						
4,2	7						
4,3	5						
4,4	6						
4,5	6						
4,6	5						
4,7	5						
4,8	6						
4,9	6						
5,0	8						

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
5,0	8						
5,1	7						
5,2	8						
5,3	8						
5,4	6						
5,5	7						
5,6	8						
5,7	12						
5,8	12						
5,9	10						
6,0	19						
6,1	19						
6,2	20						
6,3	18						
6,4	16						
6,5	16						
6,6	18						
6,7	17						
6,8	17						
6,9	20						
7,0	17						
7,1	21						
7,2	25						
7,3	23						
7,4	22						
7,5	22						
7,6	24						
7,7	22						
7,8	24						
7,9	23						
8,0	25						
8,1	30						
8,2	28						
8,3	29						
8,4	28						
8,5							
8,6							
8,7							
8,8							
8,9							
9,0							
9,1							
9,2							
9,3							
9,4							
9,5							
9,6							
9,7							
9,8							
9,9							
10,0							

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
10,0							
10,1							
10,2							
10,3							
10,4							
10,5							
10,6							
10,7							
10,8							
10,9							
11,0							
11,1							
11,2							
11,3							
11,4							
11,5							
11,6							
11,7							
11,8							
11,9							
12,0							
12,1							
12,2							
12,3							
12,4							
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
15,0							

Fin del ensayo.

— 302

**Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL)

DPL-307

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

UBICACIÓN : Depósito de Relaves 3

FECHA : 08/03/2012

SIST. DE COORDENADAS : PSAD 56

PESO DEL MARTILLO : 10 Kg

NORTE (m) : 8 783 595,0

ALTURA DE CAÍDA (m) : 0.5 m

ESTE (m) : 346 702,0

REGISTRADO POR : A.R.P.

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 6,60 m

Actualización de Conocimientos 2012

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
0,0	0						
0,1	0						
0,2	0						
0,3	0						
0,4	0						
0,5	0						
0,6	0						
0,7	1						
0,8	6						
0,9	5						
1,0	1						
1,1	0						
1,2	0						
1,3	2						
1,4	4						
1,5	4						
1,6	3						
1,7	4						
1,8	2						
1,9	2						
2,0	3						
2,1	3						
2,2	2						
2,3	3						
2,4	3						
2,5	3						
2,6	3						
2,7	5						
2,8	5						
2,9	8						
3,0	10						
3,1	6						
3,2	6						
3,3	5						
3,4	5						
3,5	5						
3,6	4						
3,7	4						
3,8	4						
3,9	4						
4,0	6						
4,1	9						
4,2	8						
4,3	8						
4,4	7						
4,5	7						
4,6	8						
4,7	8						
4,8	8						
4,9	7						
5,0	17						

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
5,0	17						
5,1	20						
5,2	18						
5,3	17						
5,4	15						
5,5	16						
5,6	14						
5,7	14						
5,8	14						
5,9	14						
6,0	15						
6,1	15						
6,2	18						
6,3	22						
6,4	23						
6,5	28						
6,6	55						
6,7							
6,8							
6,9							
7,0							
7,1							
7,2							
7,3							
7,4							
7,5							
7,6							
7,7							
7,8							
7,9							
8,0							
8,1							
8,2							
8,3							
8,4							
8,5							
8,6							
8,7							
8,8							
8,9							
9,0							
9,1							
9,2							
9,3							
9,4							
9,5							
9,6							
9,7							
9,8							
9,9							
10,0							

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
10,0							
10,1							
10,2							
10,3							
10,4							
10,5							
10,6							
10,7							
10,8							
10,9							
11,0							
11,1							
11,2							
11,3							
11,4							
11,5							
11,6							
11,7							
11,8							
11,9							
12,0							
12,1							
12,2							
12,3							
12,4							
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
15,0							

Fin del ensayo.

— 307

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

UBICACIÓN : Depósito de Relaves 3

FECHA : 09/03/2012

SIST. DE COORDENADAS : PSAD 56

PESO DEL MARTILLO : 10 Kg

NORTE (m) : 8 783 532,0

ALTURA DE CAÍDA (m) : 0.5 m

ESTE (m) : 346 675,0

REGISTRADO POR : A.R.P.

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 7,10 m

Actualización de Conocimientos 2012

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
0,0	0						
0,1	0						
0,2	0						
0,3	0						
0,4	0						
0,5	0						
0,6	0						
0,7	1						
0,8	1						
0,9	2						
1,0	5						
1,1	2						
1,2	2						
1,3	3						
1,4	2						
1,5	2						
1,6	3						
1,7	8						
1,8	14						
1,9	12						
2,0	15						
2,1	15						
2,2	19						
2,3	17						
2,4	15						
2,5	17						
2,6	14						
2,7	15						
2,8	18						
2,9	19						
3,0	24						
3,1	25						
3,2	27						
3,3	23						
3,4	24						
3,5	24						
3,6	24						
3,7	25						
3,8	22						
3,9	23						
4,0	29						
4,1	33						
4,2	25						
4,3	27						
4,4	25						
4,5	25						
4,6	22						
4,7	20						
4,8	18						
4,9	22						
5,0	25						

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
5,0	25						
5,1	25						
5,2	21						
5,3	21						
5,4	22						
5,5	24						
5,6	22						
5,7	23						
5,8	22						
5,9	22						
6,0	31						
6,1	29						
6,2	28						
6,3	26						
6,4	28						
6,5	30						
6,6	28						
6,7	27						
6,8	26						
6,9	27						
7,0	25						
7,1	30						
7,2							
7,3							
7,4							
7,5							
7,6							
7,7							
7,8							
7,9							
8,0							
8,1							
8,2							
8,3							
8,4							
8,5							
8,6							
8,7							
8,8							
8,9							
9,0							
9,1							
9,2							
9,3							
9,4							
9,5							
9,6							
9,7							
9,8							
9,9							
10,0							

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
10,0							
10,1							
10,2							
10,3							
10,4							
10,5							
10,6							
10,7							
10,8							
10,9							
11,0							
11,1							
11,2							
11,3							
11,4							
11,5							
11,6							
11,7							
11,8							
11,9							
12,0							
12,1							
12,2							
12,3							
12,4							
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
15,0							

Fin del ensayo.



Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

UBICACIÓN : Depósito de Relaves 3

FECHA : 10/03/2012

SIST. DE COORDENADAS : PSAD 56

PESO DEL MARTILLO : 10 Kg

NORTE (m) : 8 783 493,0

Actualización de Conocimientos 2012

ALTURA DE CAÍDA : 0.5 m

ESTE (m) : 346 553,0

REGISTRADO POR : R.C.F.

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 3,30 m

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
0,0	0						
0,1	8						
0,2	10						
0,3	10						
0,4	11						
0,5	14						
0,6	12						
0,7	11						
0,8	10						
0,9	11						
1,0	14						
1,1	10						
1,2	11						
1,3	8						
1,4	7						
1,5	8						
1,6	8						
1,7	8						
1,8	7						
1,9	8						
2,0	10						
2,1	8						
2,2	8						
2,3	9						
2,4	10						
2,5	9						
2,6	9						
2,7	11						
2,8	10						
2,9	11						
3,0	21						
3,1	36						
3,2	36						
3,3	36						
3,4							
3,5							
3,6							
3,7							
3,8							
3,9							
4,0							
4,1							
4,2							
4,3							
4,4							
4,5							
4,6							
4,7							
4,8							
4,9							
5,0							

Fin del ensayo.

313

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
5,0							
5,1							
5,2							
5,3							
5,4							
5,5							
5,6							
5,7							
5,8							
5,9							
6,0							
6,1							
6,2							
6,3							
6,4							
6,5							
6,6							
6,7							
6,8							
6,9							
7,0							
7,1							
7,2							
7,3							
7,4							
7,5							
7,6							
7,7							
7,8							
7,9							
8,0							
8,1							
8,2							
8,3							
8,4							
8,5							
8,6							
8,7							
8,8							
8,9							
9,0							
9,1							
9,2							
9,3							
9,4							
9,5							
9,6							
9,7							
9,8							
9,9							
10,0							

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
10,0							
10,1							
10,2							
10,3							
10,4							
10,5							
10,6							
10,7							
10,8							
10,9							
11,0							
11,1							
11,2							
11,3							
11,4							
11,5							
11,6							
11,7							
11,8							
11,9							
12,0							
12,1							
12,2							
12,3							
12,4							
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
15,0							

**Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL)

DPL-314

UBICACIÓN : Depósito de Relaves 3

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito
de Usarlo como Botadero de Desmonte de
Mina para un Plan de Cierre

FECHA : 10/03/2012

SIST. DE COORDENADAS : PSAD 56

PESO DEL MARTILLO : 10 Kg

NORTE (m) : 8 783 470,0

ALTURA DE CAÍDA : 0.5 m

ESTE (m) : 346 607,0

Actualización de Conocimientos 2012

REGISTRADO POR : R.C.F.

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 8,30 m

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
0,0	0						
0,1	0						
0,2	0						
0,3	0						
0,4	0						
0,5	0						
0,6	2						
0,7	2						
0,8	7						
0,9	6						
1,0	6						
1,1	3						
1,2	5						
1,3	5						
1,4	4						
1,5	4						
1,6	3						
1,7	3						
1,8	3						
1,9	4						
2,0	5						
2,1	4						
2,2	4						
2,3	4						
2,4	4						
2,5	7						
2,6	12						
2,7	8						
2,8	6						
2,9	5						
3,0	10						
3,1	10						
3,2	14						
3,3	14						
3,4	14						
3,5	14						
3,6	13						
3,7	9						
3,8	9						
3,9	11						
4,0	12						
4,1	13						
4,2	12						
4,3	15						
4,4	15						
4,5	14						
4,6	14						
4,7	13						
4,8	12						
4,9	14						
5,0	16						

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
5,0	16						
5,1	13						
5,2	16						
5,3	16						
5,4	15						
5,5	14						
5,6	14						
5,7	16						
5,8	15						
5,9	15						
6,0	16						
6,1	16						
6,2	18						
6,3	18						
6,4	14						
6,5	13						
6,6	13						
6,7	15						
6,8	15						
6,9	15						
7,0	17						
7,1	20						
7,2	20						
7,3	20						
7,4	20						
7,5	20						
7,6	20						
7,7	19						
7,8	18						
7,9	18						
8,0	18						
8,1	17						
8,2	22						
8,3	30						
8,4							
8,5							
8,6							
8,7							
8,8							
8,9							
9,0							
9,1							
9,2							
9,3							
9,4							
9,5							
9,6							
9,7							
9,8							
9,9							
10,0							

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
10,0							
10,1							
10,2							
10,3							
10,4							
10,5							
10,6							
10,7							
10,8							
10,9							
11,0							
11,1							
11,2							
11,3							
11,4							
11,5							
11,6							
11,7							
11,8							
11,9							
12,0							
12,1							
12,2							
12,3							
12,4							
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
15,0							

Fin del ensayo.

— 314

**Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL)

DPL-316

UBICACIÓN : Depósito de Relaves 3

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

FECHA : 12/03/2012

SIST. DE COORDENADAS : PSAD 56

PESO DEL MARTILLO : 10 Kg

NORTE (m) : 8 783 414,0

Actualización de Conocimimientos 2012

ALTURA DE CAÍDA : 0.5 m

ESTE (m) : 346 505,0

REGISTRADO POR : R.C.F.

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 6,20 m

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
0,0	0						
0,1	0						
0,2	0						
0,3	1						
0,4	3						
0,5	2						
0,6	3						
0,7	13						
0,8	11						
0,9	10						
1,0	13						
1,1	10						
1,2	10						
1,3	11						
1,4	11						
1,5	12						
1,6	13						
1,7	13						
1,8	12						
1,9	12						
2,0	10						
2,1	10						
2,2	12						
2,3	17						
2,4	15						
2,5	14						
2,6	11						
2,7	12						
2,8	11						
2,9	11						
3,0	12						
3,1	11						
3,2	12						
3,3	13						
3,4	13						
3,5	13						
3,6	14						
3,7	14						
3,8	13						
3,9	14						
4,0	12						
4,1	13						
4,2	14						
4,3	15						
4,4	13						
4,5	13						
4,6	12						
4,7	14						
4,8	12						
4,9	14						
5,0	18						

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
5,0	18						
5,1	18						
5,2	18						
5,3	17						
5,4	18						
5,5	19						
5,6	22						
5,7	24						
5,8	22						
5,9	28						
6,0	29						
6,1	31						
6,2	37						
6,3							
6,4							
6,5							
6,6							
6,7							
6,8							
6,9							
7,0							
7,1							
7,2							
7,3							
7,4							
7,5							
7,6							
7,7							
7,8							
7,9							
8,0							
8,1							
8,2							
8,3							
8,4							
8,5							
8,6							
8,7							
8,8							
8,9							
9,0							
9,1							
9,2							
9,3							
9,4							
9,5							
9,6							
9,7							
9,8							
9,9							
10,0							




















Fin del ensayo.

— 316

PROF. (m)	N° GOLPES	N° GOLPES GRÁFICO					
		5	10	15	20	25	30
10,0							
10,1							
10,2							
10,3							
10,4							
10,5							
10,6							
10,7							
10,8							
10,9							
11,0							
11,1							
11,2							
11,3							
11,4							
11,5							
11,6							
11,7							
11,8							
11,9							
12,0							
12,1							
12,2							
12,3							
12,4							
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
15,0							

Perforaciones Diamantinas

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil	Ubicación : Depósito de Relaves 1	PERFORACIÓN PR-101 Página 1 de 1
	Fecha de inicio : 20/03/2012 Fecha de término : 21/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : LY 38 Diámetro exc. : HQ Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana	
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmorte de Mina para un Plan de Cierre		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 430,0 Este : 346 205,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 490,0 Nivel freático (m) : 12,8 Prof. excavación (m) : 33,0
Actualización de Conocimientos 2012		

Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
							
0							
0-2	GW-GM					S/M	
2-4	SP-SM					S/M	
4-6	ML					M-1	Ensayo SPT-01 de 3,70 a 4,15 m. N° de golpes: 14
6-8	SP-SM					M-2	Tubo Shelby de 5,20 a 5,80 m.
8-10	SP-SM					S/M	Ensayo SPT-02 de 7,50 a 7,95 m. N° de golpes: 16
10-12							
12-14	Pt					M-3	Ensayo SPT-03 de 10,90 a 11,35 m. N° de golpes: 8
14-16	Pt					M-4	Extracción de muestra con triple tubería. Desde 11,35 a 12,20 m.
16-18	ML					S/M	
18-20	Pt					S/M	
20-22	CH					M-5	Extracción de muestra. Desde 22,00 a 22,60 m.
22-24	ML					S/M	
24-26	CL					M-6	Ensayo SPT-04 de 25,60 a 26,05 m. N° de golpes: 6
26-28	GP					S/M	
28-30							

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

SISTEMA DE COORDENADAS (UTM)

ORIENTACIÓN DEL COLLAR

DATOS DEL SONDAJE

HOJA: 1 DE: 1

PROYECTO: Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

DATUM: PSAD 56

DIRECCIÓN: ---

NOMBRE DEL SONDAJE: PR-101

NORTE: 8 783 430

INCLINACIÓN: -90°

COMPañIA DE PERFORACIÓN: Suelos y Sondajes

FECHA: 21/03/2012

ESTE: 346 205

TIPO DE BROCA: ---

NIVEL DEL AGUA (m): 12,75

UBICACIÓN: Depósito de Relaves 1

ELEVACIÓN: 4 490

DIÁMETRO: HQ3

PROFUNDIDAD FINAL (m): 33,00




REGISTRAD: L.R.S.

PARÁMETROS DEL RMR (1989)

N° DE CORRIDA	DESDE (m)	HASTA (m)	AVANCE (m)	LITOLOGÍA	RECUPERADO (m)	RECUPERADO (%)	RQD (m)	RQD (%)	N° JUNTAS POR CORRIDA	ESPACIAMIENTO (m)	UCS (Mpa)	PERSISTENCIAE (m)	ABERTURA (mm)	RUGOSIDAD (valoración)	MATERIAL DE RELLENO 1	MATERIAL DE RELLENO 2	MATERIAL DE RELLENO 3	TIPO DE RELLENO (valoración)	METEORIZACIÓN (valoración)	CONDICIÓN DEL AGUA (valoración)	
1-23a	0,00	28,90	28,90	Suelo																	
23b	28,90	29,20	0,30	Limolita	0,30	1,00	0,25	83,33	2	0,10	10,0	5,0	1,0	3	Ca			4	3	7	
24	29,20	30,40	1,20	Limolita	1,20	1,00	1,00	83,33	4	0,24	20,0	5,0	1,0	3	Ca			4	5	7	
25	30,40	32,00	1,60	Limolita	1,60	1,00	0,70	43,75	9	0,16	15,0	3,0	5,0	2	Ca	Cy		2	3	7	
26	32,00	33,00	1,00	Limolita	1,00	1,00	0,90	90,00	3	0,25	25,0	3,0	1,0	3	Ca			4	5	7	

VALORACIÓN DEL RMR (1989)

RMR (1) RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	RMR (2) RQD	RMR (3) ESPACIAMIENTO	RMR (4-1) PERSISTENCIA	RMR (4-2) ABERTURA	RMR (4-3) RUGOSIDAD	RMR (4-4) RELLENO	RMR (4-5) METEORIZACIÓN	RMR (5) AGUA	RMR, 1989 (BÁSICO)	TIPO DE ROCA
									0	
2	17	8	2	3	3	4	3	7	49	REGULAR
2	17	10	2	3	3	4	5	7	53	REGULAR
2	8	8	2	1	2	2	3	7	35	MALA
4	20	10	2	3	3	4	5	7	58	REGULAR

Profundidad (m)		SUCS	Gráfico	Condición de la muestra	Muestra	Código muestra	Comentarios
0				Grava bien gradada con arena y limo, plasticidad nula a baja, medianamente densa, ligeramente húmeda, color gris claro a oscuro, estructura homogénea, gravas angulosas de TM = 3" con presencia de bolonería de TM = 12" y bloques de TM = 30" en un 25% del volumen total. Grava = 70,0 %. Arena = 20,0 %. Finos = 10,0 %.			
1							
2							
3							
4							
5		GW				S/M	
6							
7							
8							
9							
10		SP		Arena pobremente gradada con limo, plasticidad nula, suelta, húmeda, color gris oscuro a verdoso, estructura homogénea, Arena = 95,0 %. Finos = 5,0 %.		S/M	
11		ML		Limo arcilloso, plasticidad baja a media, blanda, húmeda, color gris oscuro, estructura homogénea, Arena = 5,0 %. Finos = 95,0 %.		S/M	
12				Grava = 75,0 %. Arena = 5,0 %. Finos = 20,0 %.		M-1	Tubo Shelby de 12,5 a 13,15 m.
13				Arena limosa, plasticidad nula a baja, suelta, húmeda, gris claro a verdoso. Arena = 62,3 %. Finos = 37,7 %.		M-2	Ensayo SPT-1 de 13,15 a 13,60 m. Nº de golpes: 14
14		SM					
15						M-3	Ensayo SPT-2 de 15,35 a 15,80 m. Nº de golpes: 54
16		CL		Arcilla limosa con gravas, plasticidad baja, firme, húmedo, color beige oscuro a naranja, estructura homogénea. gravas angulosas a sub angulosas de TM = 1". Grava = 10,0 %. Arena = 5,0 %. Finos = 85,0 %.			
17				Basamento rocoso			
18							

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil

Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usuario como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

Actualización de Conocimientos 2012

Ubicación : Dique de Depósito de Relaves - Zona Central
 Fecha de inicio : 16/03/2012
 Fecha de término : 18/03/2012
 Tipo de excavación : Mecánica
 Tipo de equipo : LY 38
 Diámetro exc. : HQ
 Registrado por : L.R.S.
 Condición superficial : Plana

PERFORACIÓN PR-201
 Página 1 de 1
 Sistema de coordenadas : PSAD 56
 Norte : 8 783 492,0
 Este : 346 498,0
 Elevación (m.s.n.m.) : 4 256,0
 Nivel freático (m) : 6,5
 Prof. excavación (m) : 31,50

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

SISTEMA DE COORDENADAS (UTM)

ORIENTACIÓN DEL COLLAR

DATOS DEL SONDAJE

HOJA: 1 DE: 1

PROYECTO: Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

DATUM: PSAD 56

DIRECCIÓN: ---

NOMBRE DEL SONDAJE: PR-2 01

NORTE: 8 783 492

INCLINACIÓN: -90°

COMPañÍA DE PERFORACIÓN: Suelos y Sondajes FECHA: 18 /03/2012

ESTE: 318 498

TIPO DE BROCA: ---

NIVEL DEL AGUA (m): 8,5 0

UBICACIÓN: Dique del Depósito de Relaves 2

ELEVACIÓN: 4256

DIAMETRO: HQ3





















PROFUNDIDAD FINAL (m): 31,5 0 REGISTRADO: L.R.S.

PARÁMETROS DEL RMR (198 9)

VALORACIÓN DEL RMR (198 9)

N° DE CORRIDA	DESDE (m)	HASTA (m)	AVANCE (m)	LITOLOGÍA	RECUPERADO (m)	RECUPERADO (%)	RQD (m)	RQD (%)	N° JUNTAS POR CORRIDA	ESPACIAMIENTO (m)	UCS (Mpa)	PERSISTENCIAE (m)	ABERTURA (mm)	RUGOSIDAD (valoración)	MATERIAL DE RELLENO 1	MATERIAL DE RELLENO 2	MATERIAL DE RELLENO 3	TIPO DE RELLENO (valoración)	METEORIZACIÓN (valoración)	CONDICIÓN DEL AGUA (valoración)	
1-22	0,00	16,50	16,50	Suelo																	
23	16,50	17,20	0,70	Limolita	0,60	0,86	0,45	75,00	4	0,12	60,0	10,0	5,0	2	Ox	Cly	-	2	3	7	
24	17,20	18,60	1,40	Limolita	1,40	1,00	0,16	11,43	7	0,18	40,0	5,0	5,0	2	Ox	Cly	-	2	3	7	
25	18,60	19,15	0,55	Limolita	0,55	1,00	0,30	54,55	2	0,18	30,0	3,0	1,0	3	Ca	S	-	4	5	7	
26	19,15	20,30	1,15	Limolita	1,15	1,00	0,70	60,87	2	0,38	40,0	3,0	1,0	3	Ca	-	-	4	5	7	
27	20,30	21,70	1,40	Limolita	1,40	1,00	0,90	64,29	2	0,47	50,0	3,0	1,0	3	Ca	Cly	S	2	3	7	
28	21,70	22,90	1,20	Limolita	1,20	1,00	1,10	91,67	4	0,24	50,0	3,0	5,0	3	Ca	Cly	S	2	3	7	
29	22,90	23,40	0,50	Limolita	0,50	1,00	0,50	100,00	2	0,17	50,0	2,0	0,1	5	Ca	-	S	4	5	7	
30	23,40	24,60	1,20	Limolita	1,20	1,00	0,85	70,83	2	0,40	40,0	5,0	6,0	0	Cly	Ca	-	0	1	7	
31	24,60	26,20	1,60	Limolita	1,40	0,88	0,48	34,29	7	0,18	40,0	10,0	6,0	2	Ca	Cly	S	2	2	7	
32	26,20	27,40	1,20	Limolita	1,20	1,00	1,05	87,50	3	0,30	50,0	3,0	1,0	5	Ca	Ox	S	4	5	7	
33	27,40	29,00	1,60	Limolita	1,60	1,00	1,60	100,00	2	0,53	50,0	3,0	0,1	5	Ca	Ca	-	4	5	7	
34	29,00	30,20	1,20	Limolita	1,20	1,00	1,10	91,67	3	0,30	60,0	2,0	1,0	3	Ca	-	-	4	5	7	
35	30,20	31,50	1,30	Limolita	1,30	1,00	1,30	100,00	2	0,43	60,0	2,0	0,1	3	Ca	-	-	4	5	7	

RMR (1) RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	RMR (2) RQD	RMR (3) ESPACIAMIENTO	RMR (4-1) PERSISTENCIA	RMR (4-2) ABERTURA	RMR (4-3) RUGOSIDAD	RMR (4-4) RELLENO	RMR (4-5) METEORIZACIÓN	RMR (5) AGUA	RMR, 1989 (BÁSICO)	TIPO DE ROCA
									0	
7	17	8	1	1	2	2	3	7	48	REGULAR
4	3	8	2	1	2	2	3	7	32	MALA
4	13	8	2	3	3	4	5	7	49	REGULAR
4	13	10	2	3	3	4	5	7	51	REGULAR
7	13	10	2	3	3	2	3	7	50	REGULAR
7	20	10	2	1	3	2	3	7	55	REGULAR
7	20	8	4	5	5	4	5	7	65	BUENA
4	13	10	2	0	0	0	1	7	37	MALA
4	8	8	1	0	2	2	2	7	34	MALA
7	17	10	2	3	5	4	5	7	60	BUENA
7	20	10	2	5	5	4	5	7	65	BUENA
7	20	10	4	3	3	4	5	7	63	BUENA
7	20	10	4	5	3	4	5	7	65	BUENA

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Depósito de Relaves 3		PERFORACIÓN PR-301			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Fecha de inicio : 08/03/2012 Fecha de término : 10/03/2012		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 721,0 Este : 346 744,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 475,0 Nivel freático (m) : No medido Prof. excavación (m) : 27,3			
		Tipo de excavación : Mecánica Tipo de equipo : LY 38 Diámetro exc. : HQ Registrado por : L.R.S. Condición superficial : Plana		Página 1 de 1			
Actualización de Conocimientos 2012							
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			 Disturbada  En bloque	Descripción			
0	GM			Relleno, grava limosa con arena, plasticidad baja, color gris oscuro, medianamente densa, seca a ligeramente húmeda, estructura homogénea.		S/M	
1				Grava = 70,0 %. Arena = 15,0 %. Finos = 15,0 %.			
2	SM			Arena limosa, plasticidad baja a media, suelta, color pardo oscuro, muy húmeda a saturada, estructura homogénea.	M-1	Ensayo SPT-1 de 1,5 a 1,95 m. Nº de golpes: 2	
3				Arena = 55,0 %. Finos = 45,0 %.			
4	SM			Arena limosa, plasticidad baja a media, suelta, color gris, saturada, estructura homogénea.	M-2	Ensayo SPT-2 de 3,0 a 3,45 m. Nº de golpes: 2	
5				Arena = 55,0 %. Finos = 45,0 %.	M-3	Tubo Shelby de 4,0 a 4,65 m.	
6				Arcilla de baja plasticidad, muy blanda a blanda, saturada, color gris, estructura homogénea.	M-4	Ensayo SPT-3 de 5,7 a 6,15 m. Nº de golpes: 2	
7	CL			Arcilla de baja plasticidad, muy blanda a blanda, saturada, color gris, estructura homogénea.	M-5	Tubo Shelby de 7,75 a 8,4 m.	
8				Arena = 9,3 %. Finos = 90,7 %.			
9					M-6	Ensayo SPT-4 de 8,4 a 8,85 m. Nº de golpes: 5	
10				Arcilla de baja plasticidad con arena, plasticidad baja, muy blanda a blanda, saturada, color gris, estructura homogénea.	M-7	Ensayo SPT-5 de 10,0 a 10,45 m. Nº de golpes: 2	
11				Arena = 16,30 %. Finos = 83,7 %.			
12	CL/CL-ML				M-8	Ensayo SPT-6 de 13,0 a 13,45 m. Nº de golpes: 10	
13					M-9	Extracción de muestra desde 13,35 a 13,60	
14	ML			Limo, plasticidad nula, blanda, húmeda, color negro, estructura homogénea.			
15	GC			Arena = 5,0 %. Finos = 95,0 %.	M-10	Ensayo SPT-7 de 13,6 a 15,0 m. Nº de golpes: 40	
16				Grava arcillosa con arena, plasticidad media, medianamente densa, húmeda, color gris pardoso, estructura homogénea.			
17				Grava = 31,9%. Arena = 29,5 %. Finos = 38,6 %.			
18				Basamento rocoso			
19							
20							

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

SISTEMA DE COORDENADAS (UTM)

ORIENTACIÓN DEL COLLAR

DATOS DEL SONDAJE

HOJA: 1

DE:

PROYECTO: Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

DATUM: PSAD 56

DIRECCIÓN: ---

NOMBRE DEL SONDAJE: PR-301

NORTE: 8 783 721

INCLINACIÓN: -90°

COMPañIA DE PERFORACIÓN: Suelos y Sondajes

FECHA:

21/03/2012

ESTE: 346 744

TIPO DE BROCA: ---

NIVEL DEL AGUA (m): No medido

UBICACIÓN: Depósito de Relaves 3

ELEVACIÓN: 4 475

DIÁMETRO: HQ3

PROFUNDIDAD FINAL (m): 27,30

REGISTRAD

















L.R.S.

PARÁMETROS DEL RMR (1989)

N° DE CORRIDA	DESDE (m)	HASTA (m)	AVANCE (m)	LITOLOGÍA	RECUPERADO (m)	RECUPERADO (%)	RQD (m)	RQD (%)	N° JUNTAS POR CORRIDA	ESPACIAMIENTO (m)	UCS (Mpa)	PERSISTENCIAE (m)	ABERTURA (mm)	RUGOSIDAD (valoración)	MATERIAL DE RELLENO 1	MATERIAL DE RELLENO 2	MATERIAL DE RELLENO 3	TIPO DE RELLENO (valoración)	METEORIZACIÓN (valoración)	CONDICIÓN DEL AGUA (valoración)	
1-11a	0,00	15,35	15,35	Suelo																	
11b	15,35	15,90	0,55	Arenisca	0,65	1,18	0,40	61,54	4	12,00	80,0	5,0	1,0	5	Ca	Ox	-	4	3	7	
12	15,90	17,35	1,45	Arenisca	1,45	1,00	1,30	89,66	6	20,00	70,0	3,0	1,0	3	Ca	Ox	Py	2	5	7	
13	17,35	18,35	1,00	Arenisca	1,00	1,00	0,95	95,00	3	25,00	70,0	3,0	0,1	3	Ca	Ox	Py	4	5	7	
14	18,35	19,95	1,60	Arenisca	1,60	1,00	1,60	100,00	1	0,80	80,0	2,0	0,1	5	Py	-	-	4	5	7	
15	19,95	21,35	1,40	Arenisca	1,40	1,00	1,40	100,00	0	1,40	70,0	2,0	0,0	6	-	-	-	6	6	7	
16	21,35	22,95	1,60	Arenisca	1,60	1,00	1,50	93,75	4	30,00	60,0	10,0	1,0	3	Ox	-	-	2	3	7	
17	22,95	24,35	1,40	Arenisca	1,40	1,00	1,40	100,00	2	0,40	70,0	2,0	1,0	5	Py	-	-	4	3	7	
18	24,35	25,90	1,55	Arenisca/limolita	1,55	1,00	1,55	100,00	5	0,20	60,0	3,0	1,0	2	Ox	-	-	2	5	7	
19	25,90	27,30	1,40	limolita/arenisca	1,40	1,00	1,40	100,00	1	0,70	70,0	3,0	0,1	3	Ca	-	-	4	5	7	

VALORACIÓN DEL RMR (1989)

RMR (1) RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	RMR (2) RQD	RMR (3) ESPACIAMIENTO	RMR (4-1) PERSISTENCIA	RMR (4-2) ABERTURA	RMR (4-3) RUGOSIDAD	RMR (4-4) RELLENO	RMR (4-5) METEORIZACIÓN	RMR (5) AGUA	RMR, 1989 (BÁSICO)	TIPO DE ROCA
									0	
7	13	20	2	3	5	4	3	7	64	BUENA
7	17	20	2	3	3	2	5	7	66	BUENA
7	20	20	2	5	3	4	5	7	73	BUENA
7	20	15	4	5	5	4	5	7	72	BUENA
7	20	15	4	6	6	6	6	7	77	BUENA
7	20	20	1	3	3	2	3	7	66	BUENA
7	20	10	4	3	5	4	3	7	63	BUENA
7	20	10	2	3	2	2	5	7	58	REGULAR
7	20	15	2	5	3	4	5	7	68	BUENA

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		PERFORACIÓN PR-302 Página 1 de 1				
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Ubicación : Dique del Depósito de Relaves 3				
		Fecha de inicio : 11/03/2012 Fecha de término : 12/03/2012 Tipo de excavación : Mecánica				
Actualización de Conocimientos 2012		Sistema de coordenadas : PSAD 56 Norte : 8 783 489,0 Este : 346 677,0 Elevación (m.s.n.m.) : 4 478,0 Nivel freático (m) : No medido Prof. excavación (m) : 33,0				
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra	Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción			
0			 Disturbada  En bloque			
1	GM		Grava limosa con arena, plasticidad nula a baja, suelta, seca, color marrón claro, estructura homogénea, grava angulosa a subangulosa de TM = 3" con presencia de bolonería de TM = 5" en un 10 % del volumen total.		S/M	
2	CL-ML		Gravas = 50,0 %. Arenas = 20,0 %. Finos = 30,0 %.		M-1	Ensayo LPT-1 de 1,5 a 1,95 m. Nº de golpes: 21
3			Arcilla de baja plasticidad con limo y gravas, blanda, seca, color pardo grisáceo, estructura homogénea, grava subangulosa a subredondeada de TM = 2" con presencia de bolonería de TM = 5" en un 10% del volumen total.		M-2	Ensayo SPT-1 de 4,0 a 4,45 m. Nº de golpes: 1
4			Gravas = 1,3 %. Arenas = 14,2 %. Finos = 84,6 %.		M-3	Tubo Shelby de 5,3 a 5,95 m.
5			Arcilla de baja plasticidad, muy blanda a blanda, muy húmedo, gris, estructura homogénea.			
6	CL		Arena = 0,6 %. Finos = 99,4 %.		M-4	Ensayo SPT-2 de 7,0 a 7,45 m. Nº de golpes: 11
7						
8					M-5	Ensayo SPT-3 de 8,5 a 8,95 m. Nº de golpes: 1
9						
10						
11	SM		Arena limosa, plasticidad nula a baja, suelta a medianamente densa, húmeda, color pardo oscuro, estructura homogénea.		M-6	Ensayo SPT-4 de 10,0 a 10,45 m. Nº de golpes: 3
12	ML		Arena = 75,0 %. Finos = 25,0 %.		S/M	
13			Limo, plasticidad baja a media, blando a firme, húmedo, color gris oscuro, estructura homogénea.			
14	SM		Arena = 15,0 %. Finos = 85,0 %.		M-7	Ensayo SPT-5 de 13,0 a 13,45 m. Nº de golpes: 18
15			Arena limosa, plasticidad nula a baja, suelta a medianamente densa, húmeda, color marrón claro, estructura homogénea, grava subangulosa de TM = 3".			
16	SP		Grava = 10,2 %. Arena = 59,8 %. Finos = 30 %.		S/M	
17			Arena pobremente gradada, plasticidad nula, suelta a medianamente densa, húmeda, marrón claro, estructura homogénea, grava subangulosa de TM = 3".			
18			Grava = 10,0 %. Arena = 85,0 %. Finos = 5,0 %.			
19			Basamento rocoso			
20						

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

SISTEMA DE COORDENADAS (UTM)

ORIENTACIÓN DEL COLLAR

DATOS DEL SONDAJE

HOJA: 1 DE:

PROYECTO: Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

DATUM: PSAD 56

DIRECCIÓN: ---

NOMBRE DEL SONDAJE: PR-302

NORTE: 8 783 489

INCLINACIÓN: -9°

COMPañÍA DE PERFORACIÓN: Suelos y Sondajes FECHA: 13/03/2012

ESTE: 346 677

TIPO DE BROCA: ---

NIVEL DEL AGUA (m): No medido

UBICACIÓN: Dique del depósito de Relaves 3

ELEVACIÓN: 4 478

DIÁMETRO: HQ3

PROFUNDIDAD FINAL (m): 33,00 REGISTRADO








L.R.S.

PARÁMETROS DEL RMR (1989)

VALORACIÓN DEL RMR (1989)

N° DE CORRIDA	DESDE (m)	HASTA (m)	AVANCE (m)	LITOLOGÍA	RECUPERADO (m)	RECUPERADO (%)	RQD (m)	RQD (%)	N° JUNTAS POR CORRIDA	ESPACIAMIENTO (m)	UCS (Mpa)	PERSISTENCIAE (m)	ABERTURA (mm)	RUGOSIDAD (valoración)	MATERIAL DE RELLENO 1	MATERIAL DE RELLENO 2	MATERIAL DE RELLENO 3	TIPO DE RELLENO (valoración)	METEORIZACIÓN (valoración)	CONDICIÓN DEL AGUA (valoración)	
1-12	0,00	15,70	15,70	Suelo																	
13	15,70	17,30	1,60	Caliza margosa	1,40	0,87	1,40	100,00	4	28,00	50,0	5,0	5,0	5	Ca	Ox	-	4	3	7	
14	17,30	18,55	1,25	Caliza margosa	1,25	1,00	0,48	38,40	8	14,00	30,0	10,0	6,0	2	Ca	Ox	Cly	2	3	7	
15	18,55	20,15	1,60	Caliza margosa	1,60	1,00	1,35	84,38	7	20,00	20,0	5,0	5,0	2	Ca	Cly	-	2	3	7	
16	20,15	21,75	1,60	Caliza margosa	1,55	0,97	1,28	82,58	4	31,00	20,0	3,0	5,0	2	Ca	Cly	Ox	2	3	7	
17	21,75	23,25	1,50	Caliza margosa	1,50	1,00	0,65	43,33	10	13,60	20,0	5,0	5,0	2	Ca	Ox	Cly	2	3	7	
18-19	23,25	24,95	1,70	Caliza margosa	1,75	1,03	0,46	26,29	16	10,30	20,0	10,0	1,0	3	Ca	-	-	4	5	7	
20	24,95	26,45	1,50	Caliza margosa	1,50	1,00	1,42	94,67	6	21,40	20,0	3,0	1,0	3	Ca	Ox	-	4	5	7	
21	26,45	27,75	1,30	Caliza margosa	1,30	1,00	0,66	50,77	8	14,50	20,0	3,0	1,0	2	Ca	Ox	Cly	2	3	7	
22	27,75	28,85	1,10	Caliza margosa	1,10	1,00	0,21	19,09	19	9,60	20,0	10,0	5,0	2	Ca	Ox	Cly	2	3	7	
23	28,85	29,55	0,70	Limolita	0,70	1,00	0,28	40,00	8	0,70	20,0	10,0	5,0	3	Ca	Ox	-	2	3	7	
24a	29,55	30,35	0,80	Caliza margosa	0,80	1,00	0,00	0,00	16	0,06	1,0	20,0	6,0	0	Cly	Ox	-	0	1	4	
24b	30,35	31,05	0,70	Caliza margosa	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,06	0,9	21,0	6,0	0	Cly	-	-	0	0	4	
25a	31,05	31,45	0,40	Caliza margosa	0,40	1,00	0,40	100,00	8	0,06	0,9	20,0	6,0	0	Cly	Ox	-	0	1	4	
25b	31,45	32,00	0,55	Caliza margosa	0,00	0,00	0,00	0,00	7	0,06	0,9	21,0	6,0	0	Cly	-	-	0	0	4	
26	32,00	33,00	1,00	Caliza margosa	0,70	0,70	0,70	100,00	14	0,06	0,9	20,0	6,0	0	Cly	Ox	-	0	1	4	

RMR (1) RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	RMR (2) RQD	RMR (3) ESPACIAMIENTO	RMR (4-1) PERSISTENCIA	RMR (4-2) ABERTURA	RMR (4-3) RUGOSIDAD	RMR (4-4) RELLENO	RMR (4-5) METEORIZACIÓN	RMR (5) AGUA	RMR, 1989 (BÁSICO)	TIPO DE ROCA
									0	
7	20	20	2	1	5	4	3	7	69	BUENA
4	8	20	1	0	2	2	3	7	47	REGULAR
2	17	20	2	1	2	2	3	7	56	REGULAR
2	17	20	2	1	2	2	3	7	56	REGULAR
2	8	20	2	1	2	2	3	7	47	REGULAR
2	8	20	1	3	3	4	5	7	53	REGULAR
2	20	20	2	3	3	4	5	7	66	BUENA
2	13	20	2	3	2	2	3	7	54	REGULAR
2	3	20	1	1	2	2	3	7	41	REGULAR
2	8	15	1	1	3	2	3	7	42	REGULAR
1	3	8	0	0	0	0	1	4	17	MUY MALA
0	3	8	0	0	0	0	0	4	15	MUY MALA
0	20	8	0	0	0	0	1	4	33	MALA
0	3	8	0	0	0	0	0	4	15	MUY MALA
0	20	8	0	0	0	0	1	4	33	MALA

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil		Ubicación : Depósito de Relaves 3		PERFORACIÓN PR-303			
Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre		Fecha de inicio : 13/03/2012				Página 1 de 1	
		Fecha de término : 15/03/2012		Sistema de coordenadas : PSAD 56			
Actualización de Conocimientos 2012		Tipo de excavación : Mecánica		Norte : 8 783 468,0			
		Tipo de equipo : LY 38		Este : 346 634,0			
		Diámetro exc. : Registrado por		Elevación (m.s.n.m.) : 4 476,0			
		Condición superficial : Plana		Nivel freático (m) : 7,5			
				Prof. excavación (m) : 28,5			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			 Disturbada	 En bloque			
			Descripción				
0	GW-GM		Grava bien gradada con limo y arena, plasticidad nula, medianamente densa, húmeda, color pardo oscuro, estructura homogénea, grava angulosa de TM = 3", con presencia de bolonería de TM = 12" y bloques de TM = 18" en un 30% del volumen total. Grava = 70,0 %. Arena = 20,0 %. Finos = 10,0%.			S/M	Ensayo SPT-1 de 1,5 a 1,95 m. Nº de golpes: 2
1	GW						
2	ML		Grava bien gradada, plasticidad nula, medianamente densa, ligeramente húmeda, color beige oscuro, estructura homogénea. Grava = 90. Arena = 9,4 %. Finos = 0,6 %.			S/M	Ensayo SPT-2 de 3,0 a 3,45 m. Nº de golpes: 22
3			Limo, plasticidad baja, blando, húmedo, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 5,0 %. Finos = 95,0 %.			M-3	Tubo Shelby de 4,5 a 5,5 m.
4			Arena limosa, plasticidad nula, suelta, húmeda, color gris oscuro, estructura homogénea. Arena = 74,7 %. Finos = 25,3 %.			M-4	Ensayo SPT-3 de 7,5 a 7,95 m. Nº de golpes: 8
5	SM						
6						M-5	Ensayo SPT-4 de 9,0 a 9,45 m. Nº de golpes: 8
7							
8							
9							
10			Grava bien gradada con limo y arena, plasticidad baja a media, medianamente densa, húmeda, color verdoso a marrón oscuro, estructura homogénea, grava angulosa de TM = 2", con presencia de bolonería de TM = 12" y bloques de TM = 20" en un 20,0 % del volumen total. Gravas = 65,0 %. Arena = 15,0 %. Finos = 20,0 %.			S/M	
11	GW-GM						
12							
13							
14							
15							
16	OL		Top soil, plasticidad nula a baja, firme, húmedo, color marrón verdoso, estructura homogénea, grava angulosa a subangulosa de TM = 2". Gravas = 40,0 %. Arena = 5,0 % Finos = 55,0 %			S/M	
17	GM					S/M	
18			Grava limosa con arena, plasticidad baja, medianamente densa, húmedo, color marrón claro, estructura homogénea, grava subangulosa de TM = 2". Gravas = 60,0 %. Arenas = 20,0 %. Finos = 20,0 %.				
19			Basamento rocoso				
20							

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

SISTEMA DE COORDENADAS (UTM)

ORIENTACIÓN DEL COLLAR

DATOS DEL SONDAJE

HOJA: 1 DE:

PROYECTO: Evaluación de Relavera Antigua Con Propósito de Usarlo como Botadero de Desmonte de Mina para un Plan de Cierre

DATUM: PSAD 56

DIRECCIÓN: —

NOMBRE DEL SONDAJE: PR-303

NORTE: 8 783 468

INCLINACIÓN: -90°

COMPañÍA DE PERFORACIÓN: Suelos y Sondajes FECHA: 15/03/2012

ESTE: 346 634

TIPO DE BROCA: ---

NIVEL DEL AGUA (m): 7,50

UBICACIÓN: Depósito de Relaves 3

ELEVACIÓN: 4 476

DIÁMETRO: HQ3

PROFUNDIDAD FINAL (m): 28,50 REGISTRADO L.R.S.

PARÁMETROS DEL RMR (1989)

VALORACIÓN DEL RMR (1989)

N° DE CORRIDA	DESDE (m)	HASTA (m)	AVANCE (m)	LITOLÓGIA	RECUPERADO (m)	RECUPERADO (%)	RQD (m)	RQD (%)	N° JUNTAS POR CORRIDA	ESPACIAMIENTO (m)	UCS (Mpa)	PERSISTENCIAE (m)	ABERTURA (mm)	RUGOSIDAD (valoración)	MATERIAL DE RELLENO 1	MATERIAL DE RELLENO 2	MATERIAL DE RELLENO 3	TIPO DE RELLENO (valoración)	METEORIZACIÓN (valoración)	CONDICIÓN DEL AGUA (valoración)	
1-15a	0,00	16,95	16,95	Suelo																	
15b	16,95	18,00	1,05	Arenisca / Limolita	1,05	1,00	1,00	95,24	2	0,30	30,0	5,0	1,0	3	Ca	Ox	-	4	5	7	
16-17	18,00	19,55	1,55	Limolita	1,55	1,00	0,65	41,94	8	0,80	20,0	5,0	5,0	3	Ca	-	-	4	5	7	
18	19,55	21,05	1,50	Limolita / Arenisca	1,50	1,00	1,35	90,00	5	0,25	30,0	3,0	1,0	3	Ca	-	-	4	5	7	
19	21,05	22,20	1,15	Arenisca	1,15	1,00	0,55	47,83	6	0,17	40,0	3,0	1,0	3	Ca	-	-	4	3	7	
20	22,20	22,80	0,60	Arenisca	0,60	1,00	0,18	30,00	4	0,12	40,0	3,0	1,0	3	Ox	Ca	-	4	5	7	
21	22,80	24,00	1,20	Arenisca	1,20	1,00	0,88	73,33	5	0,20	50,0	2,0	0,1	5	Ca	-	-	4	5	7	
22	24,00	25,60	1,60	Arenisca	1,60	1,00	1,47	91,88	3	0,40	50,0	2,0	0,1	5	Ca	-	-	4	5	7	
23	25,60	27,00	1,40	Limolita	1,40	1,00	0,87	62,14	4	0,28	20,0	5,0	5,0	3	Ca	Ox	-	4	3	7	
24	27,00	28,50	1,50	Limolita	1,50	1,00	1,30	86,67	3	0,37	20,0	5,0	5,0	3	Ca	Ox	-	4	3	7	

RMR (1) RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	RMR (2) RQD	RMR (3) ESPACIAMIENTO	RMR (4-1) PERSISTENCIA	RMR (4-2) ABERTURA	RMR (4-3) RUGOSIDAD	RMR (4-4) RELLENO	RMR (4-5) METEORIZACIÓN	RMR (5) AGUA	RMR, 1989 (BÁSICO)	TIPO DE ROCA
									0	
4	20	10	2	3	3	4	5	7	58	REGULAR
2	8	15	2	1	3	4	5	7	47	REGULAR
4	20	10	2	3	3	4	5	7	58	REGULAR
4	8	8	2	3	3	4	3	7	42	REGULAR
4	8	8	2	3	3	4	5	7	44	REGULAR
7	13	10	4	5	5	4	5	7	60	BUENA
7	20	10	4	5	5	4	5	7	67	BUENA
2	13	10	2	1	3	4	3	7	45	REGULAR
2	17	10	2	1	3	4	3	7	49	REGULAR

ANEXO B: RESULTADOS DE LABORATORIO

Clasificación SUCS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	CA-202	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-1	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	0,0-2,2	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique Depósito de Relave 2	Fecha:	22/03/2012
Descripción:	---		

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	85,0
3/4"	19,050	74,5
1/2"	12,500	61,5
3/8"	9,525	54,3
Nº4	4,760	39,0
Nº10	2,000	29,7
Nº20	0,850	23,6
Nº40	0,425	20,0
Nº100	0,150	14,8
Nº200	0,075	11,4

Partículas >3" (%)		---
Grava (%)		61,0
Arena (%)		27,5
Limos y Arcillas (%)		11,4

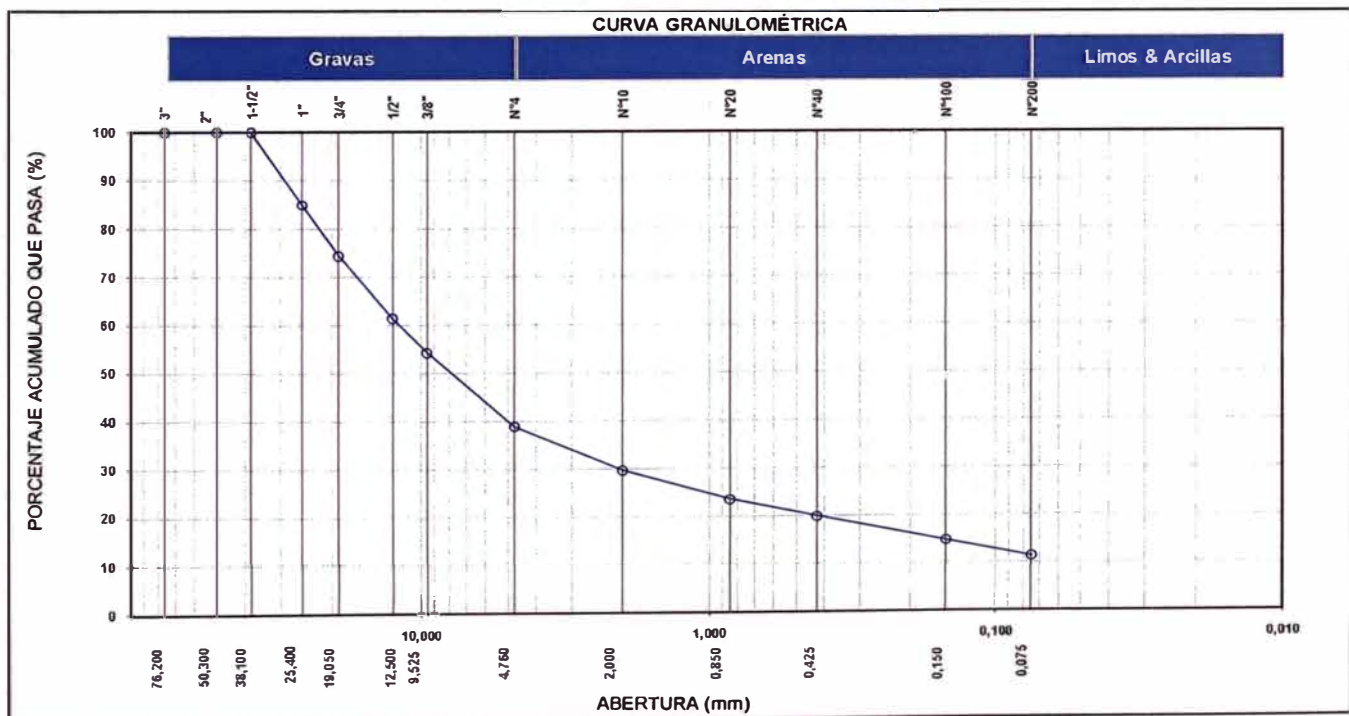
D ₁₀	
D ₃₀	2,05
D ₆₀	11,97
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	22
LP (%)	14
IP (%)	8

Humedad (%)	7,0
-------------	-----

SUCS	GP-GC
------	-------

Grava pobremente gradada con arcilla y arena



Observación:
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT/EH	CJ	JA	

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.C.

Ubicación del proyecto: Cerro de Pasco

Cód. de muestra: CA202

Solicitado por: LRS

Nº de muestra: M-1

Nº de proyecto: 1

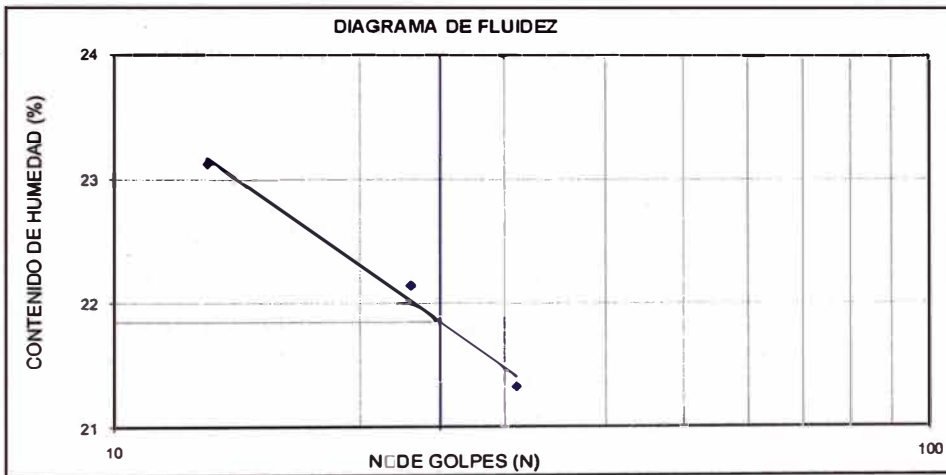
Profundidad (m): 0,0-2,2

Nº de Informe de Lab: P

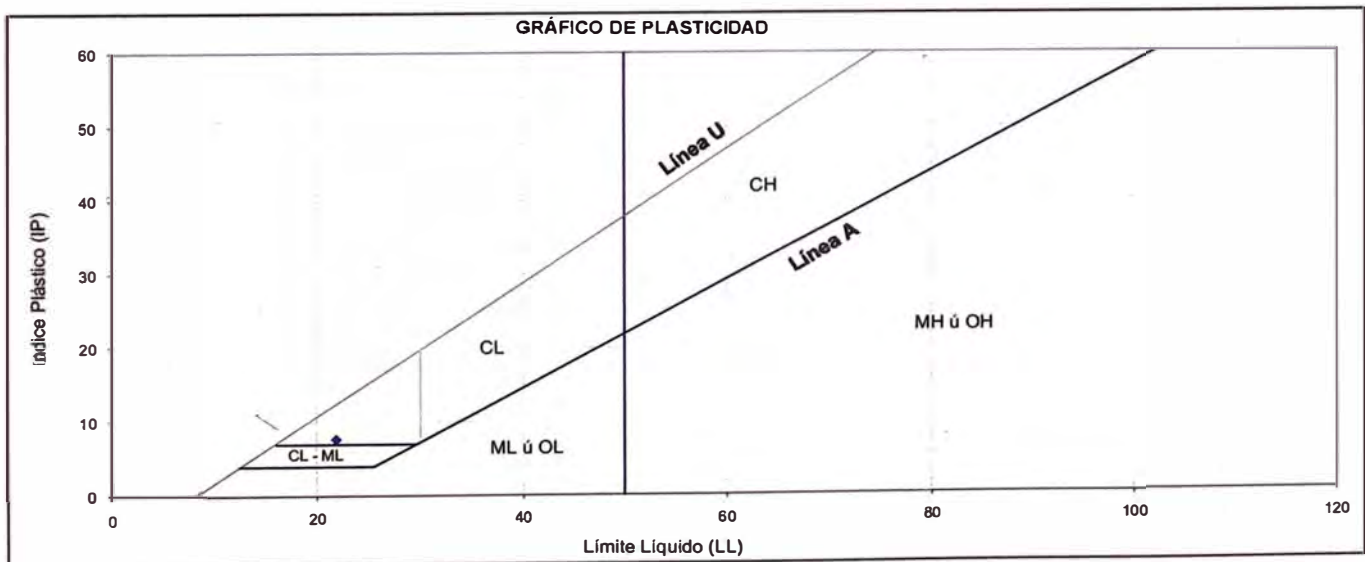
Zona: Dique Depósito de Relave 2

Fecha: 22/03/2012

Descripción: ---



Límites de Atterberg	
LL (%)	22
LP (%)	14
IP (%)	8



Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:

Ingresado por:

Revisado por:

Nº de Informe:

BT

CJ

JA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	CA-202	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-2	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	2,2-5,5	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique Depósito de Relave 2	Fecha:	22/03/2012
Descripción:	---		

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	90,0
1"	25,400	78,6
3/4"	19,050	73,6
1/2"	12,500	65,8
3/8"	9,525	60,2
Nº4	4,760	46,1
Nº10	2,000	34,2
Nº20	0,850	26,5
Nº40	0,425	21,9
Nº100	0,150	16,3
Nº200	0,075	13,1

Partículas >3" (%)		
Grava (%)		53,9
Arena (%)		33,0
Limos y Arcillas (%)		13,1

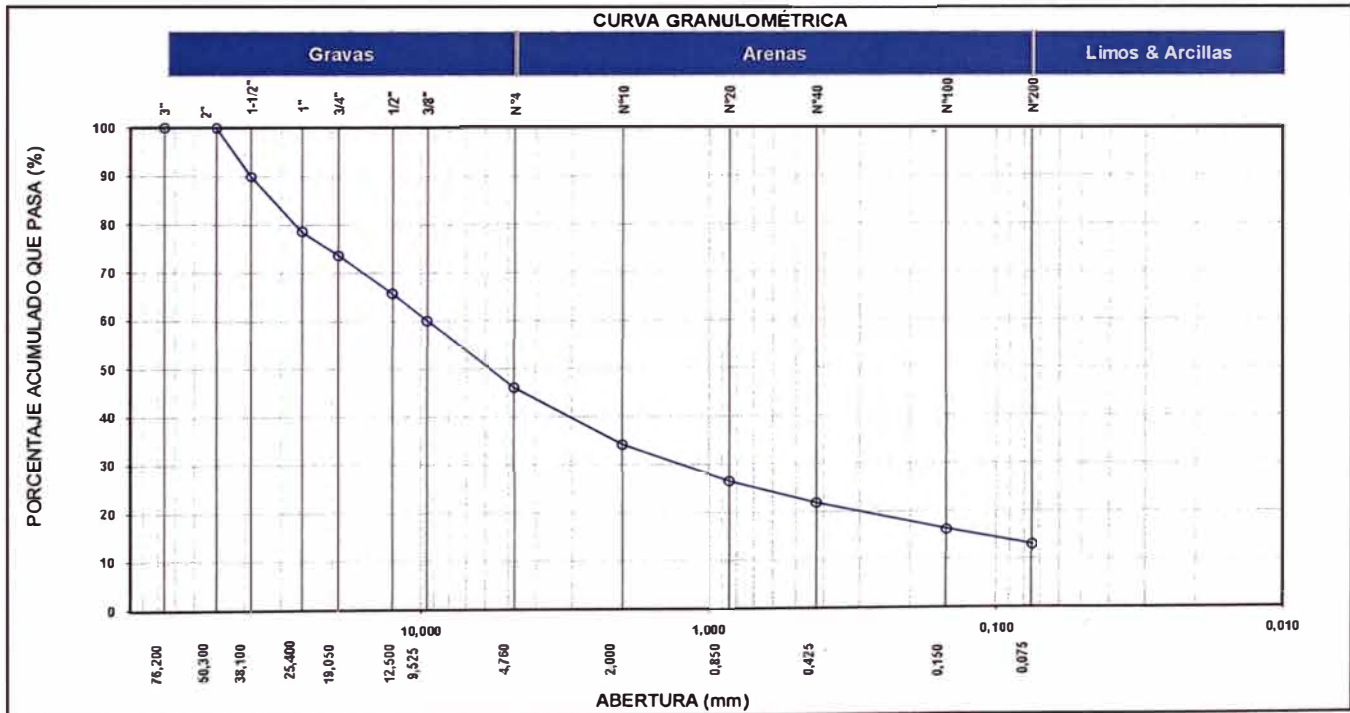
D ₁₀	
D ₃₀	1,25
D ₆₀	9,44
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:		
LL (%)		22
LP (%)		15
IP (%)		7

Humedad (%)	7,8
-------------	-----

SUCS	GC
------	----

Grava arcillosa con arena



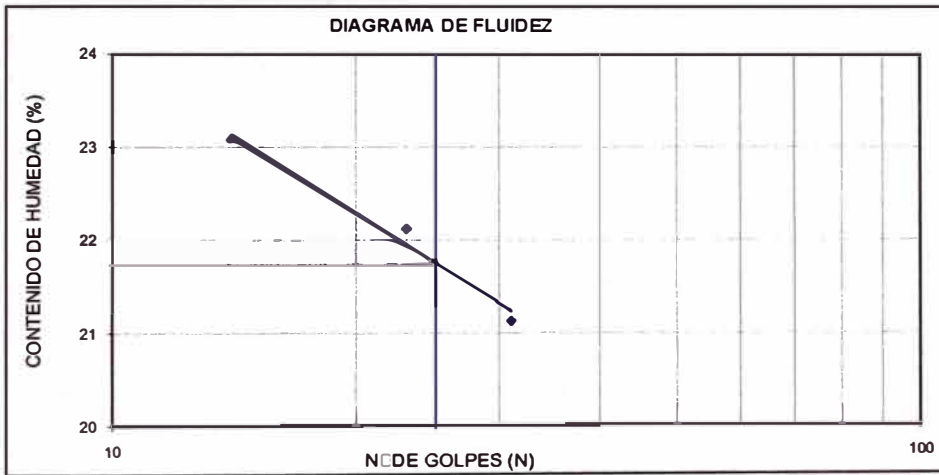
Observación:
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT/EH	CJ	JA	

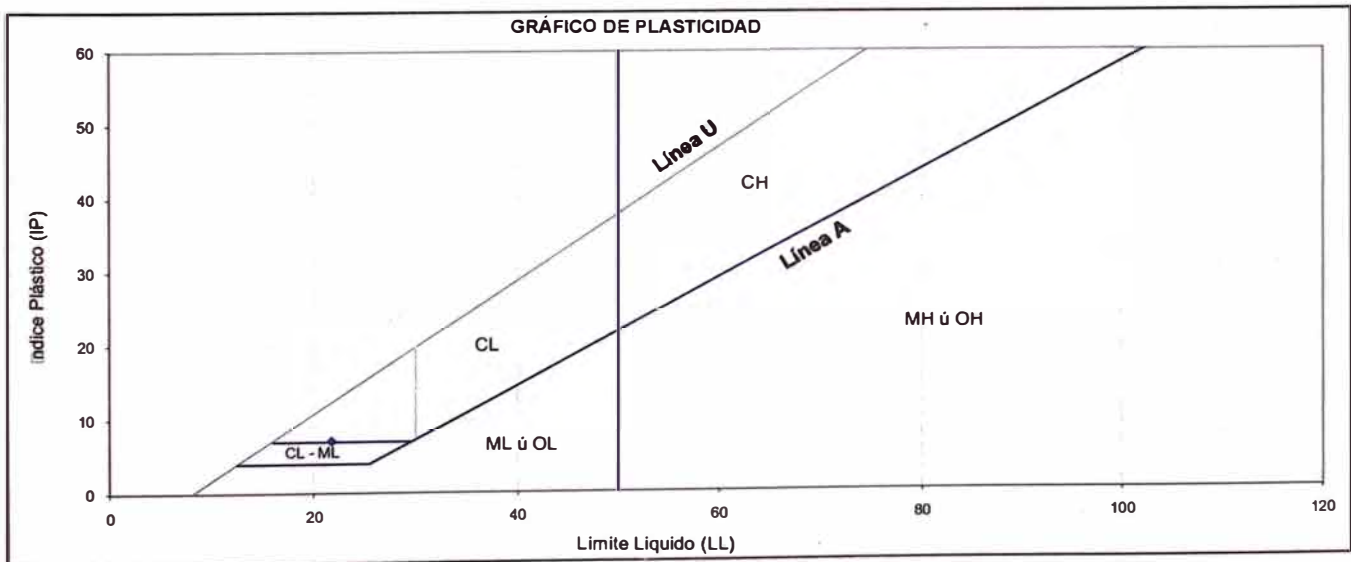
LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	CA-202	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-2	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	2,2-5,5	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique Depósito de Relave 2	Fecha:	22/03/2012
Descripción:	---		



LL (%)	22
LP (%)	15
IP (%)	7



Observación:
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de Informe:
BT	CJ	JA	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	CA-210	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-1	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	---	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Depósito de Relave 2	Fecha:	31/03/2012
Descripción:	---		

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	95,6
1 1/2"	38,100	91,6
1"	25,400	71,4
3/4"	19,050	60,4
1/2"	12,500	48,1
3/8"	9,525	42,3
Nº4	4,760	31,7
Nº10	2,000	24,4
Nº20	0,850	20,4
Nº40	0,425	18,1
Nº100	0,150	15,0
Nº200	0,075	12,5

Partículas >3" (%)	
Grava (%)	68,3
Arena (%)	19,2
Limos y Arcillas (%)	12,5

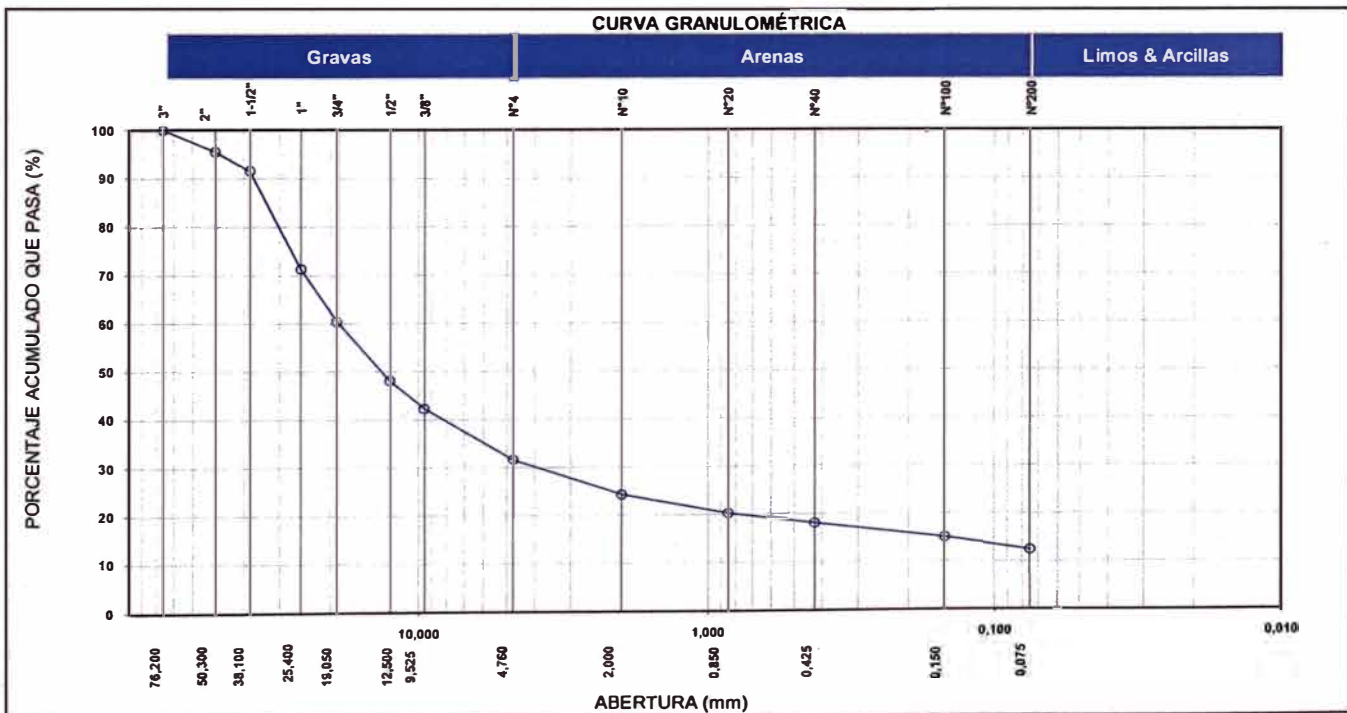
D ₁₀	
D ₃₀	3,88
D ₆₀	18,78
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	21
LP (%)	15
IP (%)	6

Humedad (%)	9,5
-------------	-----

SUCS	GC-GM
------	-------

Grava arcillo-limosa con arena



Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	J	

LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.C**

Ubicación del proyecto: **Cerro de Pasco**

Cód. de muestra: **CA-210**

Solicitado por: **LRS**

Nº de muestra: **M-1**

Nº de proyecto: **1**

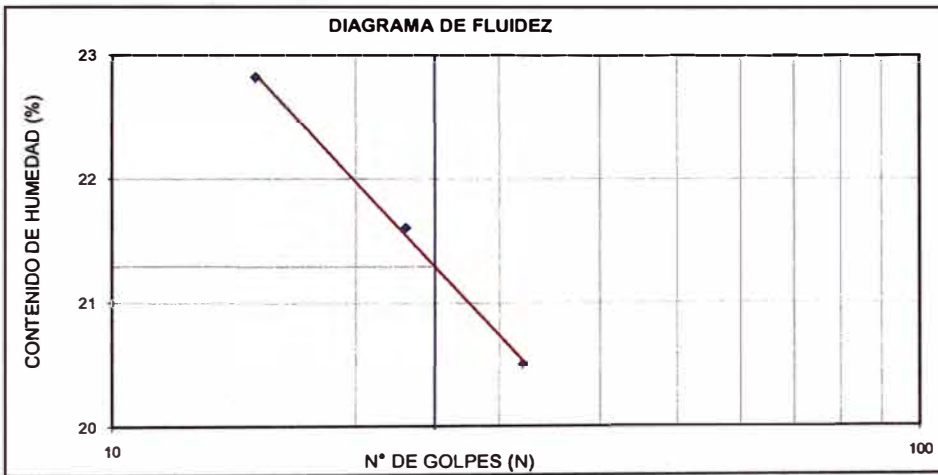
Profundidad (m): **---**

Nº de Informe de Lab: **P**

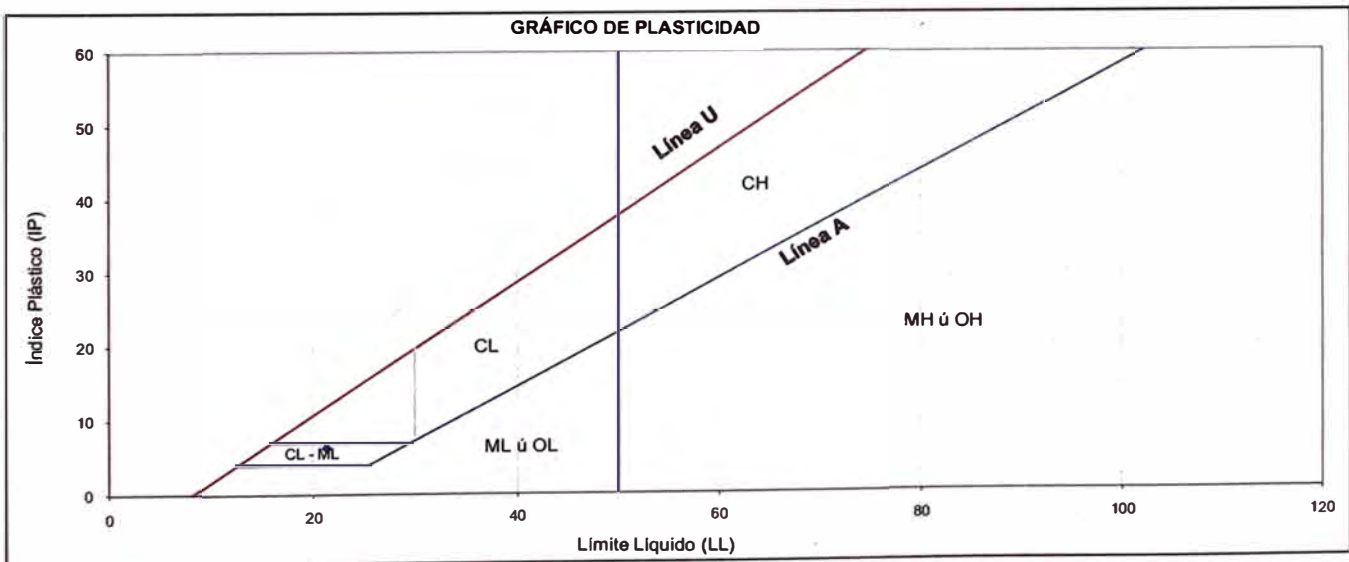
Zona: **Depósito de Relave 2**

Fecha: **24/03/2012**

Descripción: **---**



Límites de Atterberg	
LL (%)	21
LP (%)	15
IP (%)	6



Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.
 Presenta gravillas que se disgregan.

Realizado por: **BT**

Ingresado por:

CJ

Revisado por:

JA

Nº de Informe:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliete:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	CA-306	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-1	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	1,1-2,1	Nº de informe de Lab:	P
Zona:	Dique Depósito de Relave 3	Fecha:	22/03/2012
Descripción:	---		

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	96,3
3/4"	19,050	95,1
1/2"	12,500	94,1
3/8"	9,525	93,6
Nº4	4,760	92,4
Nº10	2,000	91,7
Nº20	0,850	89,9
Nº40	0,425	80,8
Nº100	0,150	45,1
Nº200	0,075	25,4

Partículas >3" (%)		---
Grava (%)		7,6
Arena (%)		67,0
Limos y Arcillas (%)		25,4

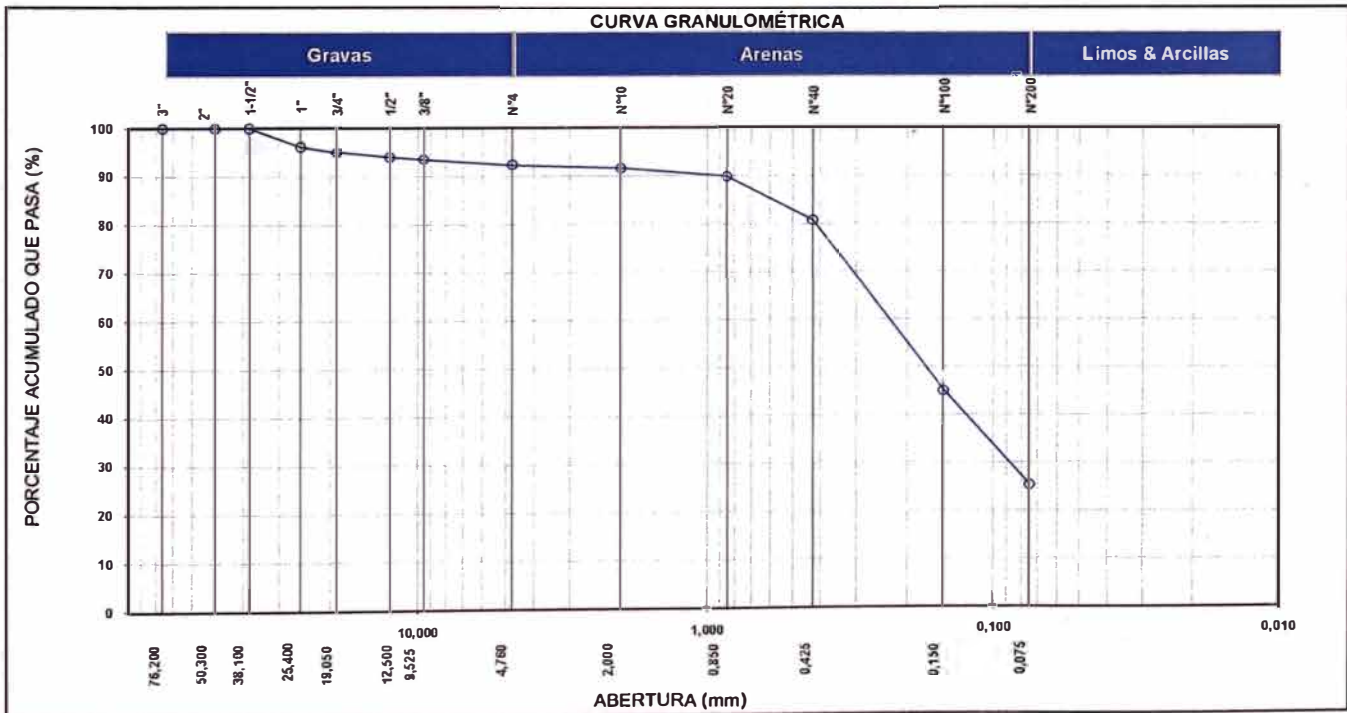
D ₁₀	
D ₃₀	0,09
D ₆₀	0,23
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	NP
LP (%)	NP
IP (%)	NP

Humedad (%)	14,4
-------------	------

SUCS	SM
------	----

Arena limosa



Observación:
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT/EH	CJ	JA	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	Mezcla(CA-a) M-1, 2	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	---	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	0,00-2,00	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique lateral de depósitos de relaves 1 y 2		Fecha: 13/04/2012
Descripción:	---		

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	97,7
1 1/2"	38,100	87,0
1"	25,400	78,0
3/4"	19,050	72,6
1/2"	12,500	62,9
3/8"	9,525	56,4
Nº4	4,760	43,0
Nº10	2,000	34,5
Nº20	0,850	27,3
Nº40	0,425	23,3
Nº100	0,150	18,6
Nº200	0,075	16,1

Partículas >3" (%)		---
Grava (%)		57,0
Arena (%)		27,0
Limos y Arcillas (%)		16,1

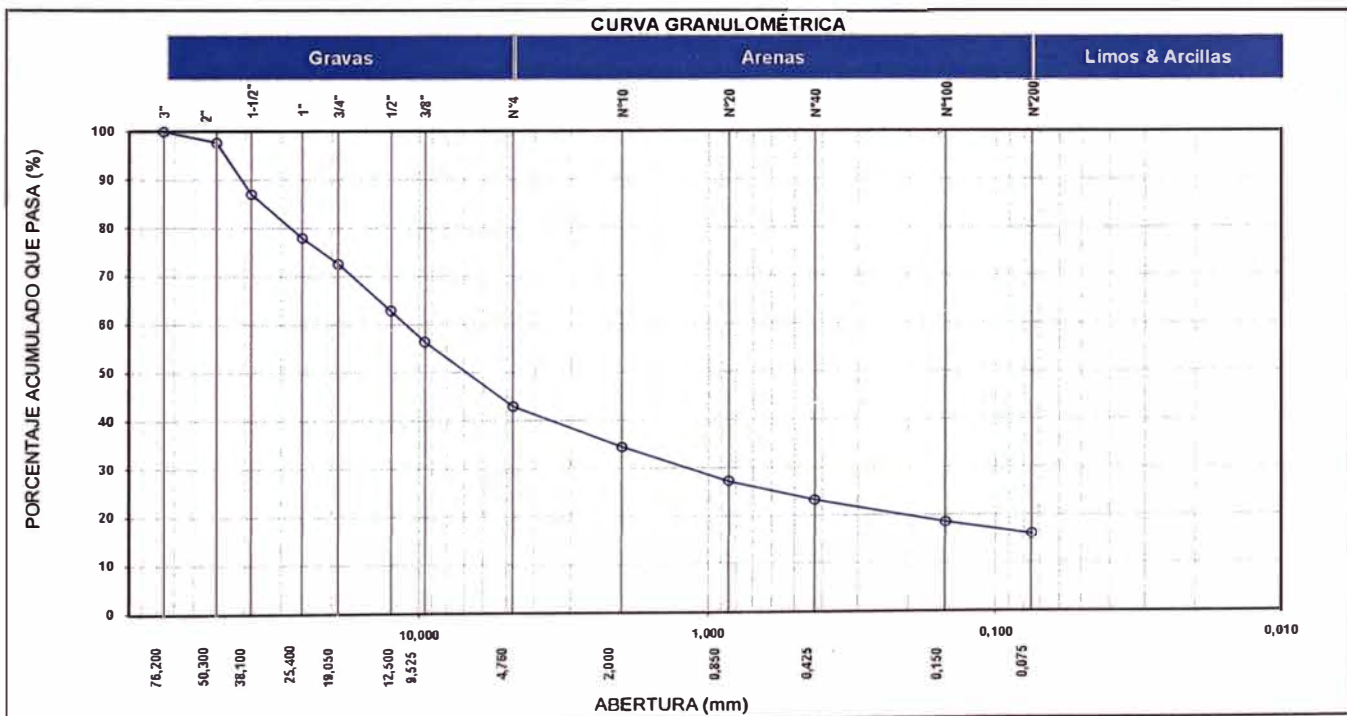
D ₁₀	
D ₃₀	1,17
D ₆₀	11,16
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	22
LP (%)	15
IP (%)	7

Humedad (%)	2,7
-------------	-----

SUCS	GC
------	----

Grava arcillosa con arena



Observación:

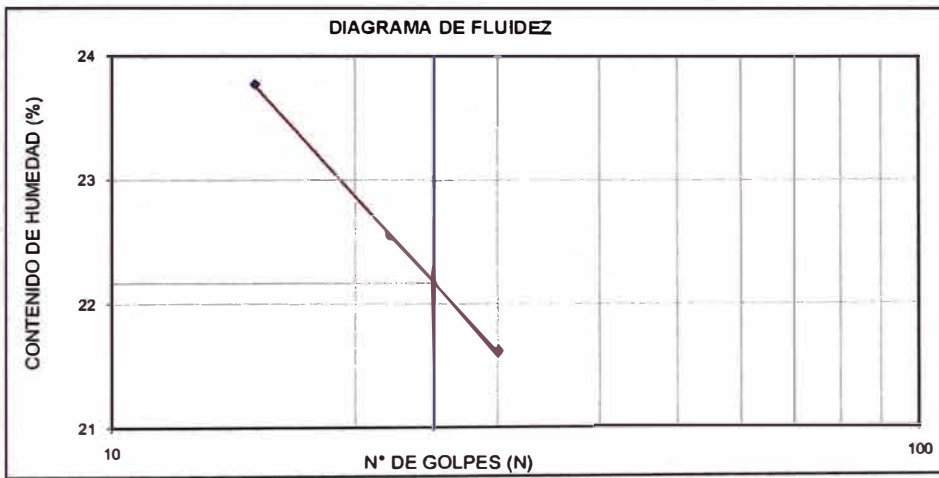
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.
Suelo residual gravas deleznable.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

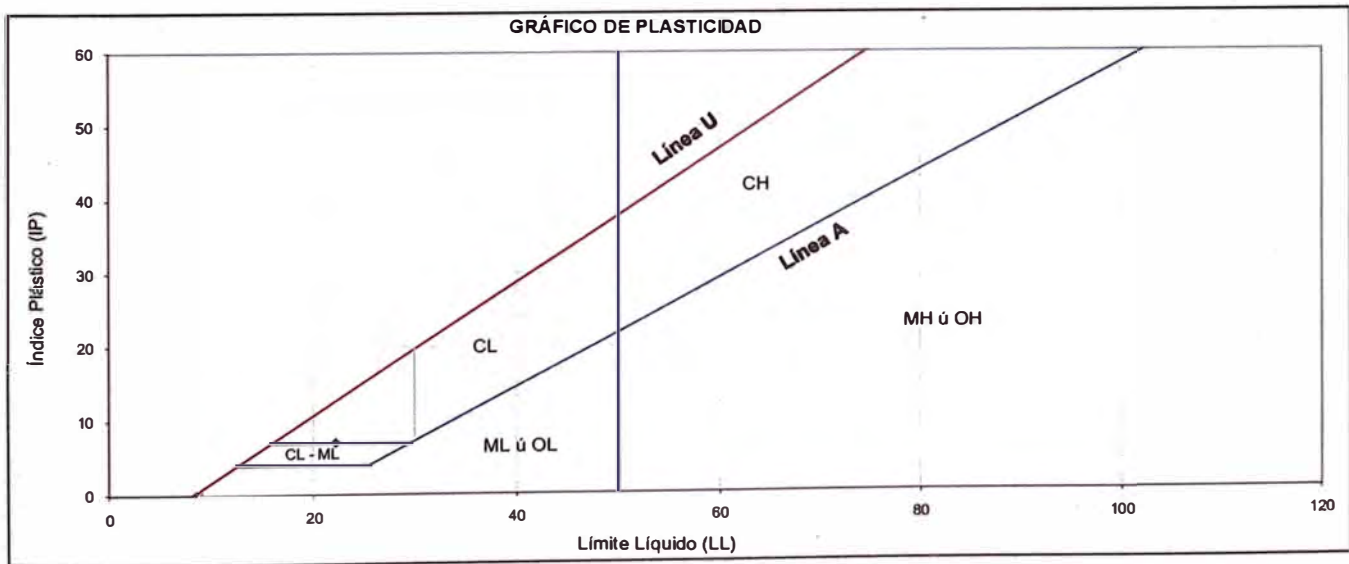
LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	Mezcla(CA-a) M-1, 2	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	---	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	0,00-2,00	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique lateral de depósitos de relaves 1 y 2	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		



Límites de Atterberg	
LL (%)	22
LP (%)	15
IP (%)	7



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422**

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.C**

Ubicación del proyecto: **Cerro de Pasco**

Cód. de muestra: **Mezcla(Desmonte de mina)**

Solicitado por: **LRS**

de muestra: **M-1, M-2**

Nº de proyecto: **1**

Profundidad (m): **Superficial**

Número Lab: **P**

Zona: **Desmonte de Mina**

Fecha: **26/03/2012**

Descripción: **--**

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado
3"	76,200	100,0
2"	50,300	93,9
1 1/2"	38,100	82,0
1"	25,400	72,3
3/4"	19,050	66,5
1/2"	12,500	57,0
3/8"	9,525	51,0
Nº4	4,760	37,9
Nº10	2,000	24,6
Nº20	0,850	17,8
Nº40	0,425	14,3
Nº100	0,150	9,6
Nº200	0,075	7,0

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	62,1
Arena (%)	30,9
Limos y Arcillas (%)	7,0

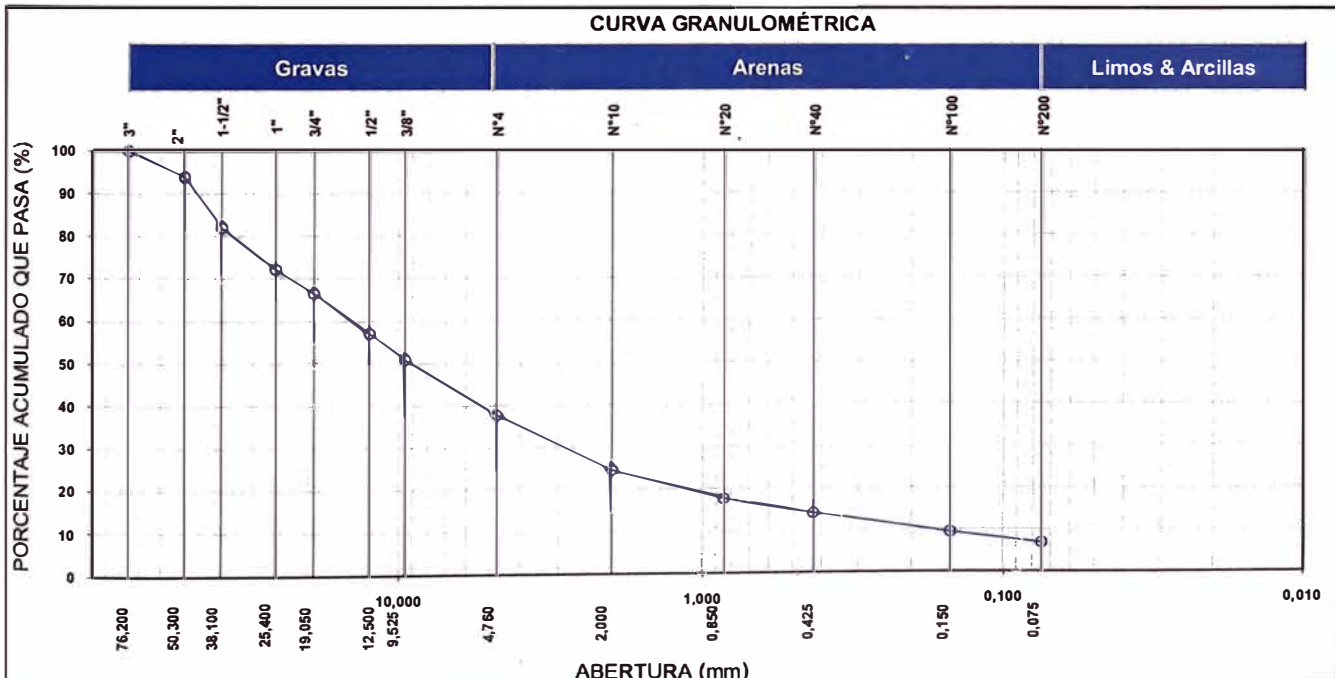
D ₁₀	0,16
D ₃₀	2,84
D ₆₀	14,43
Cu	87,64
Cc	3,39

Límites de Atterberg:	
LL (%)	NP
LP (%)	NP
IP (%)	NP

Humedad (%)	4,4
-------------	-----

SUCS	GP-GM
------	-------

Grava pobremente gradada con limo y arena



Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422**

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.	
Cliente:	Pan American Silver S.A.	
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco	
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por: LRS
Nº de muestra:		Nº de proyecto: SPT-1 / M-1
Profundidad (m):	3,70-4,15	Número Lab: P
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha: 11/04/2012
Descripción:	---	

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	99,5
Nº4	4,760	99,0
Nº10	2,000	97,7
Nº20	0,850	96,7
Nº40	0,425	94,0
Nº100	0,150	71,2
Nº200	0,075	51,8

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	1,0
Arena (%)	47,2
Limos y Arcillas (%)	51,8

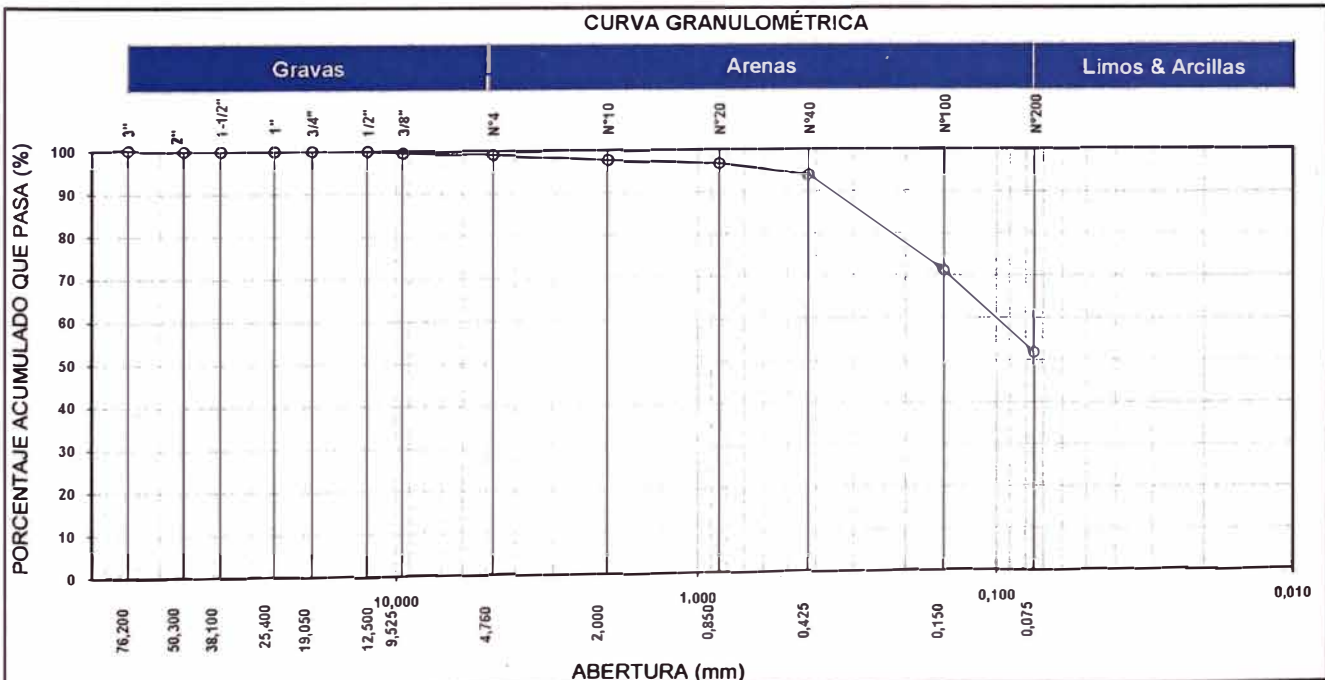
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	0,10
Cu	
Cc	

Limites de Atterberg:	
LL (%)	NP
LP (%)	NP
IP (%)	NP

Humedad (%)	20,5
-------------	------

SUCS	ML
------	----

Limo de baja plasticidad arenoso



Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Ubicación del proyecto: Cerro de Pasco

Cód. de muestra: PR-101

Solicitado por: LRS

Nº de muestra: Tubo Shelby / M-2

Nº de proyecto: 1

Profundidad (m): 5,20-5,80

Número Lab: P

Zona: Dique de depósito de relaves 1

Fecha: 11/04/2012

Descripción: ---

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	100,0
Nº4	4,760	100,0
Nº10	2,000	99,9
Nº20	0,850	99,6
Nº40	0,425	98,4
Nº100	0,150	80,3
Nº200	0,075	58,2

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	-
Arena (%)	41,8
Limos y Arcillas (%)	58,2

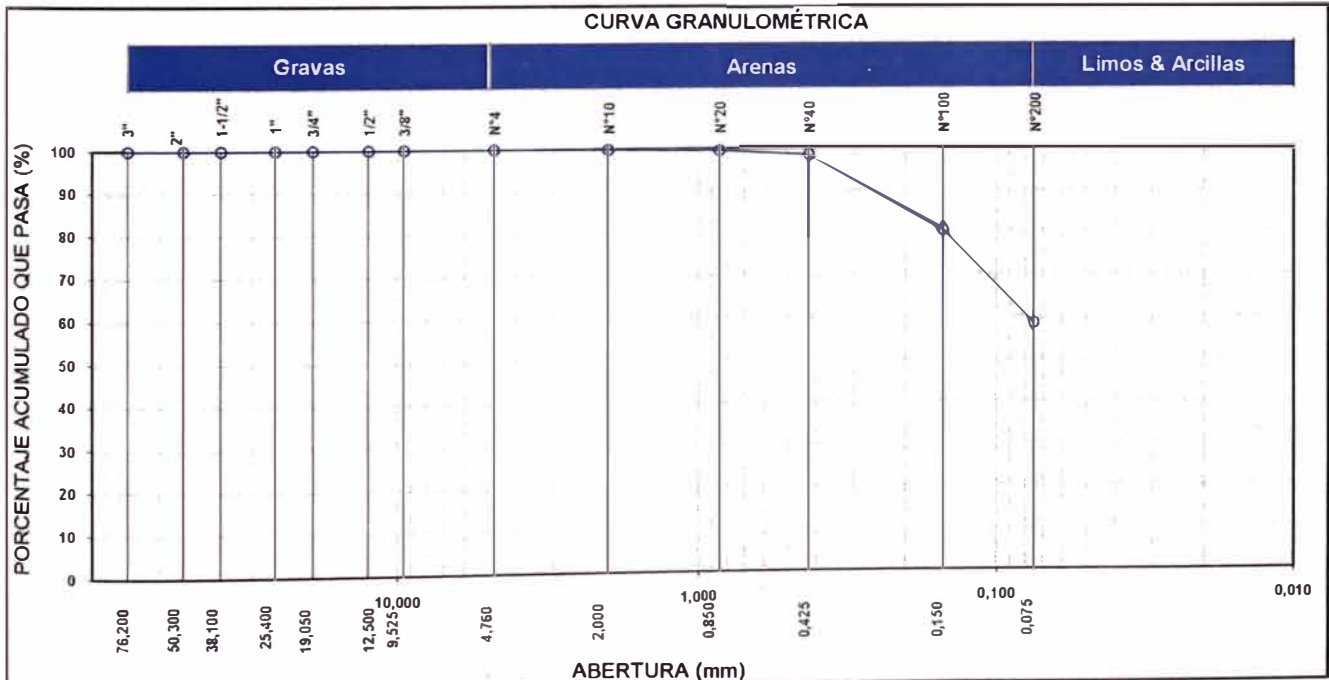
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	0,08
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	NP
LP (%)	NP
IP (%)	NP

Humedad (%)	20,4
-------------	------

SUCS	ML
------	----

Limo de baja plasticidad arenoso



Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422**

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Ubicación del proyecto: Cerro de Pasco

Cód. de muestra: PR-101

Solicitado por: LRS

Nº de muestra: M-5

Nº de proyecto: 1

Profundidad (m): 22,00-22,60

Número Lab: P

Zona: Dique de depósito de relaves 1

Fecha: 11/04/2012

Descripción: ---

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	100,0
Nº4	4,760	100,0
Nº10	2,000	100,0
Nº20	0,850	100,0
Nº40	0,425	100,0
Nº100	0,150	100,0
Nº200	0,075	100,0

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	-
Arena (%)	-
Limos y Arcillas (%)	100,0

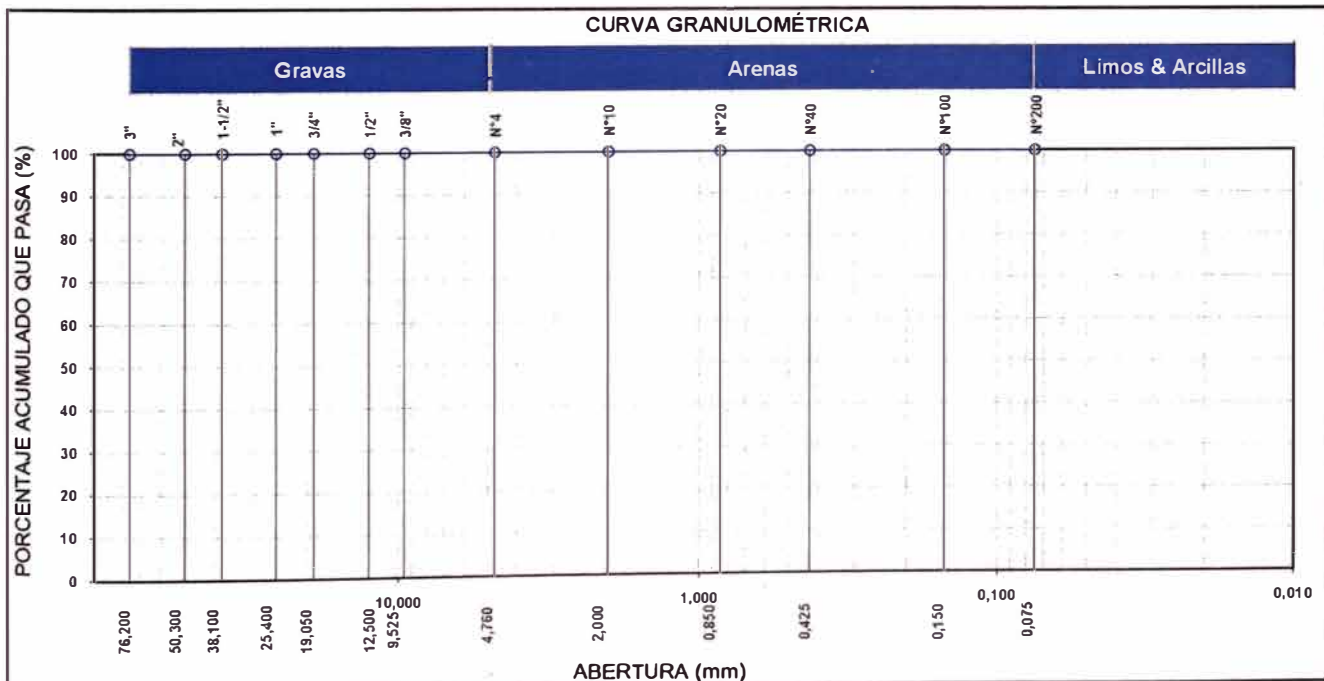
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	
Cu	
Cc	

Limites de Atterberg:	
LL (%)	69
LP (%)	24
IP (%)	45

Humedad (%)	65,0
-------------	------

SUCS	CH
------	----

Arcilla de alta plasticidad

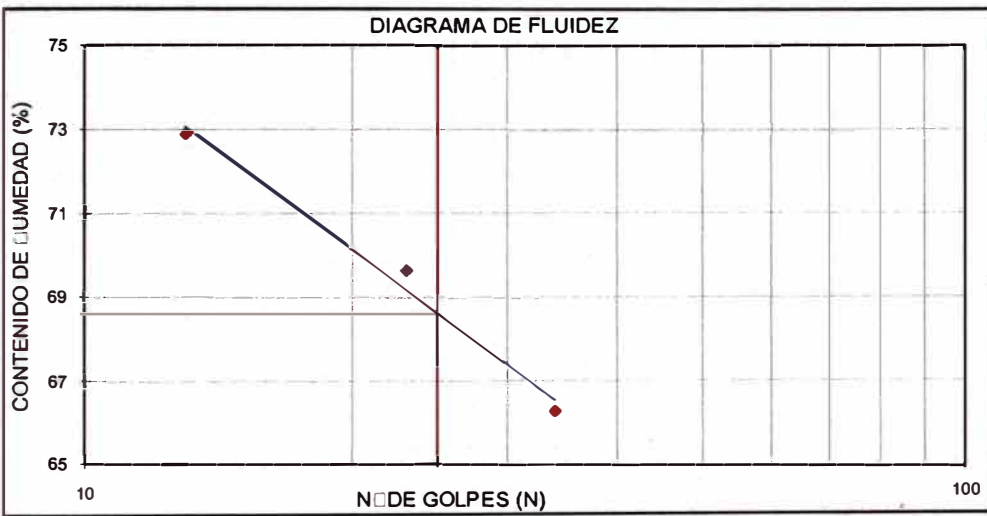


Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

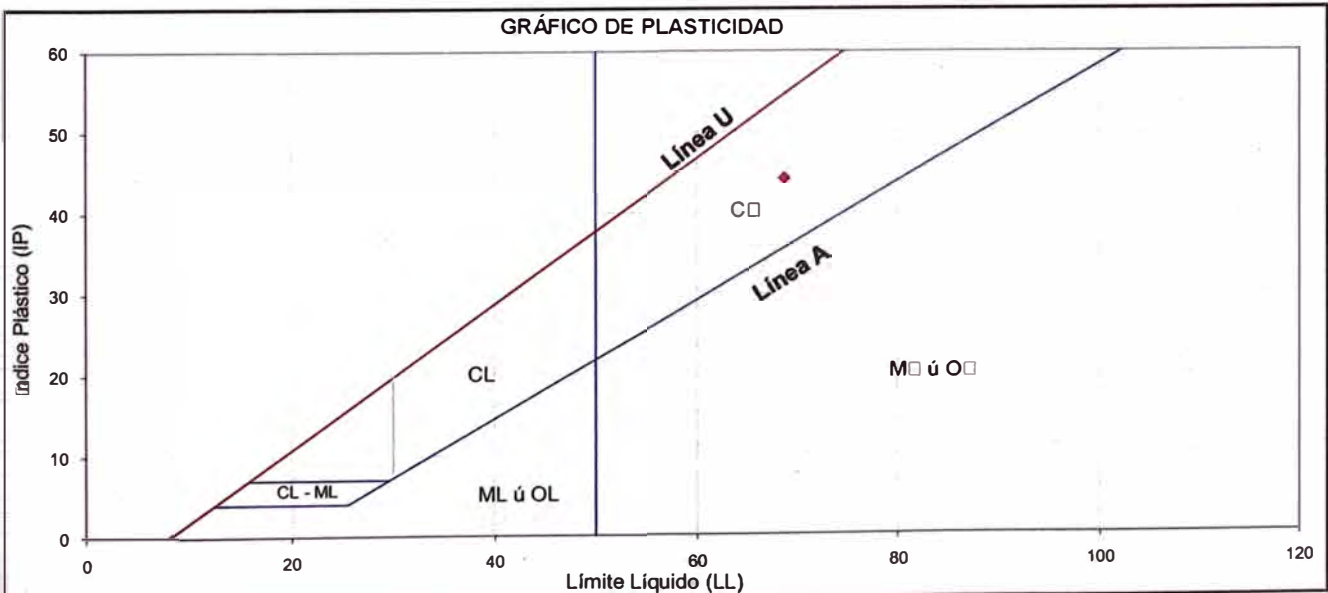
LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.	
Cliente:	Pan American Silver S.A.	
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco	
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por: LRS
Nº de muestra:	M-5	Nº de proyecto: 1
Profundidad (m):	22,00-22,60	Número Lab: P
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha: 12/04/2012
Descripción:	---	



Limites de Atterberg	
LL (%)	69
LP (%)	24
IP (%)	45



Observación:
 Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422**

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.	
Cliente:	Pan American Silver S.A.	
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco	
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por: LRS
Nº de muestra:	SPT-4 / M-6	Nº de proyecto: 1
Profundidad (m):	25,60-26,05	Número Lab: P
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha: 11/04/2012
Descripción:	---	

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	100,0
Nº4	4,760	100,0
Nº10	2,000	99,9
Nº20	0,850	99,7
Nº40	0,425	99,6
Nº100	0,150	98,8
Nº200	0,075	96,8

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	-
Arena (%)	3,2
Limos y Arcillas (%)	96,8

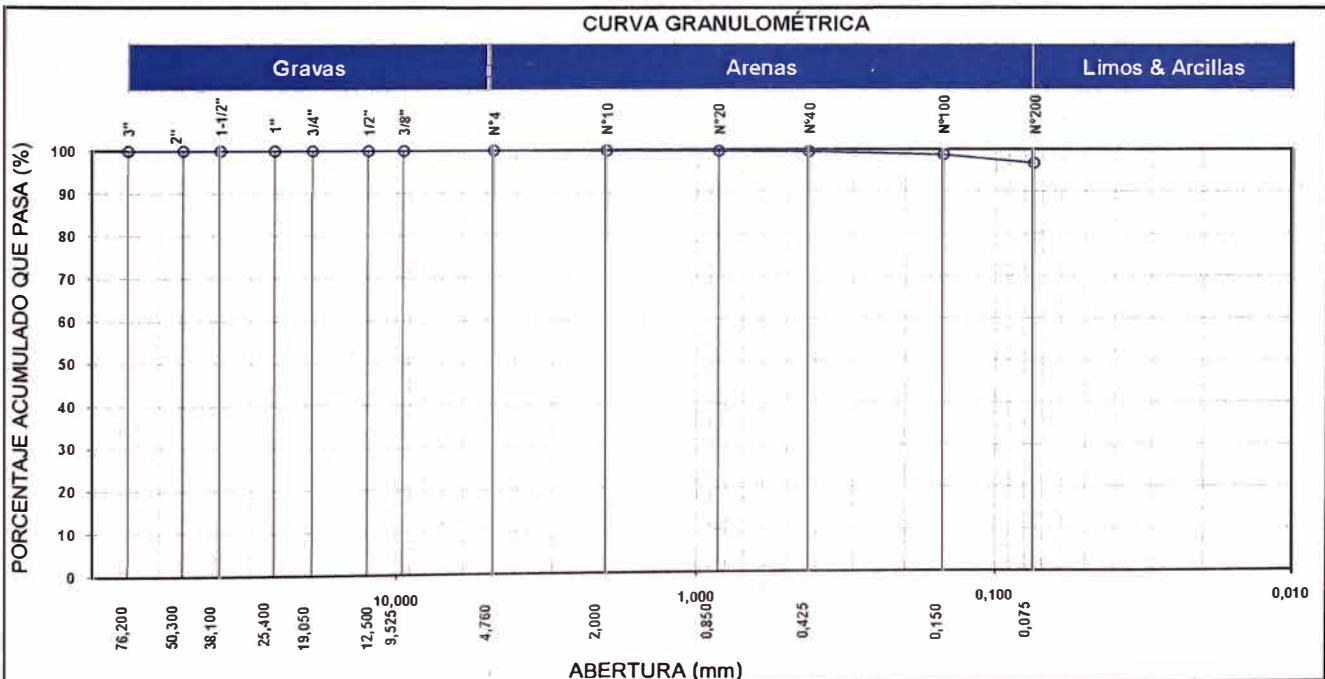
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	
Cu	
Cc	

Limites de Atterberg:	
LL (%)	47
LP (%)	19
IP (%)	28

Humedad (%)	39,9
-------------	------

SUCS	CL
------	----

Arcilla de baja plasticidad

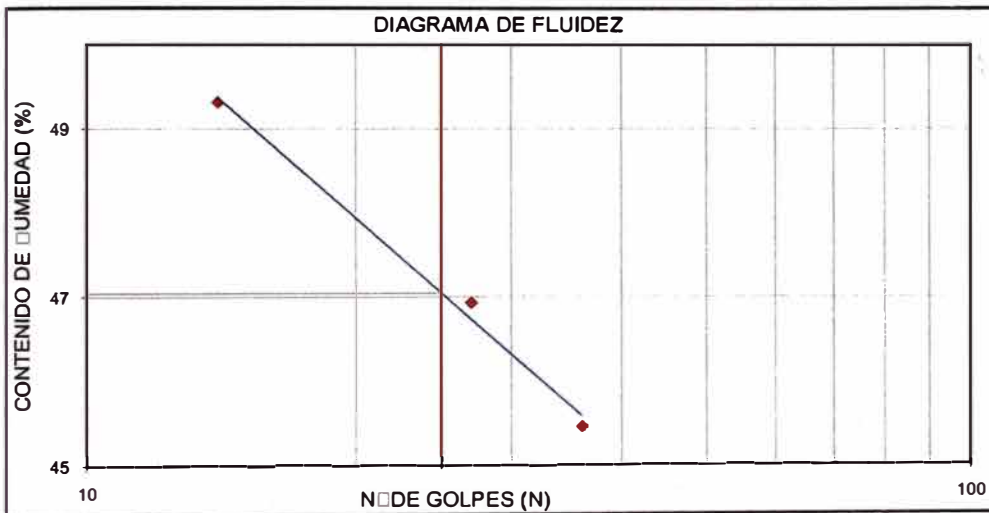


Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

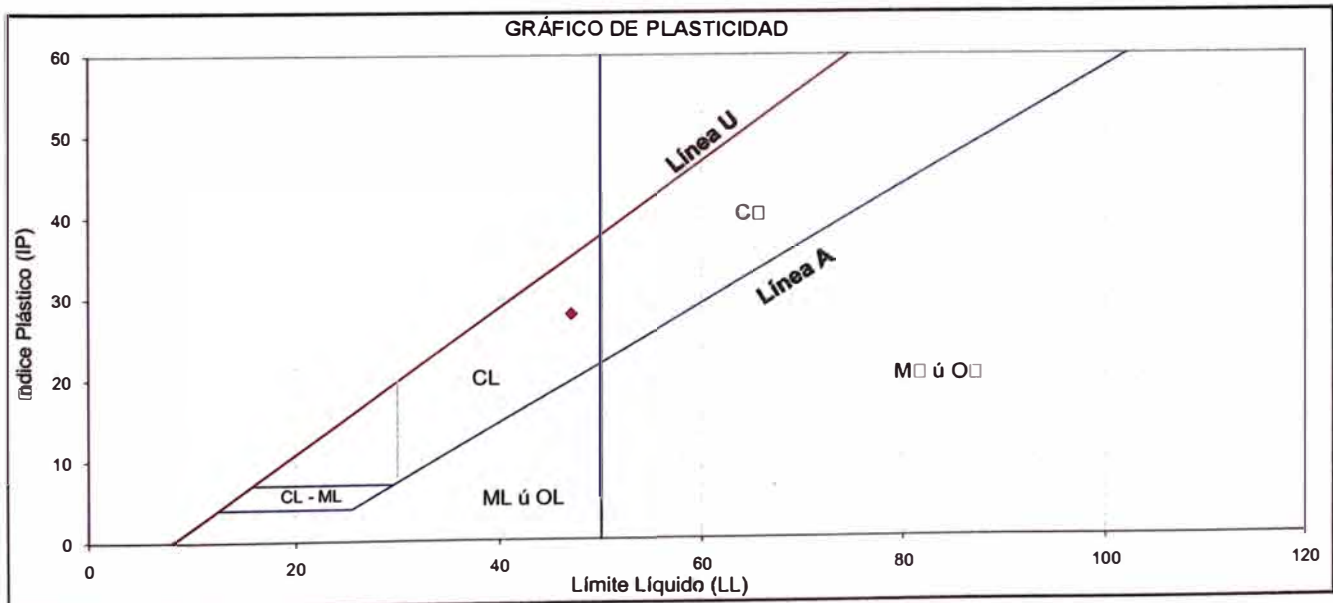
LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	SPT-4 / M-6	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	25,60-26,05	Número Lab:	P
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha:	12/04/2012
Descripción:	--		



Limites de Atterberg	
LL (%)	47
LP (%)	19
IP (%)	28



Observación:
 Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.	
Cliente:	Pan American Silver S.A.	
Nº de muestra / Prof. (m):	PR-201 / M-1	Nº Informe Lab : A
Descripción / Zona:	Dique de depósito de relaves 2	Nº de Proyecto: 1(PEVC00276)
Solicitado por:	LRS	Fecha: 21-abr-12
Ubicación:	Cerro de Pasco	

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : -

Arena (%) : 62,3

Limos y Arcillas (%) : 37,7

Límites de Atterberg:

LL (%) : NP

LP (%) : NP

IP (%) : NP

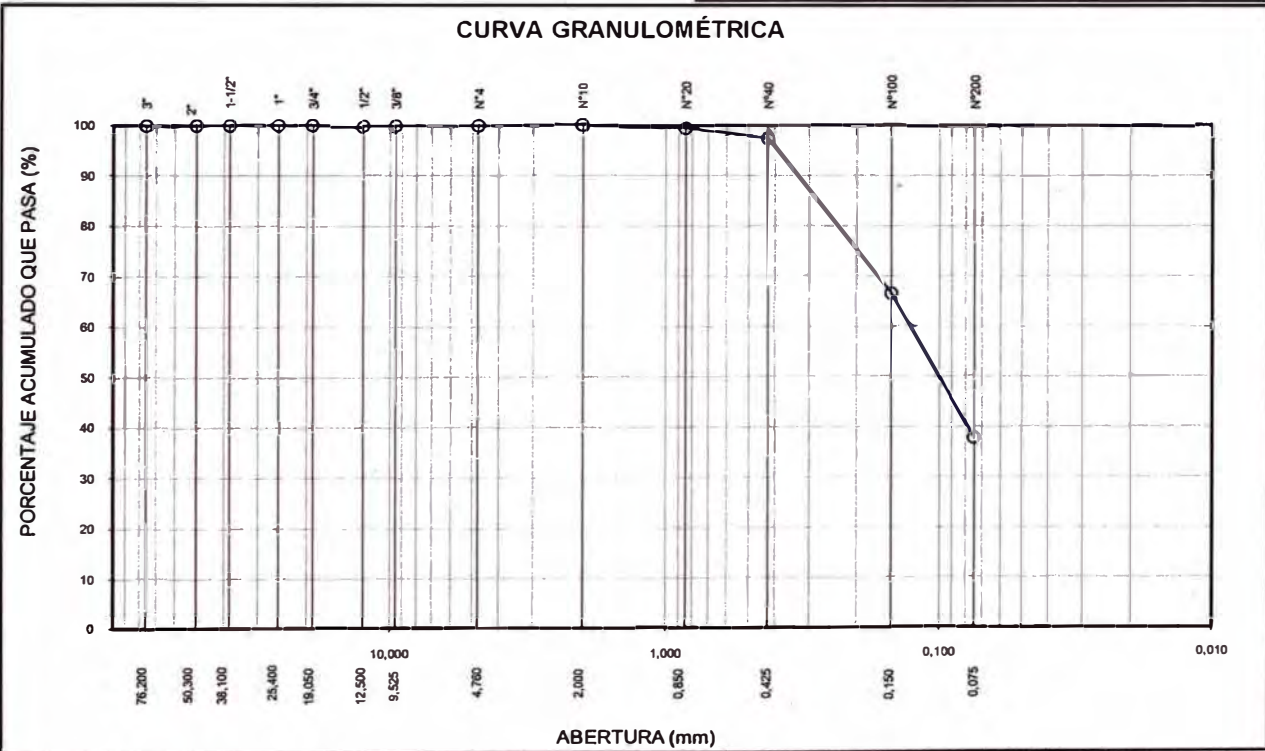
Humedad (%) : 21,2

Clasificación SUCS : SM

Arena limosa

D10 :
D30 :
D60 : 0,13
Cu :
Cc :

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	100,0
Nº4	4,760	100,0
Nº10	2,000	99,9
Nº20	0,850	99,5
Nº40	0,425	97,4
Nº100	0,150	66,6
Nº200	0,075	37,7



Notas: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
NCh	JCA	CSM	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.	
Cliente:	Pan American Silver S.A.C	
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco	
Cód. de muestra:	PR-201	Solicitado por: LRS
Nº de muestra:	M-3	Nº de proyecto: 1
Profundidad (m):	7,8-7,95	Número Lab: P
Zona:	Dique de Relave 2	Fecha: 09/04/2012
Descripción:	---	

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	92,0
3/4"	19,050	92,0
1/2"	12,500	81,3
3/8"	9,525	79,3
Nº4	4,760	70,7
Nº10	2,000	60,6
Nº20	0,850	52,6
Nº40	0,425	47,5
Nº100	0,150	39,9
Nº200	0,075	34,9

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	29,3
Arena (%)	35,8
Limos y Arcillas (%)	34,9

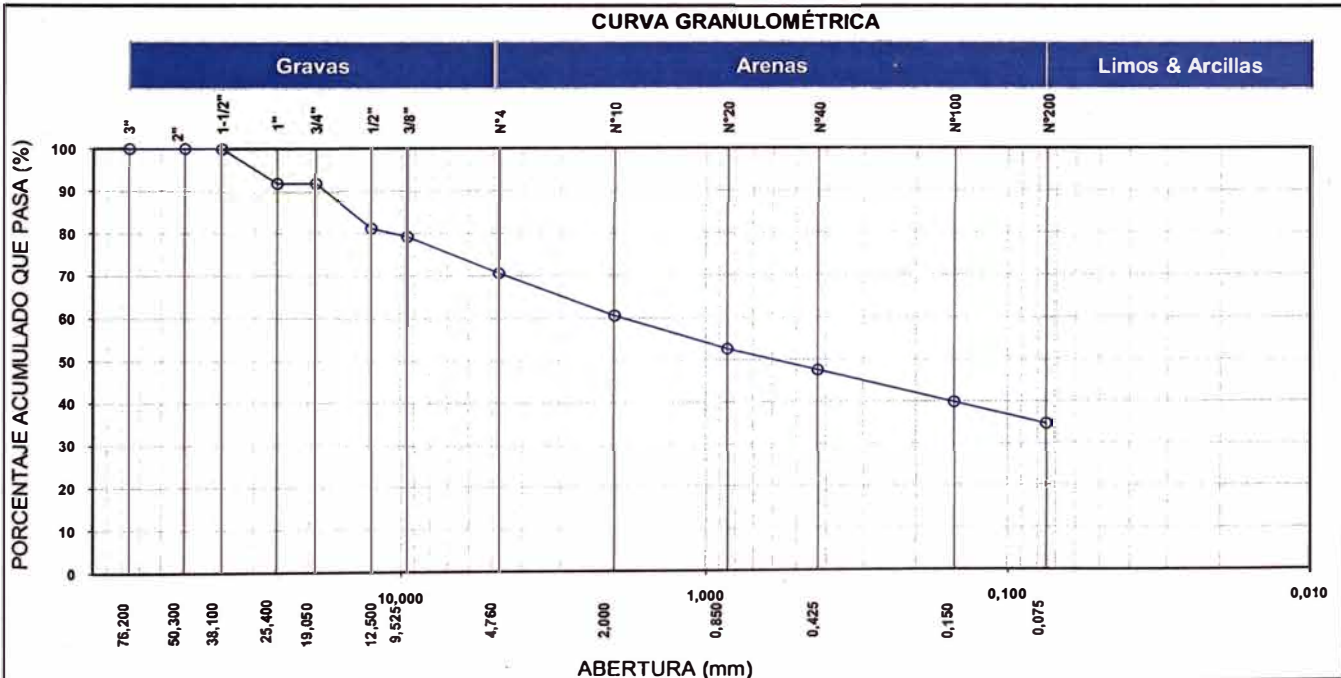
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	1,87
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	32
LP (%)	17
IP (%)	15

Humedad (%)	17,5
-------------	------

SUCS	SC
------	----

Arena arcillosa con grava

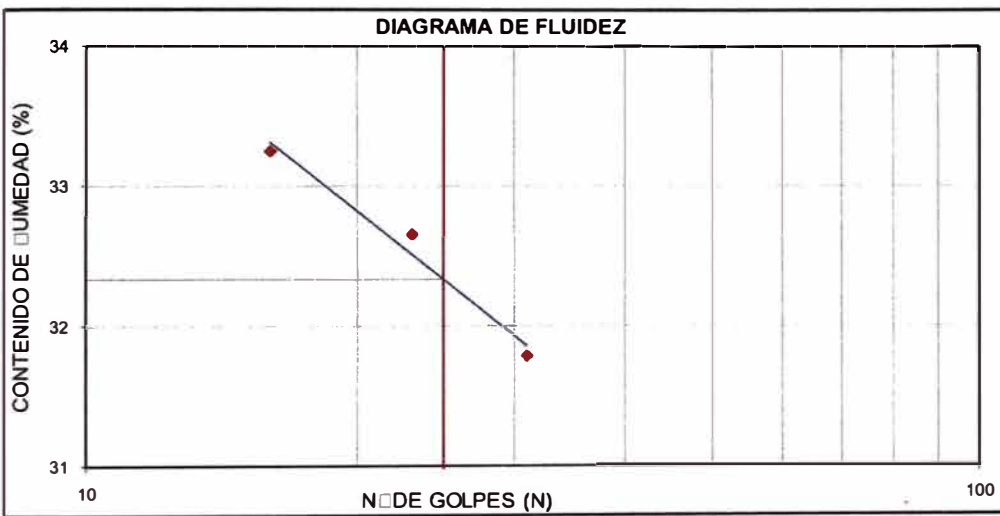


Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

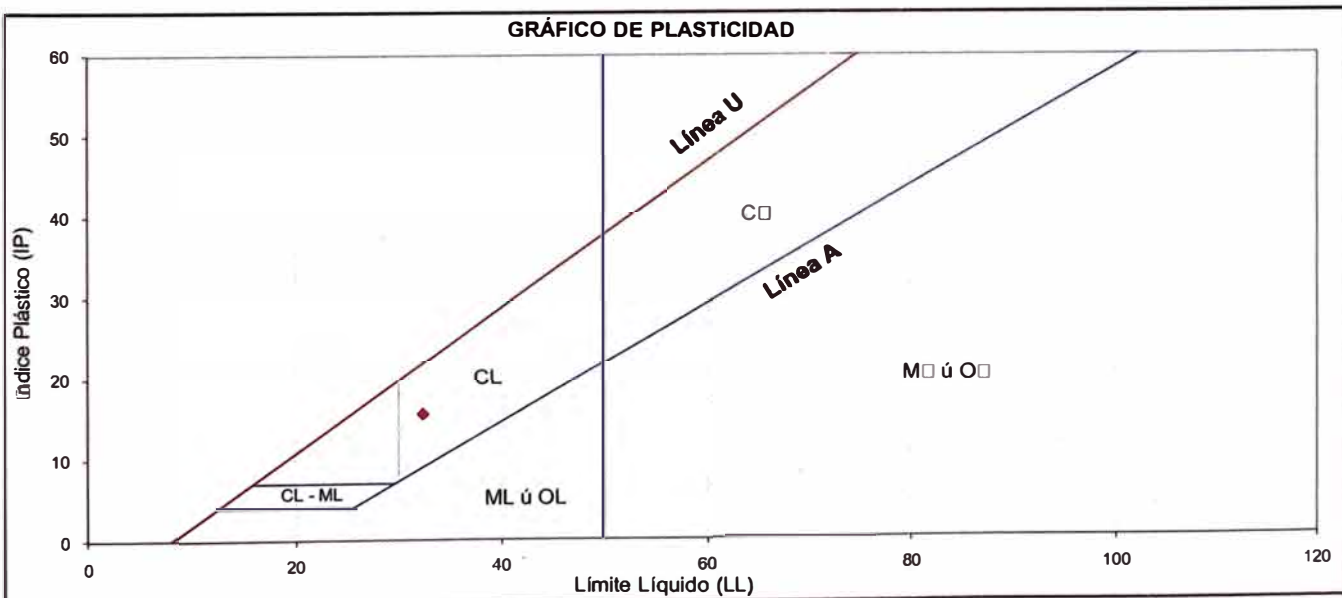
LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-201	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-3	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	7,8-7,95	Número Lab:	P
Zona:	Dique de Relave 2	Fecha:	26/03/2012
Descripción:	---		



Límites de Atterberg	
LL (%)	32
LP (%)	17
IP (%)	15



Observación:
 Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.	
Cliente:	Pan American Silver S.A.	
Nº de muestra / Prof. (m):	PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40	Nº Informe Lab : A
Descripción / Zona:	Depósito de Relaves 3	Nº de Proyecto: 1(PEVC00276)
Solicitado por:	LRS	Fecha: 23-abr-12
Ubicación:	Cerro de Pasco	

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : -

Arena (%) : 9,3

Limos y Arcillas (%) : 90,7

Límites de Atterberg:

LL (%) : 30

LP (%) : 20

IP (%) : 10

Humedad (%) : 35,6

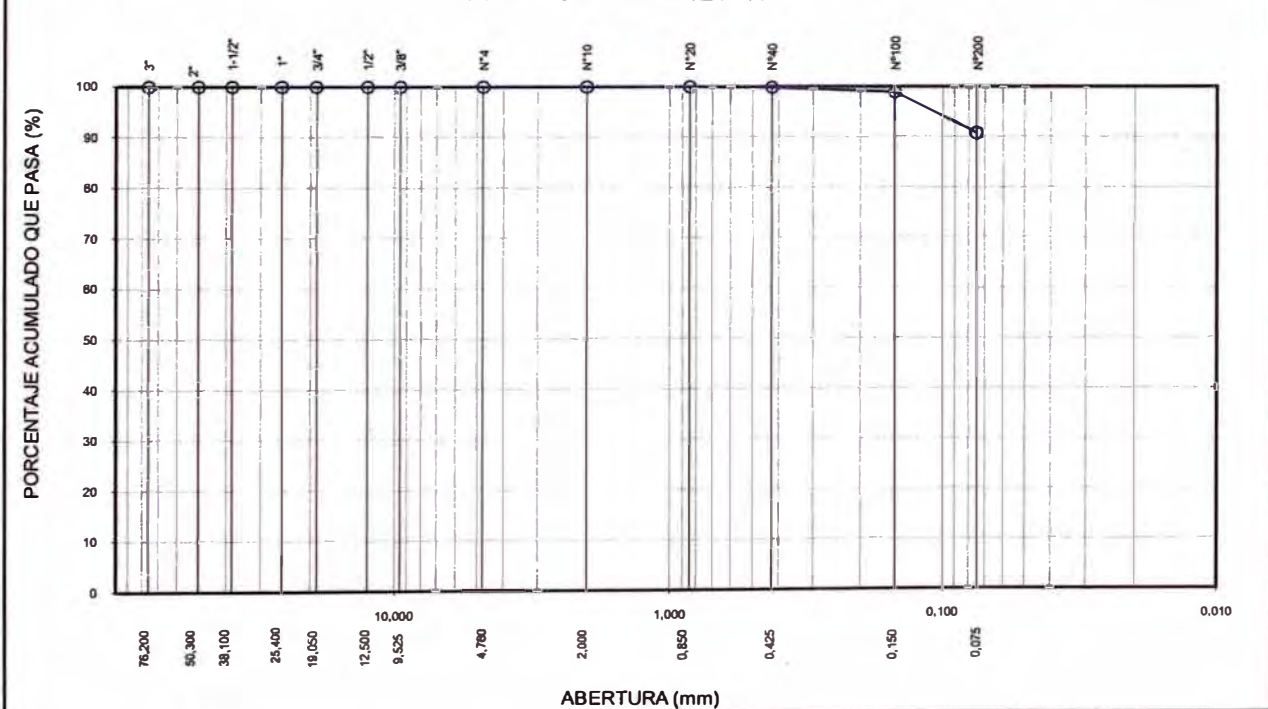
Clasificación SUCS : CL

Arcilla de baja plasticidad

D10 :
D30:
D60:
Cu:
Cc:

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	100,0
Nº4	4,760	100,0
Nº10	2,000	100,0
Nº20	0,850	100,0
Nº40	0,425	99,9
Nº100	0,150	98,9
Nº200	0,075	90,7

CURVA GRANULOMÉTRICA



Notas: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
JET	JCA	CSM	

LÍMITES DE ATTERBERG

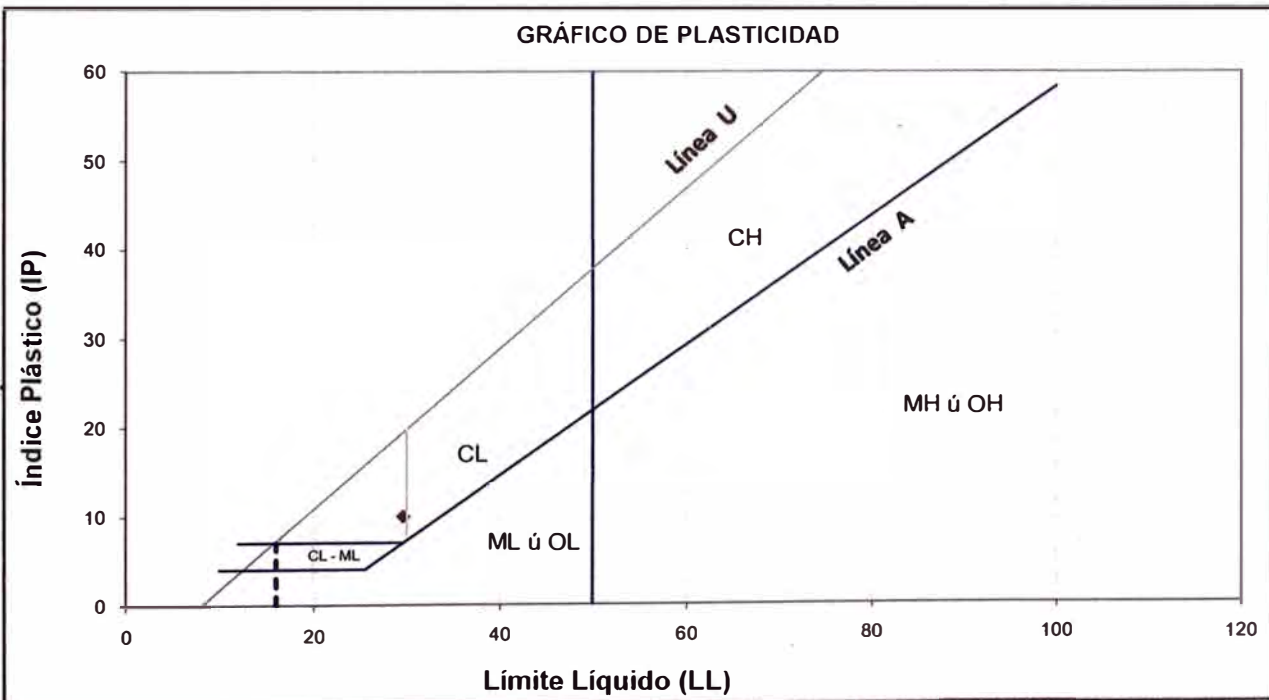
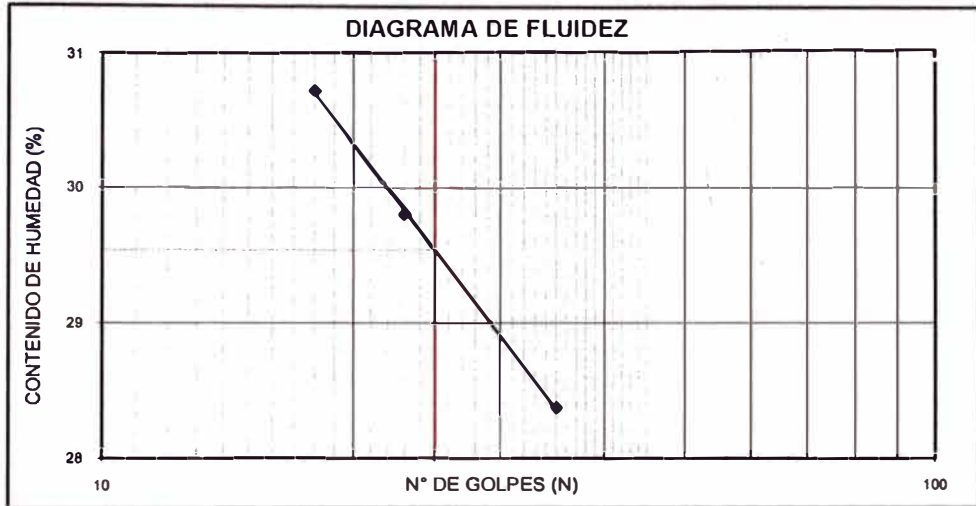
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del Proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Nº de muestra / Prof. (m):	PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40	Nº Informe Lab :	A
Descripción / Zona:	Depósito de Relaves 3	Nº de Proyecto:	1(PEVC00276)
Solicitado por:	LRS	Fecha:	23-abr-12
Ubicación:	Cerro de Pasco		

Límites de Atterberg

LL (%): 30
 LP (%): 20
 IP (%): 10



Notas: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por: JF	Ingresado por: JCA	Revisado por: CSM	Laboratorio:
----------------------	-----------------------	----------------------	--------------

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-301/SPT-5	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-7	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	10,0-10,45	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Depósito de Relave 3	Fecha:	22/03/2012
Descripción:	---		

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	100,0
Nº4	4,760	100,0
Nº10	2,000	100,0
Nº20	0,850	100,0
Nº40	0,425	100,0
Nº100	0,150	96,4
Nº200	0,075	83,7

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	-
Arena (%)	16,3
Limos y Arcillas (%)	83,7

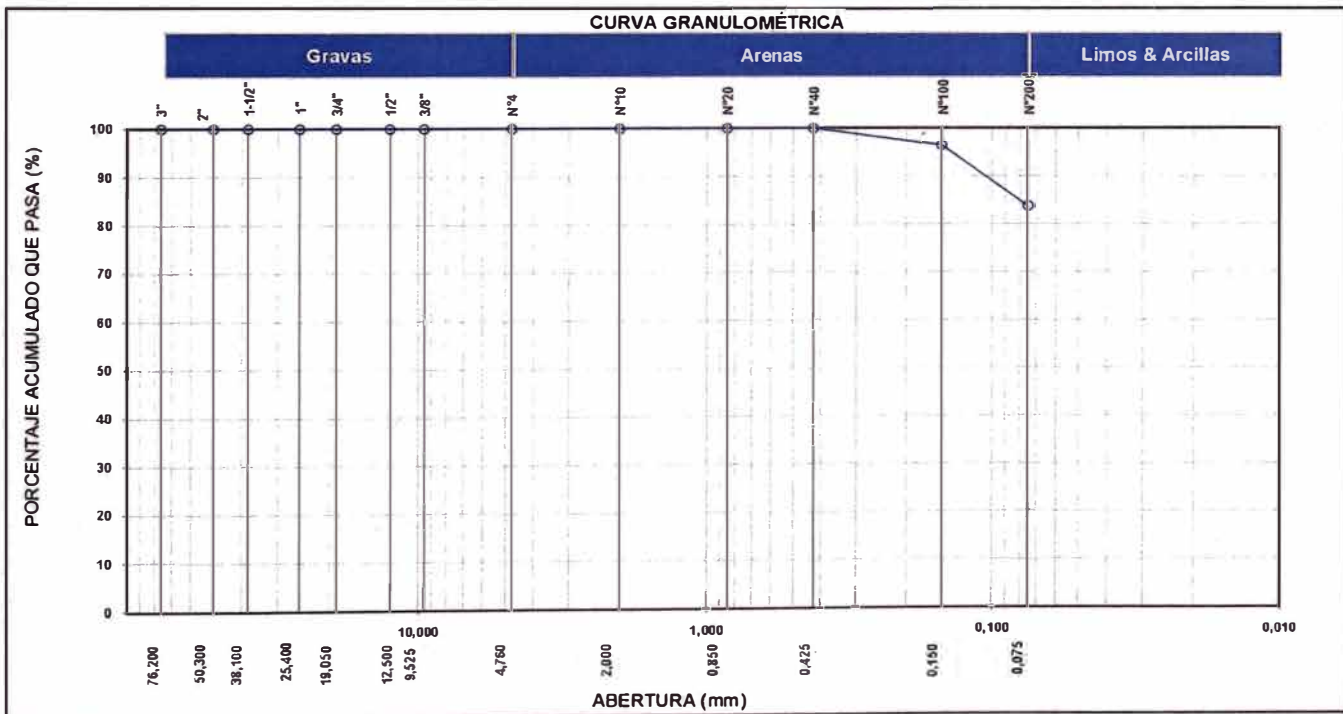
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	23
LP (%)	16
IP (%)	7

Humedad (%)	30,5
-------------	------

SUCS	CL/CL-ML
------	----------

Arcilla de baja plasticidad con arena



Observación:
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT/EH	CJ	JA	

LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.C.

Ubicación del proyecto: Cerro de Pasco

Cód. de muestra: PR-301/SPT-5

Solicitado por: LRS

Nº de muestra: M-7

Nº de proyecto: 1

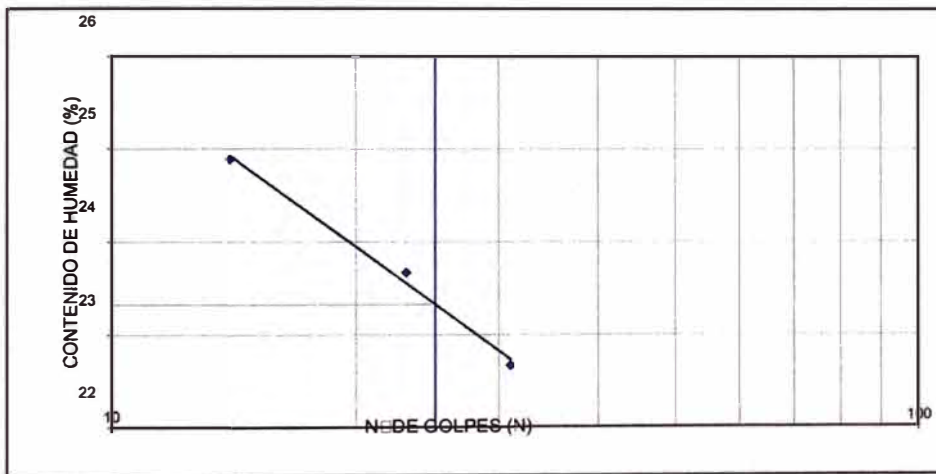
Profundidad (m): 10,0-10,45

Nº de Informe de Fecha: 22/03/2012

Zona: Depósito de Relave 3

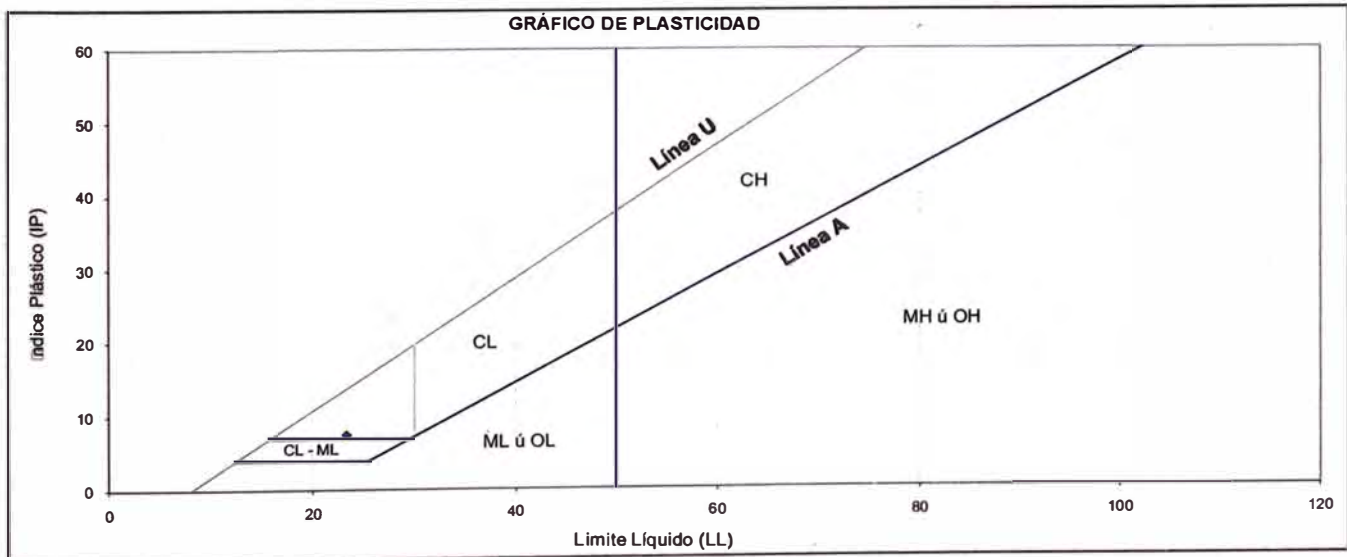
Descripción: ---

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Límites de Atterberg	
LL (%)	23
LP (%)	16
IP (%)	7

GRÁFICO DE PLASTICIDAD



Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:

Ingresado por:

Revisado por:

Nº de informe:

BT

CJ

JA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-301/SPT-7	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-10	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	13,6-15,0	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Depósito de Relave 3	Fecha:	22/03/2012
Descripción:	---		

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	93,8
1"	25,400	88,7
3/4"	19,050	83,2
1/2"	12,500	78,6
3/8"	9,525	75,1
Nº4	4,760	68,1
Nº10	2,000	61,7
Nº20	0,850	55,6
Nº40	0,425	50,2
Nº100	0,150	43,0
Nº200	0,075	38,6

Partículas >3" (%)		---
Grava (%)		31,9
Arena (%)		29,5
Limos y Arcillas (%)		38,6

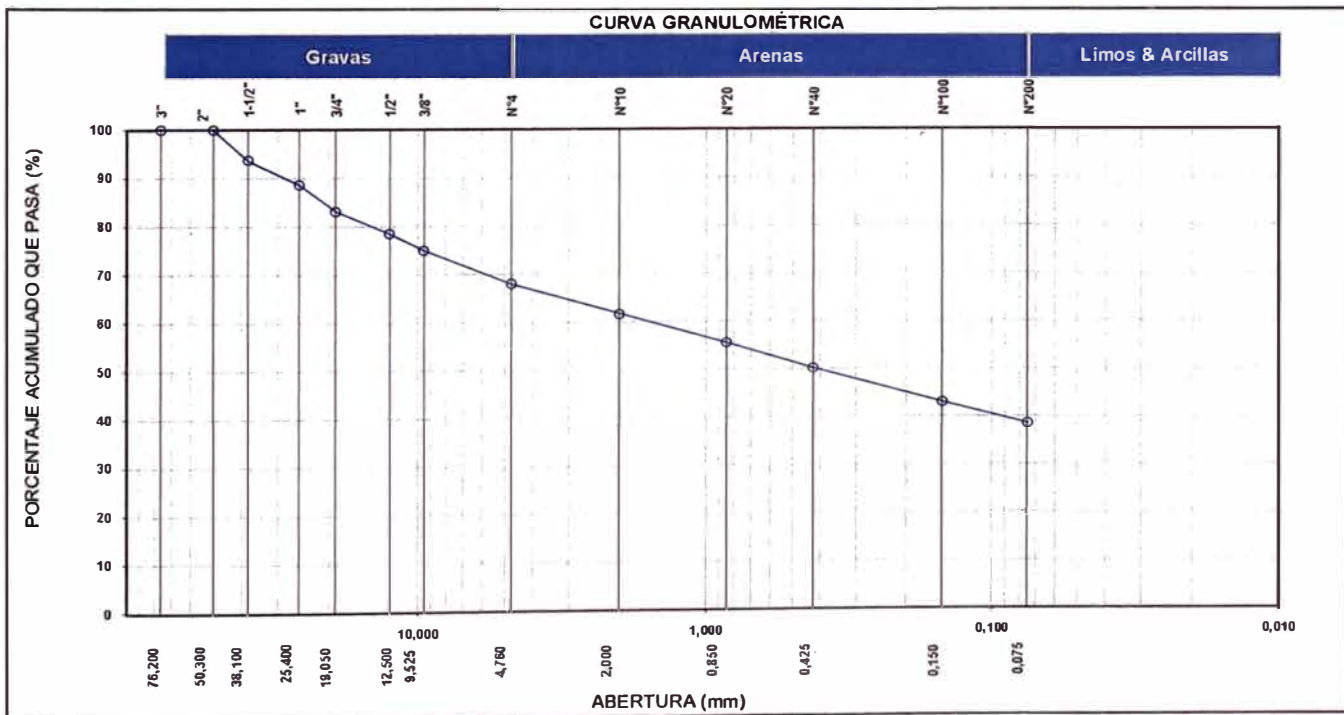
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	1,57
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	32
LP (%)	17
IP (%)	15

Humedad (%)	14,8
-------------	------

SUCS	GC
------	----

Grava arcillosa con arena



Observación:
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de Informe:
BT/EH	CJ	JA	

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.C.

Ubicación del proyecto: Cerro de Pasco

Cód. de muestra: PR-301/SPT-7

Solicitado por: LRS

Nº de muestra: M-10

Nº de proyecto: 1

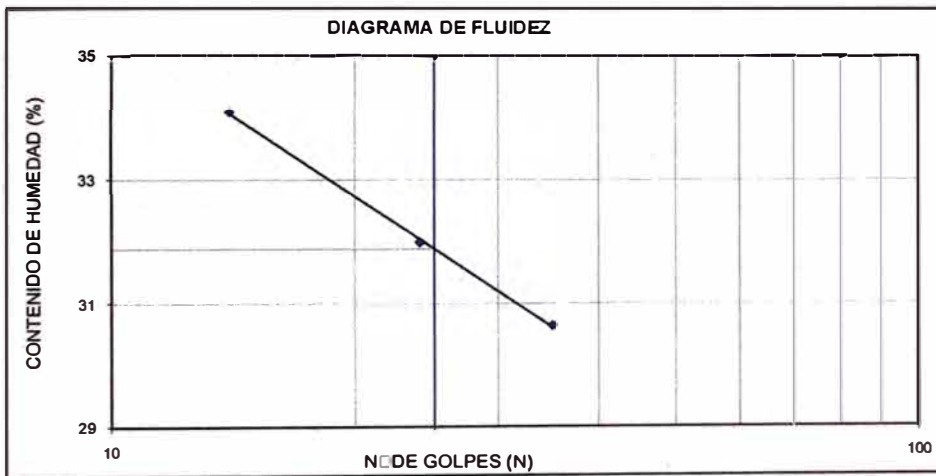
Profundidad (m): 13,6-15,0

Nº de Informe de Lab: P

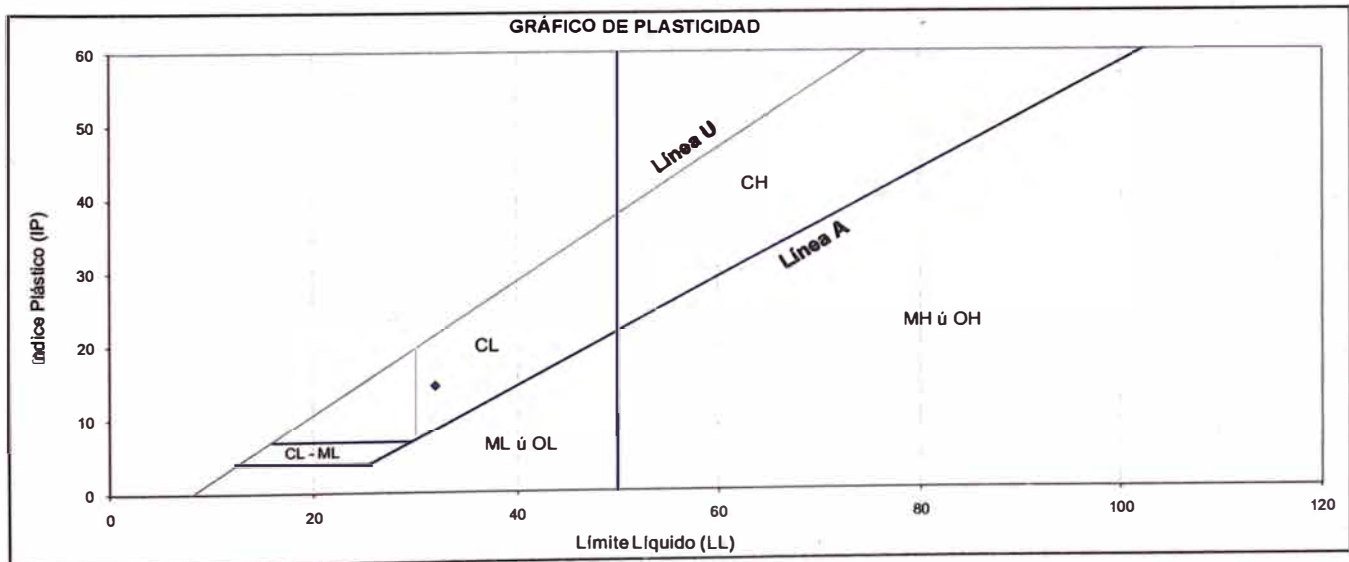
Zona: Depósito de Relave 3

Fecha: 22/03/2012

Descripción: ---



Límites de Atterberg	
LL (%)	32
LP (%)	17
IP (%)	15



Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por: BT

Ingresado por: CJ

Revisado por: JA

Nº de informe:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.	
Cliente:	Pan American Silver S.A.C	
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco	
Cód. de muestra:	PR-302	Solicitado por: LRS
Nº de muestra:	M-1	Nº de proyecto: 1
Profundidad (m):	1.50-1.95	Número Lab: P
Zona:	Dique Depósito de Relave 3	Fecha: 09/04/2012
Descripción:	---	

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	100,0
Nº4	4,760	98,7
Nº10	2,000	98,3
Nº20	0,850	98,0
Nº40	0,425	96,7
Nº100	0,150	90,8
Nº200	0,075	84,6

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	1,3
Arena (%)	14,2
Limos y Arcillas (%)	84,6

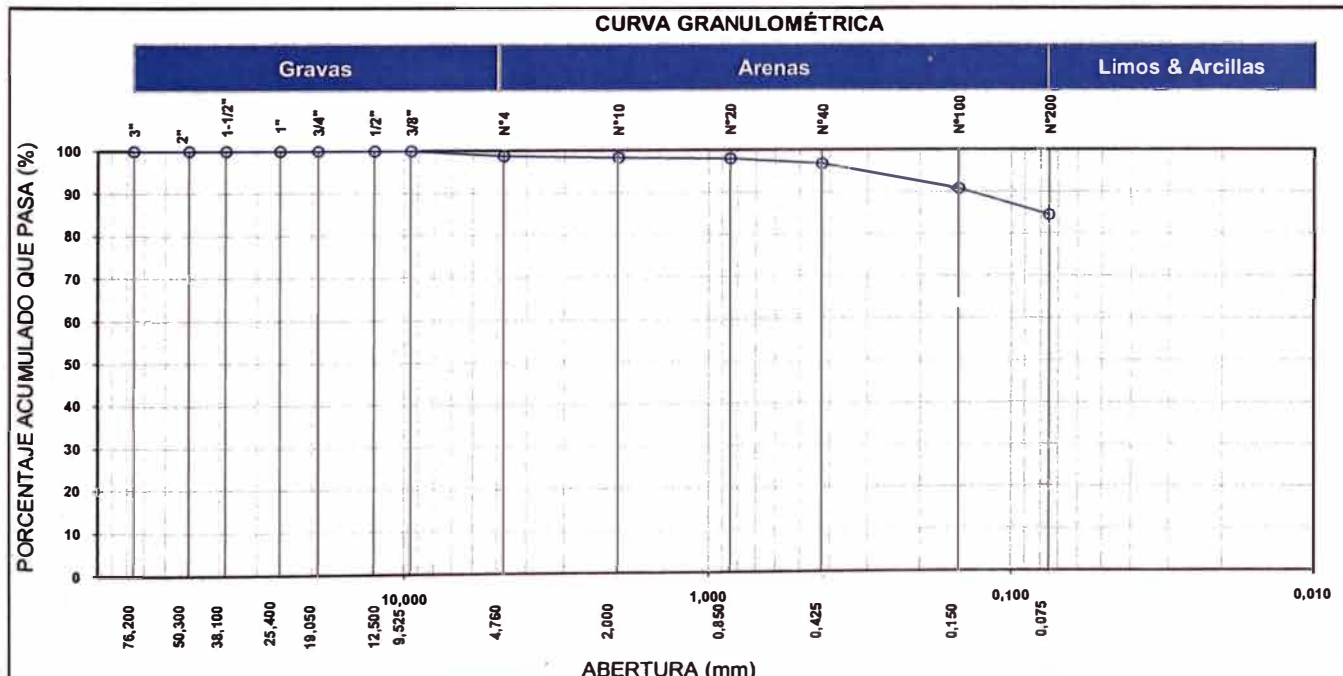
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	23
LP (%)	16
IP (%)	7

Humedad (%)	36,5
-------------	------

SUCS	CL-ML
------	-------

Arcilla limosa con arena



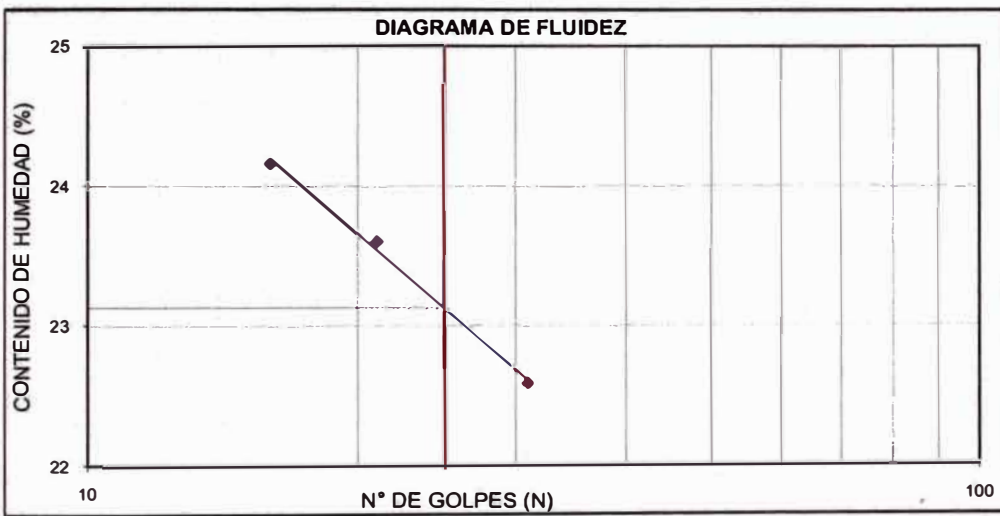
Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	PE-024-12

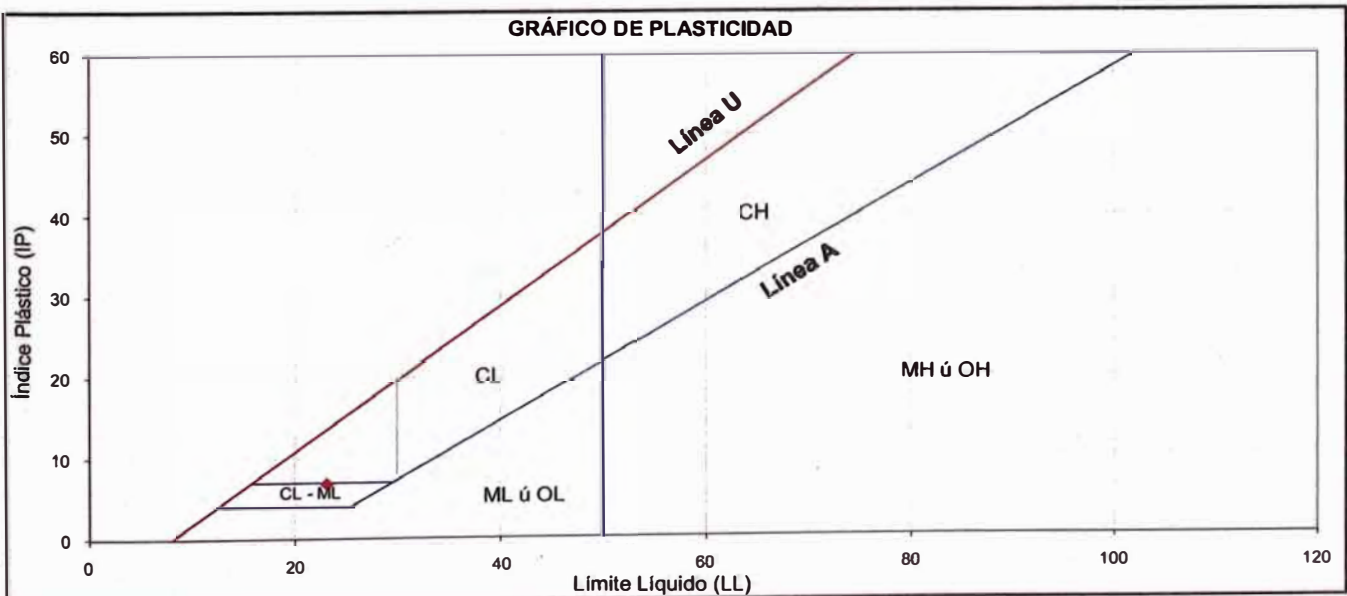
LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-302	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-1	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	1.50-1.95	Número Lab:	P
Zona:	Dique Depósito de Relave 3	Fecha:	26/03/2012
Descripción:	---		



Límites de Atterberg	
LL (%)	23
LP (%)	16
IP (%)	7



Observación:
 Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.	
Cliente:	Pan American Silver S.A.C	
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco	
Cód. de muestra:	PR-302	Solicitado por: LRS
muestra:	M-3	Nº de proyecto: 1
Profundidad (m):	5,3-5,95	Número Lab: P
Zona:	Dique Depósito de Relave 3	Fecha: 09/04/2012
Descripción:	---	

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado
3"	76,200	100,0
2"	50,300	100,0
1 1/2"	38,100	100,0
1"	25,400	100,0
3/4"	19,050	100,0
1/2"	12,500	100,0
3/8"	9,525	100,0
Nº4	4,760	100,0
Nº10	2,000	100,0
Nº20	0,850	100,0
Nº40	0,425	99,9
Nº100	0,150	99,9
Nº200	0,075	99,4

Partículas >3" (%)	---
Grava (%)	-
Arena (%)	0,6
Limos y Arcillas (%)	99,4

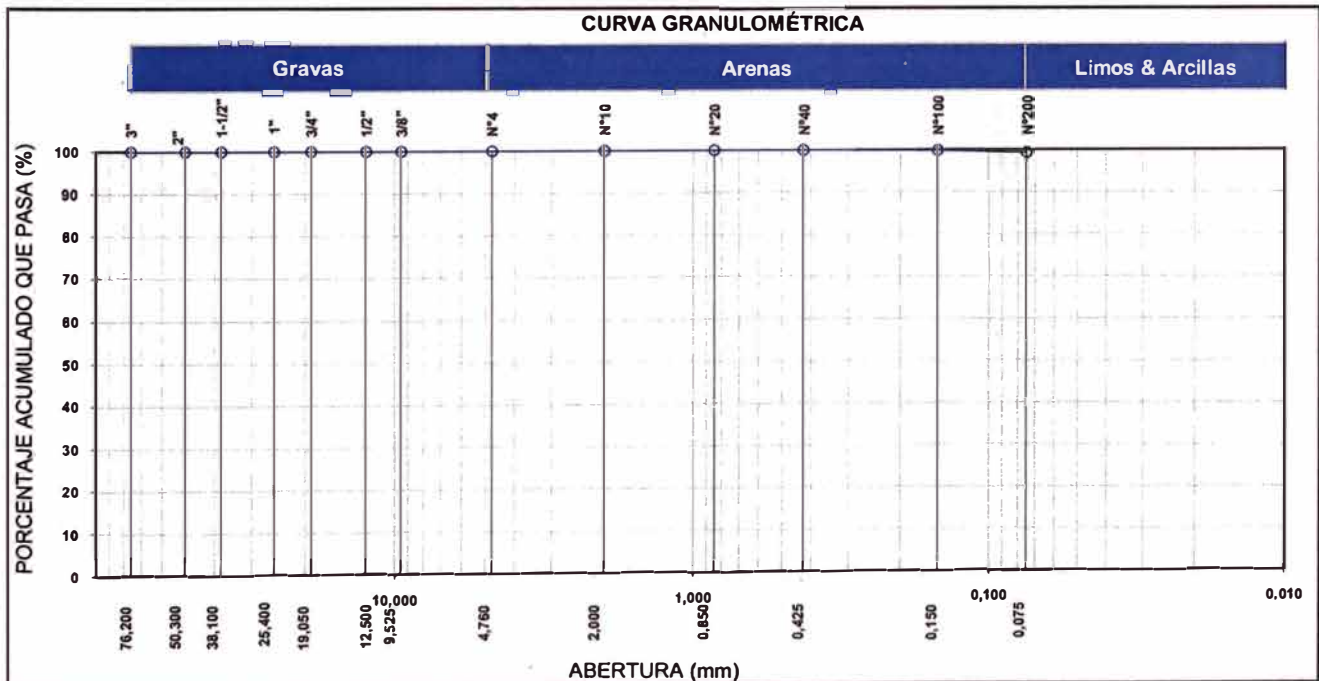
D ₁₀	
D ₃₀	
D ₆₀	
Cu	
Cc	

Límites de Atterberg:	
LL (%)	42
LP (%)	24
IP (%)	18

Humedad (%)	54,9
-------------	------

SUCS	CL
------	----

Arcilla de baja plasticidad	
-----------------------------	--

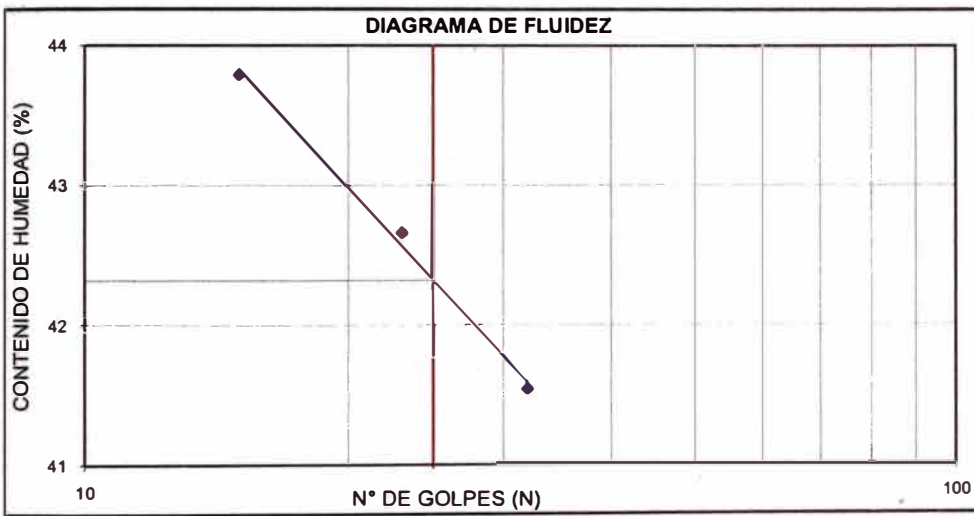


Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

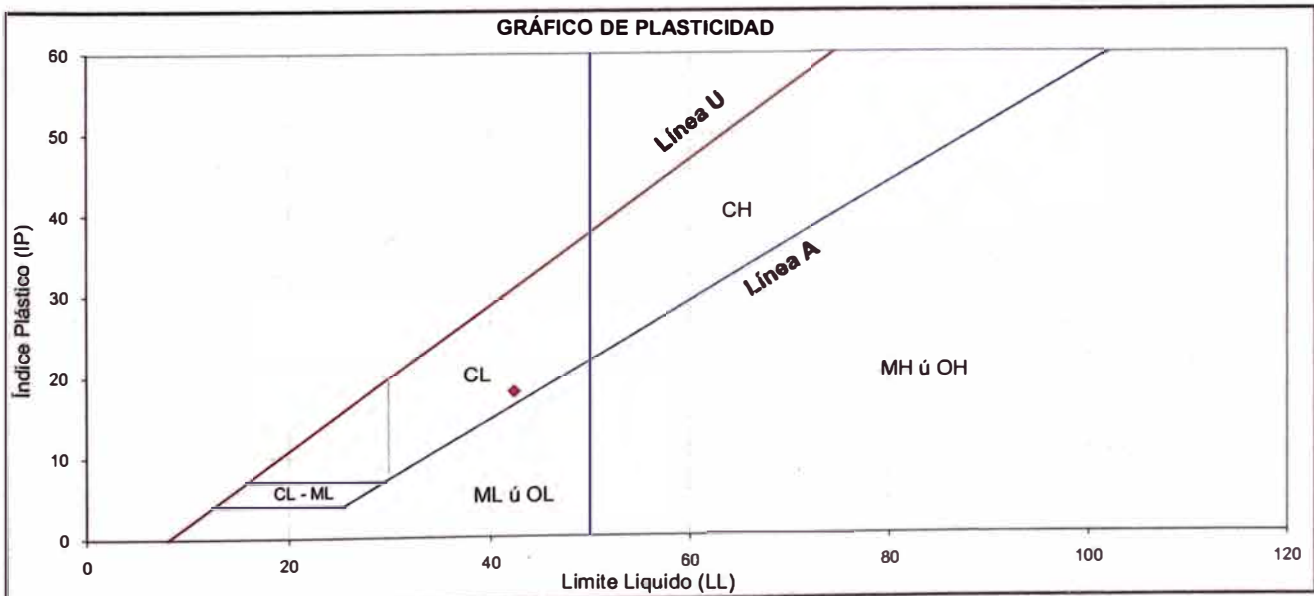
LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-302	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-3	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	5,3-5,95	Número Lab:	P
Zona:	Dique Depósito de Relave 3	Fecha:	26/03/2012
Descripción:	---		



Límites de Atterberg	
LL (%)	42
LP (%)	24
IP (%)	18



Observación:
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Contenido de Humedad

Contenido de Humedad
ASTM - D2216

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	CA-202	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-2	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	2,2-5,5	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique Depósito de Relave 2	Fecha:	22/03/2012
Descripción:	---		

Nº de Prueba	?	?	?
(1) Peso Recip + Suelo Húmedo (g)	664,6	646,4	
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	615,4	597,6	
(3) Peso Recipiente (g)	78,2	73,3	
(4) Peso del Agua (1) - (2)	49,2	48,8	
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	537,2	524,3	
(6) Humedad (4/5)*100 %	9,2	9,3	
Humedad Promedio (%)	9,2		

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de Informe:
BT/EH	CJ	JA	

Contenido de Humedad
ASTM - D2216

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	CA-306	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	D-1	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	1,10	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique Depósito de Relave 3	Fecha:	22/03/2012
Descripción:	---		

Nº de Prueba	?	?	3
(1) Peso Recip + Suelo Húmedo (g)	746,7	734,3	
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	622,4	611,8	
(3) Peso Recipiente (g)	79,0	75,5	
(4) Peso del Agua (1) - (2)	124,3	122,5	
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	543,4	536,3	
(6) Humedad (4/5)*100 %	22,9	22,8	
Humedad Promedio (%)	22,9		

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Contenido de Humedad
ASTM - D2216

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por: LRS	
Nº de muestra:	SPT-3 / M-3	Nº de proyecto: 1	
Profundidad (m):	10,90-11,35	Nº de Informe de Lab: P	
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha:	12/04/2012
Descripción:	Material orgánico		

Nº de Prueba	1	2	3
(1) Peso Recip + Suelo Húmedo (g)	379,9	387,3	
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	261,6	266,7	
(3) Peso Recipiente (g)	76,4	76,8	
(4) Peso del Agua (1) - (2)	118,3	120,6	
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	185,2	189,9	
(6) Humedad (4/5)*100 %	63,9	63,5	
Humedad Promedio (%)	63,7		

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de Informe:
BT	CJ	JA	

Contenido de Humedad
ASTM - D2216

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	SPT-3 / M-3	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	10,90-11,35	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha:	12/04/2012
Descripción:	Material orgánico		

Nº de Prueba	1	2	3
(1) Peso Recip + Suelo Húmedo (g)	379,9	387,3	
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	232,5	235,6	
(3) Peso Recipiente (g)	76,4	76,8	
(4) Peso del Agua (1) - (2)	147,4	151,7	
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	156,1	158,8	
(6) Humedad (4/5)*100 %	94,4	95,5	
Humedad Promedio (%)	95,0		

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de Informe:
BT	CJ	JA	

**Contenido de Humedad
ASTM - D2216**

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Ciente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	SPT-3 / M-3	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	10,90-11,35	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha:	12/04/2012
Descripción:	Material orgánico		

Nº de Prueba	1	2	3
(1) Peso Recip + Suelo Húmedo (g)	379,9	387,3	
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	200,2	202,7	
(3) Peso Recipiente (g)	76,4	76,8	
(4) Peso del Agua (1) - (2)	179,7	184,6	
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	123,8	125,9	
(6) Humedad (4/5)*100 %	145,2	146,6	
Humedad Promedio (%)	145,9		

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Peso Volumétrico y Densidad Natural

PESO VOLUMETRICO

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-4	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	11,35-12,20	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	----		

Nº de Prueba	1	2	3
1) Peso de Muestra humeda (gr)	260,0	234,2	297,4
2) Peso de Muestra humeda + Parafina en aire (gr)	308,0	272,2	358,9
3) Peso de Muestra humeda + Parafina en agua (gr)	50,6	52,3	67,0
4) Volumen Muestra con parafina (2) - (3) (cm³)	257,4	219,9	291,9
5) Peso de la parafina (2) - (1) (gr)	48,0	38,0	61,5
6) Densidad de la parafina (gr/cm³)	0,87		
7) Volumen de la parafina (5) / (6) (cm³)	55,2	43,7	70,7
8) Volumen de la muestra (4) - (7) (cm³)	202,2	176,2	221,2
9) Densidad de la muestra humeda (1) / (8)	1,29	1,33	1,34
10) Contenido de Humedad (%)	32,9	37,0	29,6
11) Densidad de la muestra seca (9)/(1+((10)/100))	0,97	0,97	1,04
Densidad natural promedio (gr/cm³)	1,32		
Densidad seca promedio (gr/cm³)	0,992		
Humedad promedio (%)	33,2		

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Suelo orgánico Secado al ambiente

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

PESO VOLUMETRICO

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-4	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	11,35-12,20	Nº de Informe de Lab:	P
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	----		

Nº de Prueba	1	2	3
1) Peso de Muestra humeda (gr)	260,0	234,2	297,4
2) Peso de Muestra humeda + Parafina en aire (gr)	308,0	272,2	358,9
3) Peso de Muestra humeda + Parafina en agua (gr)	50,6	52,3	67,0
4) Volumen Muestra con parafina (2) - (3) (cm ³)	257,4	219,9	291,9
5) Peso de la parafina (2) - (1) (gr)	48,0	38,0	61,5
6) Densidad de la parafina (gr/cm ³)	0,87		
7) Volumen de la parafina (5) / (6) (cm ³)	55,2	43,7	70,7
8) Volumen de la muestra (4) - (7) (cm ³)	202,2	176,2	221,2
9) Densidad de la muestra humeda (1) / (8)	1,29	1,33	1,34
10) Contenido de Humedad (%)	133,2	118,2	115,0
11) Densidad de la muestra seca (9)/(1+((10)/100))	0,55	0,61	0,63
Densidad natural promedio (gr/cm ³)	1,32		
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	0,595		
Humedad promedio (%)	122,1		

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.
Suelo orgánico Secado al ambiente

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

DENSIDAD NATURAL

Método geométrico

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente Pan American Silver S.A.

Ubicación: Cerro de Pasco

N° Informe de Lab : A

Solicitado por: LRS

N° de Proyecto: 1

N° de muestra / Prof. (m): PR-201 M-1 / 12,5 - 13,15

Fecha: 28-abr-12

Descripción / Zona: Dique de depósito de relaves 2

N° de Prueba		1	2
1) Peso de Muestra húmeda	(gr)	416,5	
2) Diámetro de la muestra	(cm)	4,8	
3) Altura de la muestra	(cm)	10,3	
4) Área de la muestra	(cm ²)	18,2	
5) Volumen de la muestra	(cm ³)	186,8	
6) Densidad húmeda	(gr/cm ³)	2,23	
7) Contenido de Humedad	(%)	22,9	
8) Densidad de la muestra seca	(gr/cm ³)	1,81	

Densidad natural promedio (gr/cm ³)	2,23
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,81

Humedad promedio (%)	22,9
----------------------	------

Observaciones:

Notas: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Realizado por:

TB

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Laboratorio:

DENSIDAD NATURAL

Método geométrico

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del Proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente	Pan American Silver S.A.		
Ubicación:	Cerro de Pasco	N° Informe de Lab :	A
Solicitado por:	LRS	N° de Proyecto:	1
N° de muestra / Prof. (m):	PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40	Fecha:	23-abr-12
Descripción / Zona:	Depósito de Relaves 3		

N° de Prueba		1	2
1) Peso de Muestra húmeda	(gr)	792,2	
2) Diámetro de la muestra	(cm)	6,1	
3) Altura de la muestra	(cm)	13,8	
4) Área de la muestra	(cm ²)	28,7	
5) Volumen de la muestra	(cm ³)	395,9	
6) Densidad húmeda	(gr/cm ³)	2,00	
7) Contenido de Humedad	(%)	31,7	
8) Densidad de la muestra seca	(gr/cm ³)	1,52	

Densidad natural promedio (gr/cm ³)	2,00
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,52

Humedad promedio (%)	31,7
----------------------	------

Observaciones:

Notas: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Realizado por:

TB

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Laboratorio:

Compactación Proctor Estándar

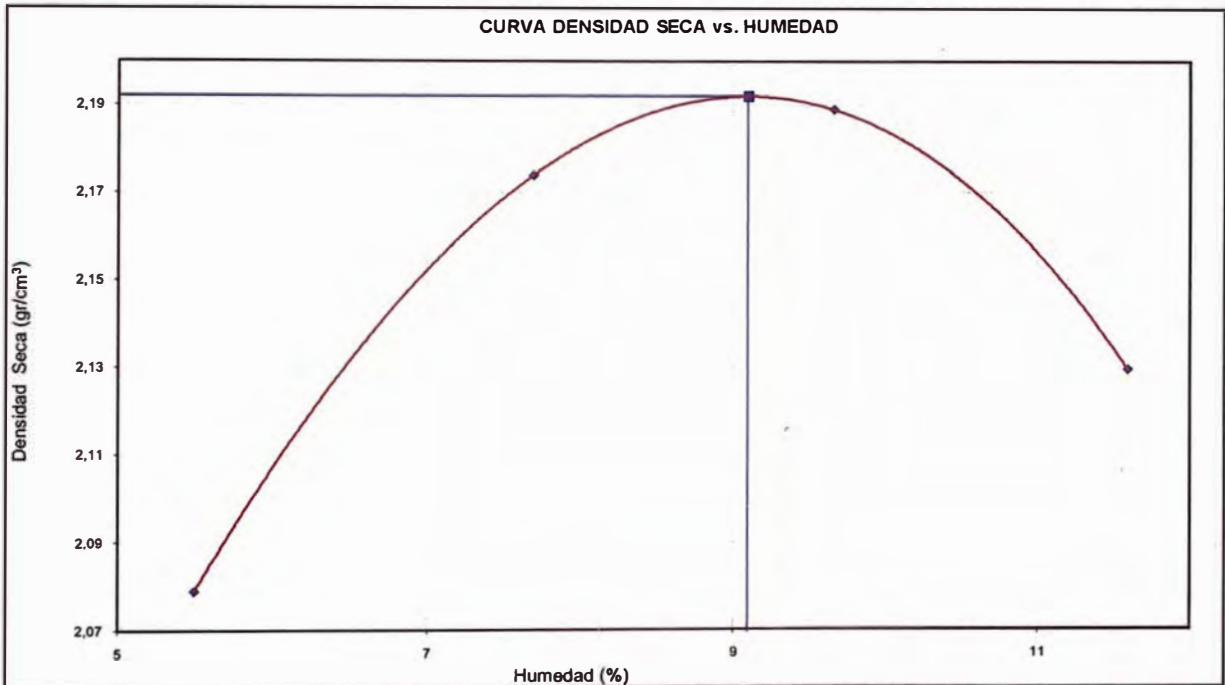
PROCTOR ESTÁNDAR

ASTM - D698 (C)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	Mezcla(CA-a) M-1, 2	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	--	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	0,00-2,00	Nº de informe de Lab:	P
Zona:	Dique lateral de depósitos de relaves 1 y 2	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		

Prueba Nº	1	2	3	4	5	6	7
Densidad seca (gr/cm ³)	2,079	2,174	2,189	2,129			
Humedad(%)	5,5	7,7	9,7	11,6			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2,192
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9,1

Fraccion Sobre tamaño	
GS (Bulk) =	2,03
w(%) =	0,7

Máx. Dens. Seca Corregida (gr/cm ³)	2,145
Opt. Cont. de Humedad Corregida (%)	6,8

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.
 Proctor fuera de método
 En el tercer punto se acolchona el material y en el cuarto punto esta muy humedo.

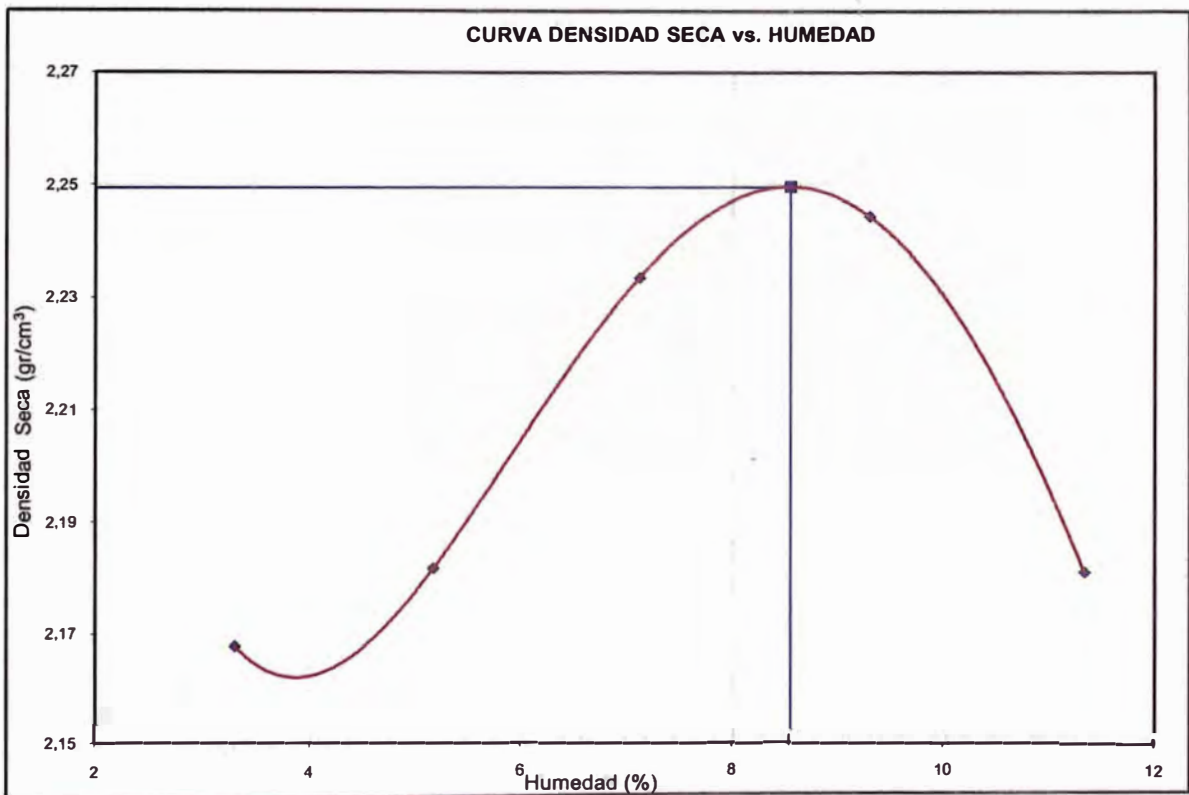
Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

PROCTOR ESTÁNDAR
ASTM - D698 (C)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	Mezcla(Desmonte de mina)	Solicitado por:	LRS
Nº de muestra:	M-1, M-2	Nº de proyecto:	1
Profundidad (m):	Superficial	Número Lab:	P
Zona:	Desmonte de Mina	Fecha:	26/03/2012
Descripción:	---		

Prueba Nº	1	2	3	4	5	6	7
Densidad seca (gr/cm ³)	2,168	2,181	2,233	2,244	2,180		
Humedad(%)	3,3	5,2	7,1	9,3	11,3		



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2,250
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8,6

Fraccion Sobre tamaño	
GS (Bulk) =	2,85
w(%) =	0,6

Máx. Dens. Seca Corre gida (gr/cm ³)	2,420
Opt. Cont. de Humedad Corre gida (%)	5,9

Observación: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Compresión Triaxial CU

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof (m): **CA-202 / M-2 / 2,2 - 5,5**

Nº Informe de Lab: **A**

Descripción / Zona: **Dique Depósito de Relaves 2**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

Fecha: **21-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Clasificación SUCS: **GC**

Estado : Remoldeado (D.S. = 2,015gr/cm³, w = 7,8%)

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	21,40	21,29
Diámetro (cm)	10,17	10,02
Humedad (%)	7,80	12,13
Densidad seca (gr/cc)	2,015	2,088

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,95
Presión de celda kPa	607
Contra presión kPa	207
Esf. Efect. Inicial kPa	400

Deformación (%)	Esf. Dev. kPa	μ kPa	\bar{s}_3 kPa	\bar{s}_1 kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q}/\bar{p}	Oblicuidad (sv/s ₃)
0,00	0,00	0,00	400,00	400,00	400,00	0,00	0,00	1,00
0,05	77,98	5,74	394,26	472,24	433,25	38,99	0,09	1,20
0,10	133,82	12,87	387,13	520,95	454,04	66,91	0,15	1,35
0,20	235,70	35,41	364,59	600,30	482,45	117,85	0,24	1,65
0,35	331,94	64,29	335,71	667,64	501,68	165,97	0,33	1,99
0,50	418,83	95,97	304,03	722,86	513,45	209,41	0,41	2,38
0,75	495,89	136,27	263,73	759,62	511,68	247,95	0,48	2,88
1,00	533,37	159,52	240,48	773,85	507,17	266,69	0,53	3,22
1,25	563,93	185,57	214,43	778,36	496,39	281,97	0,57	3,63
1,50	577,40	197,97	202,03	779,43	490,73	288,70	0,59	3,86
1,75	586,17	210,88	189,12	775,30	482,21	293,09	0,61	4,10
2,00	584,80	220,29	179,71	764,51	472,11	292,40	0,62	4,25
2,50	578,59	230,76	169,24	747,84	458,54	289,30	0,63	4,42
3,00	575,74	237,28	162,72	738,46	450,59	287,87	0,64	4,54
3,50	573,38	242,49	157,51	730,89	444,20	286,69	0,65	4,64
4,00	563,85	245,73	154,27	718,12	436,19	281,93	0,65	4,66
4,50	557,54	248,47	151,53	709,07	430,30	278,77	0,65	4,68
5,00	557,51	251,86	148,14	705,65	426,90	278,76	0,65	4,76
6,00	562,95	254,72	145,28	708,23	426,75	281,48	0,66	4,87
7,00	547,18	259,57	140,43	687,61	414,02	273,59	0,66	4,90
8,00	544,12	260,28	139,72	683,84	411,78	272,06	0,66	4,89
9,00	546,62	262,65	137,35	683,96	410,65	273,31	0,67	4,98
10,00	538,50	264,16	135,84	674,34	405,09	269,25	0,66	4,96
11,00	538,92	265,35	134,65	673,57	404,11	269,46	0,67	5,00
12,00	541,15	264,71	135,29	676,44	405,86	270,58	0,67	5,00
13,00	539,12	265,77	134,23	673,35	403,79	269,56	0,67	5,02
14,00	534,06	266,63	133,37	667,43	400,40	267,03	0,67	5,00

Nota: Los especímenes fueron remoldeados con una Densidad Seca = 2,015gr/cm³, humedad = 7,8%.

No se pudo remoldear con la Humedad = 9,2% por estar muy humedo.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof (m): **CA-202 / M-2 / 2,2 - 5,5**

Nº Informe de Lab: **A**

Descripción / Zona: **Dique Depósito de Relaves 2**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

Fecha: **21-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Clasificación SUCS: **GC**

Estado : Remoldeado (D.S. = 2,015gr/cm³, w = 7,8%)

Etapa de consolidación		Inicial	Final
Altura	(cm)	21,40	21,31
Diámetro	(cm)	10,17	10,03
Humedad	(%)	7,80	12,67
Densidad seca	(gr/cc)	2,015	2,080

Velocidad	(pulg/min)	0,01
Parámetro "B"		0,94
Presión de celda	kPa	407
Contra presión	kPa	207
Esf. Efect. Inicial	kPa	200

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	s ₃ kPa	s ₁ kPa	p kPa	q kPa	τ / p	Oblicuidad (s/s ₃)
0,00	0,00	0,00	200,00	200,00	200,00	0,00	0,00	1,00
0,05	50,58	5,11	194,89	245,47	220,18	25,29	0,11	1,26
0,10	80,72	11,83	188,17	268,89	228,53	40,36	0,18	1,43
0,20	137,42	28,87	171,13	308,55	239,84	68,71	0,29	1,80
0,35	197,57	46,56	153,44	351,01	252,23	98,78	0,39	2,29
0,50	256,65	61,78	138,22	394,87	266,54	128,32	0,48	2,86
0,75	316,41	75,42	124,58	440,99	282,79	158,21	0,56	3,54
1,00	351,35	83,63	116,37	467,72	292,05	175,68	0,60	4,02
1,25	377,08	89,04	110,96	488,04	299,50	188,54	0,63	4,40
1,50	393,55	92,19	107,81	501,36	304,58	196,78	0,65	4,65
1,75	398,26	94,17	105,83	504,09	304,96	199,13	0,65	4,76
2,00	404,47	94,99	105,01	509,48	307,24	202,23	0,66	4,85
2,50	407,64	95,42	104,58	512,22	308,40	203,82	0,66	4,90
3,00	409,34	94,38	105,62	514,96	310,29	204,67	0,66	4,88
3,50	412,70	93,21	106,79	519,49	313,14	206,35	0,66	4,86
4,00	412,98	93,08	106,92	519,90	313,41	206,49	0,66	4,86
4,50	413,62	93,11	106,89	520,50	313,69	206,81	0,66	4,87
5,00	411,63	93,39	106,61	518,24	312,43	205,82	0,66	4,86
6,00	415,63	93,84	106,16	521,79	313,98	207,81	0,66	4,91
7,00	418,52	93,10	106,90	525,42	316,16	209,26	0,66	4,92
8,00	418,72	94,00	106,00	524,72	315,36	209,36	0,66	4,95
9,00	409,83	95,47	104,53	514,35	309,44	204,91	0,66	4,92
10,00	411,30	95,74	104,26	515,56	309,91	205,65	0,66	4,94
11,00	413,79	95,33	104,67	518,46	311,57	206,90	0,66	4,95
12,00	421,30	95,13	104,87	526,17	315,52	210,65	0,67	5,02
13,00	420,07	96,13	103,87	523,94	313,91	210,03	0,67	5,04
14,00	420,43	95,62	104,38	524,81	314,59	210,21	0,67	5,03

Nota: Los especímenes fueron remoldeados con una Densidad Seca = 2,015gr/cm³, humedad = 7,8%.

No se pudo remoldear con la Humedad = 9,2% por estar muy humedo.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof (m): **CA-202 / M-2 / 2,2 - 5,5**

Nº Informe de Lab: **A**

Descripción / Zona: **Dique Depósito de Relaves 2**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

Fecha: **21-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Estado : Remoldeado (D.S. = 2,015gr/cm³, w = 7,8%

Clasificación SUCS: **GC**

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	21,40	21,33
Diámetro (cm)	10,17	10,09
Humedad (%)	7,80	13,50
Densidad seca (gr/cc)	2,014	2,052

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,95
Presión de celda (kPa)	307
Contra presión (kPa)	207
Esf. Efect. Inicial (kPa)	100

Deformación (%)	Esf. Dev. (kPa)	μ (kPa)	s_3 (kPa)	s_1 (kPa)	\bar{p} (kPa)	\bar{q} (kPa)	\bar{q}/\bar{p}	Oblicuidad (s_1/s_3)
0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	1,00
0,05	38,15	3,79	96,21	134,36	115,28	19,07	0,17	1,40
0,10	59,53	7,74	92,26	151,78	122,02	29,76	0,24	1,65
0,20	97,05	14,02	85,98	183,03	134,50	48,52	0,36	2,13
0,35	154,86	21,10	78,90	233,75	156,33	77,43	0,50	2,96
0,50	206,90	25,67	74,33	281,23	177,78	103,45	0,58	3,78
0,75	253,11	27,09	72,91	326,02	199,47	126,56	0,63	4,47
1,00	276,51	25,71	74,29	350,80	212,54	138,25	0,65	4,72
1,25	296,68	23,96	76,04	372,72	224,38	148,34	0,66	4,90
1,50	306,79	22,09	77,91	384,71	231,31	153,40	0,66	4,94
1,75	315,73	20,01	79,99	395,72	237,85	157,87	0,66	4,95
2,00	323,86	18,11	81,89	405,75	243,82	161,93	0,66	4,95
2,50	326,96	17,48	82,52	409,48	246,00	163,48	0,66	4,96
3,00	322,08	17,02	82,98	405,06	244,02	161,04	0,66	4,88
3,50	323,53	15,67	84,33	407,86	246,10	161,77	0,66	4,84
4,00	324,79	15,08	84,92	409,71	247,31	162,40	0,66	4,82
4,50	326,82	14,18	85,82	412,65	249,23	163,41	0,66	4,81
5,00	325,39	13,23	86,77	412,16	249,47	162,69	0,65	4,75
6,00	321,01	13,01	86,99	408,00	247,50	160,50	0,65	4,69
7,00	319,77	14,12	85,88	405,65	245,77	159,89	0,65	4,72
8,00	313,65	15,28	84,72	398,38	241,55	156,83	0,65	4,70
9,00	311,29	15,83	84,17	395,46	239,82	155,64	0,65	4,70
10,00	308,01	16,90	83,10	391,11	237,11	154,01	0,65	4,71
11,00	308,89	18,82	81,18	390,07	235,62	154,44	0,66	4,81
12,00	312,40	19,25	80,75	393,15	236,95	156,20	0,66	4,87
13,00	317,15	19,33	80,67	397,82	239,25	158,58	0,66	4,93
14,00	318,36	19,07	80,93	399,29	240,11	159,18	0,66	4,93

Nota: Los especímenes fueron remoldeados con una Densidad Seca = 2,015gr/cm³, humedad = 7,8%.

No se pudo remoldear con la Humedad = 9,2% por estar muy humedo.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof (m): CA-202 / M-2 / 2,2 - 5,5

Nº Informe de Lab: A

Descripción / Zona: Dique Depósito de Relaves 2

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

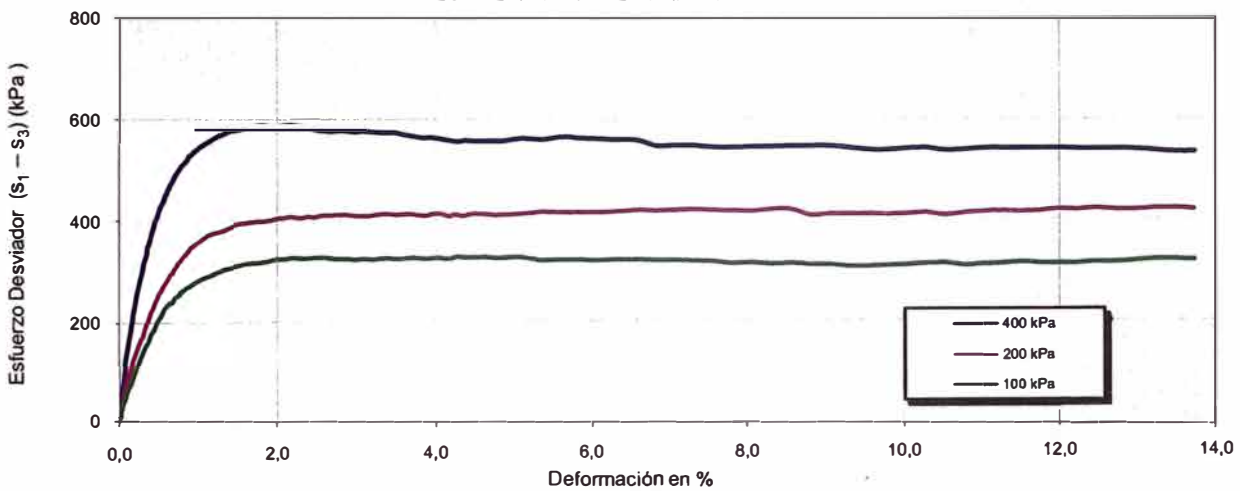
Fecha: 21-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

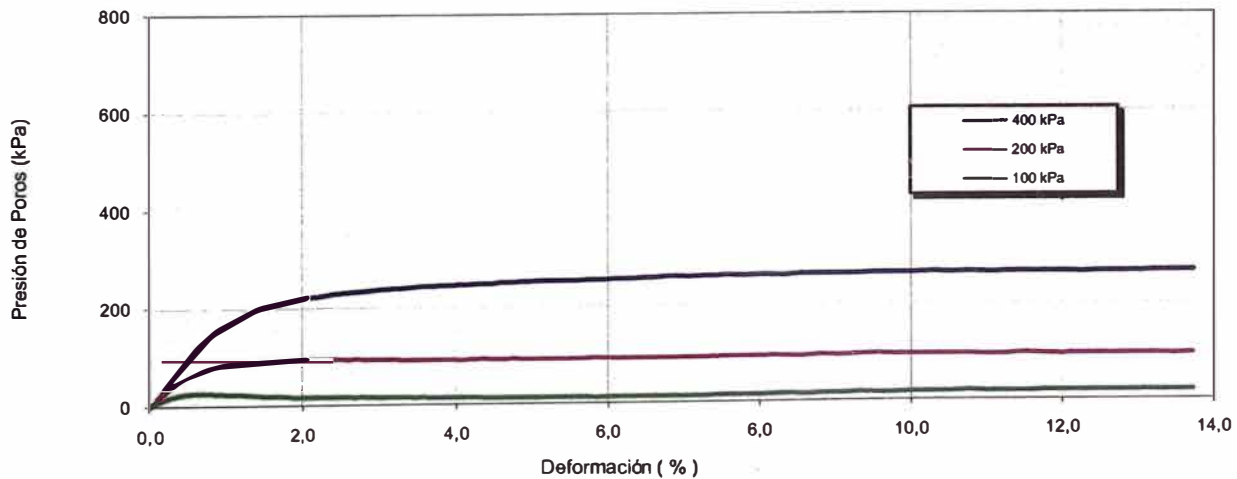
Clasificación SUCS: GC

Estado : Remoldeado (D.S. = 2,015gr/cm³, w = 7,8%)

ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN



PRESIÓN DE POROS vs. DEFORMACIÓN



Nota: Los especímenes fueron remoldeados con una Densidad Seca = 2,015gr/cm³, humedad = 7,8%.
No se pudo remoldear con la Humedad = 9,2% por estar muy humedo.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof (m): **CA-202 / M-2 / 2,2 - 5,5**

Nº Informe de Lab: **A**

Descripción / Zona: **Dique Depósito de Relaves 2**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

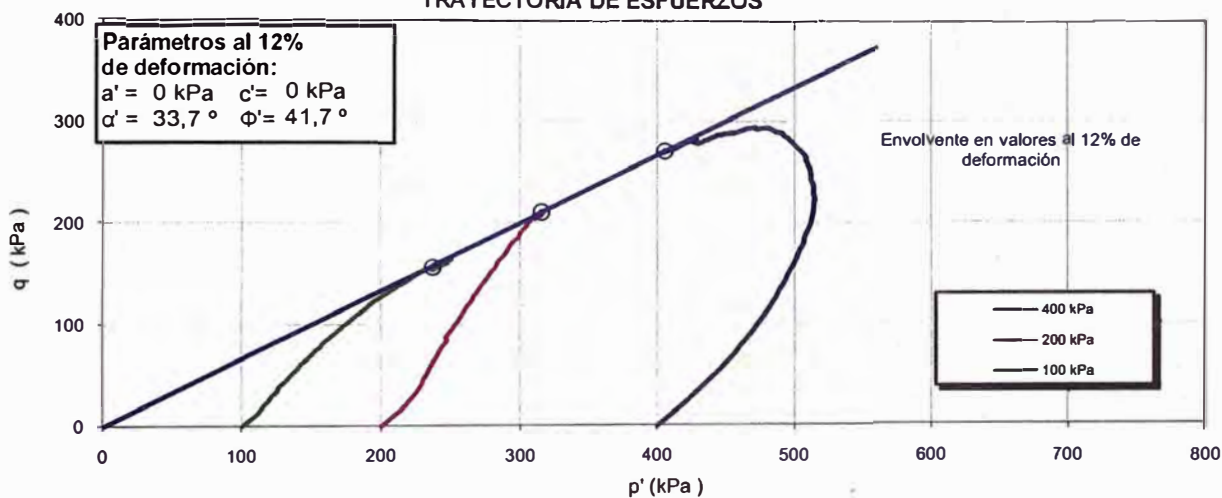
Fecha: **21-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

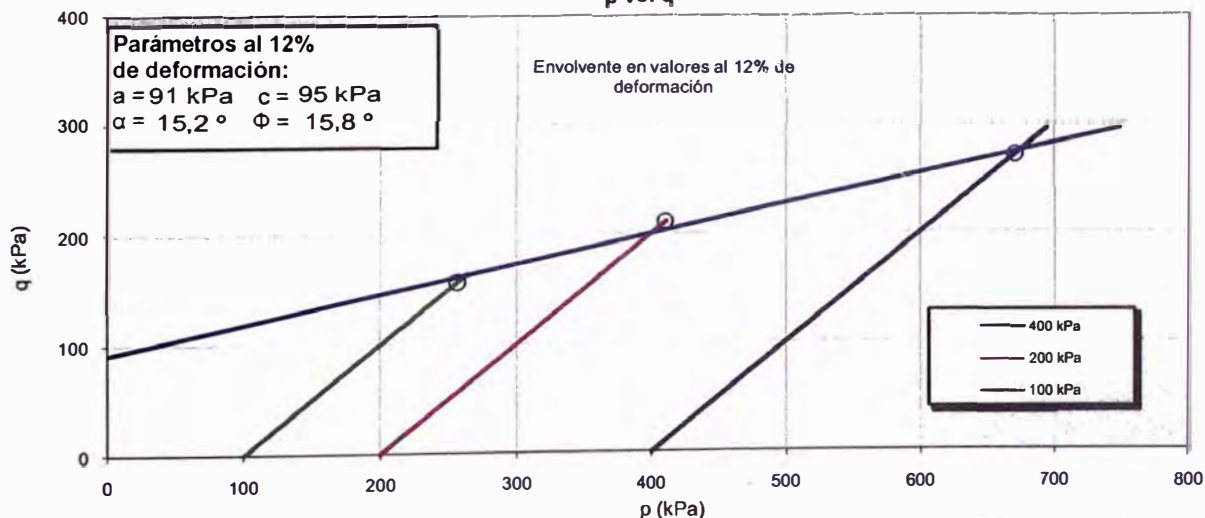
Clasificación SUCS: **GC**

Estado : Remoldeado (D.S. = 2,015gr/cm³, w = 7,8%)

TRAYECTORIA DE ESFUERZOS



p vs. q



Nota: Los especímenes fueron remoldeados con una Densidad Seca = 2,015gr/cm³, humedad = 7,8%.

No se pudo remoldear con la Humedad = 9,2% por estar muy humedo.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof (m): CA-202 / M-2 / 2,2 - 5,5

Nº Informe de Lab: A

Descripción / Zona: Dique Depósito de Relaves 2

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

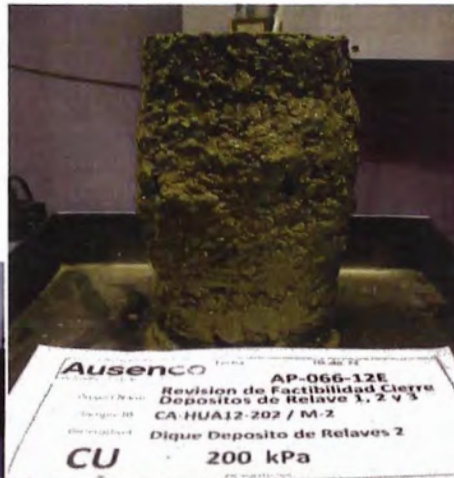
Fecha: 21-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

Clasificación SUCS: GC

Estado: Remoldeado (D.S. = 2,015gr/cm³, w = 7,8%

PANEL FOTOGRAFICO



Nota: Los especímenes fueron remoldeados con una Densidad Seca = 2,015gr/cm³; humedad = 7,8%.
No se pudo remoldear con la Humedad = 9,2% por estar muy humedo.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Nº de muestra / Prof (m):	Mezcla(Desmonte de Mina) M-1_M-2 / Superficial	Nº Informe de Lab:	A
Descripción / Zona:	Desmonte de Mina	Nº de Proyecto:	1
Solicitado por:	LRS	Fecha:	21-abr-12
Ubicación:	Cerro de Pasco		

Clasificación SUCS: GP-GM

Estado : Remoldeado (M.D.S. = 2,250gr/cm³, O.C.H. = 8,6%)

Etapa de consolidación	Inicial	Final	Velocidad (pulg/min)	0,01
Altura (cm)	31,00	30,87	Parámetro "B"	0,95
Diámetro (cm)	15,15	14,98	Presión de celda kPa	607
Humedad (%)	4,60	9,54	Contra presión kPa	207
Densidad seca (gr/cc)	2,138	2,196	Esf. Efect. Inicial kPa	400

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	\bar{s}_3 kPa	\bar{s}_1 kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q} / \bar{p}	Oblicuidad (\bar{s}_1/\bar{s}_3)
0,00	0,00	0,00	400,00	400,00	400,00	0,00	0,00	1,00
0,05	80,39	4,77	395,23	475,62	435,42	40,19	0,09	1,20
0,10	167,94	13,30	386,70	554,64	470,67	83,97	0,18	1,43
0,20	290,56	34,79	365,21	655,77	510,49	145,28	0,28	1,80
0,35	448,16	65,03	334,97	783,13	559,05	224,08	0,40	2,34
0,50	572,43	92,98	307,02	879,46	593,24	286,22	0,48	2,86
0,75	708,98	128,67	271,33	980,31	625,82	354,49	0,57	3,61
1,00	767,34	150,18	249,82	1017,16	633,49	383,67	0,61	4,07
1,25	801,47	167,84	232,16	1033,63	632,90	400,73	0,63	4,45
1,50	804,75	175,11	224,89	1029,65	627,27	402,38	0,64	4,58
1,75	813,84	183,41	216,59	1030,43	623,51	406,92	0,65	4,76
2,00	821,82	186,93	213,07	1034,89	623,98	410,91	0,66	4,86
2,50	830,04	192,71	207,29	1037,33	622,31	415,02	0,67	5,00
3,00	835,45	196,66	203,34	1038,78	621,06	417,72	0,67	5,11
3,50	844,60	198,04	201,96	1046,55	624,25	422,30	0,68	5,18
4,00	860,31	197,86	202,14	1062,45	632,30	430,15	0,68	5,26
4,50	864,28	197,33	202,67	1066,95	634,81	432,14	0,68	5,26
5,00	872,08	195,92	204,08	1076,17	640,13	436,04	0,68	5,27
6,00	893,22	193,78	206,22	1099,44	652,83	446,61	0,68	5,33
7,00	924,47	189,46	210,54	1135,01	672,77	462,23	0,69	5,39
8,00	952,35	183,14	216,86	1169,21	693,03	476,17	0,69	5,39
9,00	967,39	177,52	222,48	1189,87	706,18	483,69	0,68	5,35
10,00	984,16	173,31	226,69	1210,85	718,77	492,08	0,68	5,34
11,00	1005,36	170,18	229,82	1235,18	732,50	502,68	0,69	5,37
12,00	1015,30	165,88	234,12	1249,42	741,77	507,65	0,68	5,34
13,00	1028,62	158,39	241,61	1270,24	755,92	514,31	0,68	5,26
14,00	1037,40	153,87	246,13	1283,53	764,83	518,70	0,68	5,21

Nota: Los especímenes fueron remoldeados al 95% de la Máxima Densidad Seca = 2,138gr/cm³, Humedad = 4,6%
 No se pudo remoldear con el Optimo Contenido Humeda = 8,8%, por ser muy Humedo.
 Los datos fueron proporcionados por el cliente.

Observaciones:
 Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.
 Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Fecha:
HEV	JCA	CSM	21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof (m): **Mezcla(Desmorte de Mina) M-1_M-2 / Superficial**

Nº Informe de Lab:

Descripción / Zona: **Desmorte de Mina**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

Fecha: **21-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Clasificación SUCS: **GP-GM**

Estado : Remoldeado (M.D.S. = 2,250gr/cm³, O.C.H. = 8,6%)

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	31,00	30,94
Diámetro (cm)	15,15	15,06
Humedad (%)	4,60	9,69
Densidad seca (gr/cc)	2,137	2,168

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,95
Presión de celda (kPa)	407
Contra presión (kPa)	207
Esf. Efect. Inicial (kPa)	200

Deformación (%)	Esf. Desv. (kPa)	μ (kPa)	s_3 (kPa)	s_1 (kPa)	\bar{p} (kPa)	\bar{q} (kPa)	\bar{q}/\bar{p}	Oblicuidad (s_1/s_3)
0,00	0,00	0,00	200,00	200,00	200,00	0,00	0,00	1,00
0,05	55,07	3,53	196,47	251,54	224,00	27,53	0,12	1,28
0,10	127,68	12,64	187,36	315,05	251,20	63,84	0,25	1,68
0,20	240,56	27,19	172,81	413,37	293,09	120,28	0,41	2,39
0,35	377,30	42,79	157,21	534,51	345,86	188,65	0,55	3,40
0,50	495,14	50,12	149,88	645,02	397,45	247,57	0,62	4,30
0,75	609,23	57,61	142,39	751,62	447,00	304,61	0,68	5,28
1,00	660,00	53,33	146,67	806,67	476,67	330,00	0,69	5,50
1,25	681,22	52,96	147,04	828,26	487,65	340,61	0,70	5,63
1,50	721,60	45,20	154,80	876,40	515,60	360,80	0,70	5,66
1,75	737,42	43,98	156,02	893,44	524,73	368,71	0,70	5,73
2,00	745,38	40,51	159,49	904,87	532,18	372,69	0,70	5,67
2,50	759,55	35,95	164,05	923,60	543,83	379,77	0,70	5,63
3,00	786,53	30,90	169,10	955,64	562,37	393,27	0,70	5,65
3,50	807,18	28,84	171,16	978,34	574,75	403,59	0,70	5,72
4,00	823,30	26,85	173,15	996,45	584,80	411,65	0,70	5,75
4,50	848,98	21,66	178,34	1027,32	602,83	424,49	0,70	5,76
5,00	847,13	19,01	180,99	1028,12	604,56	423,57	0,70	5,68
6,00	880,46	11,45	188,55	1069,01	628,78	440,23	0,70	5,67
7,00	904,54	3,24	196,76	1101,30	649,03	452,27	0,70	5,60
8,00	931,80	-5,46	205,46	1137,26	671,36	465,90	0,69	5,54
9,00	952,80	-12,66	212,66	1165,46	689,06	476,40	0,69	5,48
10,00	954,96	-18,74	218,74	1173,70	696,22	477,48	0,69	5,37
11,00	967,31	-23,26	223,26	1190,57	706,91	483,66	0,68	5,33
12,00	984,29	-29,18	229,18	1213,47	721,32	492,15	0,68	5,29
13,00	1004,08	-37,05	237,05	1241,13	739,09	502,04	0,68	5,24
14,00	1008,75	-41,77	241,77	1250,52	746,15	504,37	0,68	5,17

Nota: Los especímenes fueron remoldeados al 95% de la Máxima Densidad Seca = 2,138gr/cm³, Humedad = 4,6%

No se pudo remoldear con el Óptimo Contenido Humeda = 8,6%, por ser muy Humedo.

Los datos fueron proporcionados por el cliente.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación:

Bajo
 Medio
 Alto
 Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof (m): **Mezcla(Desmonte de Mina) M-1_M-2 / Superficial** Nº Informe de Lab:

Descripción / Zona: **Desmonte de Mina** Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS** Fecha: **21-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Clasificación SUCS: **GP-GM**

Estado : Remoldeado (M.D.S. = 2,250gr/cm³, O.C.H. = 8,6%)

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	31,00	30,97
Diámetro (cm)	15,15	15,09
Humedad (%)	4,60	10,24
Densidad seca (gr/cc)	2,136	2,155

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,95
Presión de celda kPa	307
Contra presión kPa	207
Esf. Efect. Inicial kPa	100

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	\bar{s}_3 kPa	\bar{s}_1 kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q}/\bar{p}	Oblicuidad (s_1/s_3)
0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	1,00
0,05	41,77	2,63	97,37	139,13	118,25	20,88	0,18	1,43
0,10	98,26	8,44	91,56	189,82	140,69	49,13	0,35	2,07
0,20	167,39	15,04	84,96	252,35	168,65	83,70	0,50	2,97
0,35	285,44	19,06	80,94	366,38	223,66	142,72	0,64	4,53
0,50	381,26	18,79	81,21	462,47	271,84	190,63	0,70	5,69
0,75	491,74	12,92	87,08	578,82	332,95	245,87	0,74	6,65
1,00	546,35	4,64	95,36	641,70	368,53	273,17	0,74	6,73
1,25	572,48	-2,35	102,35	674,82	388,59	286,24	0,74	6,59
1,50	606,65	-10,53	110,53	717,18	413,86	303,33	0,73	6,49
1,75	624,71	-14,96	114,96	739,67	427,31	312,35	0,73	6,43
2,00	639,66	-21,42	121,42	761,08	441,25	319,83	0,72	6,27
2,50	653,31	-30,16	130,16	783,47	456,82	326,66	0,72	6,02
3,00	666,76	-37,37	137,37	804,13	470,75	333,38	0,71	5,85
3,50	681,42	-43,17	143,17	824,59	483,88	340,71	0,70	5,76
4,00	692,36	-46,15	146,15	838,51	492,33	346,18	0,70	5,74
4,50	704,91	-49,78	149,78	854,69	502,24	352,46	0,70	5,71
5,00	714,26	-53,30	153,30	867,56	510,43	357,13	0,70	5,66
6,00	721,67	-57,46	157,46	879,14	518,30	360,84	0,70	5,58
7,00	738,59	-61,94	161,94	900,52	531,23	369,29	0,70	5,56
8,00	772,27	-68,54	168,54	940,81	554,68	386,13	0,70	5,58
9,00	783,99	-74,53	174,53	958,52	566,53	391,99	0,69	5,49
10,00	810,54	-79,65	179,65	990,18	584,91	405,27	0,69	5,51
11,00	830,45	-84,26	184,26	1014,71	599,48	415,22	0,69	5,51
12,00	842,71	-88,41	188,41	1031,12	609,76	421,36	0,69	5,47
13,00	841,51	-93,17	193,17	1034,68	613,93	420,76	0,69	5,36
14,00	813,88	-79,19	179,19	993,07	586,13	406,94	0,69	5,54

Nota: Los especímenes fueron remoldeados al 95% de la Máxima Densidad Seca = 2,138gr/cm³, Humedad = 4,6%
 No se pudo remoldear con el Optimo Contenido Humeda = 8,6%, por ser muy Humedo.
 Los datos fueron proporcionados por el cliente.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof (m): **Mezcla(Desmonte de Mina) M-1_M-2 / Superficial** Nº Informe de Lab:

Descripción / Zona: **Desmonte de Mina** Nº de Proyecto: **1**

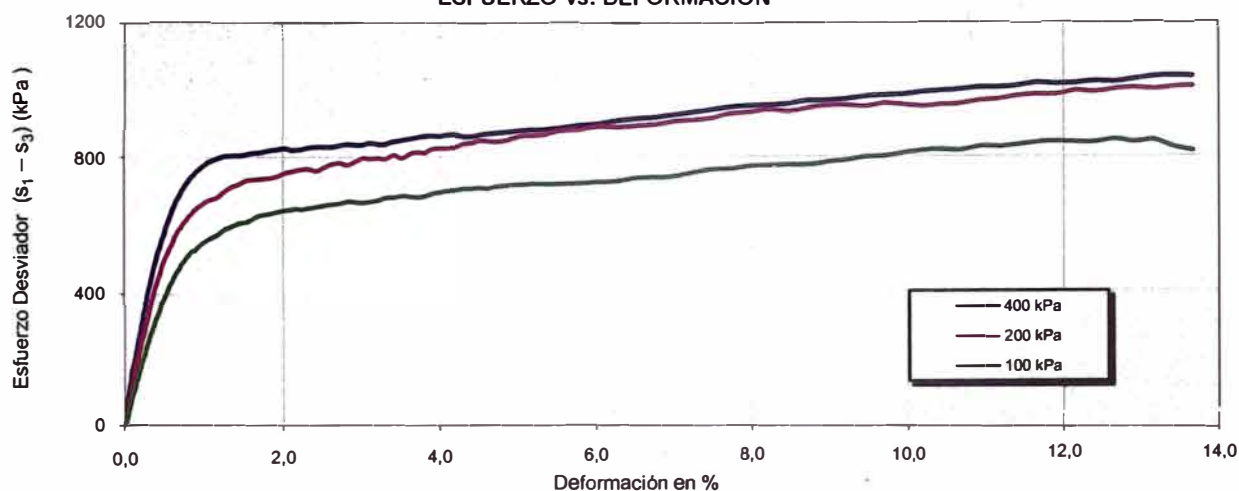
Solicitado por: **LRS** Fecha: **21-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

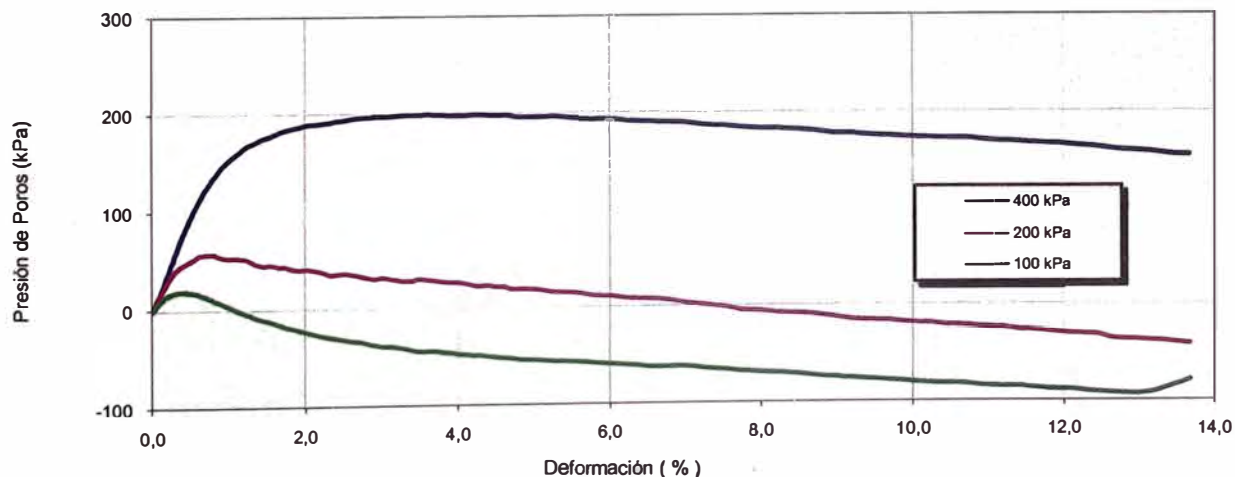
Clasificación SUCS: **GP-GM**

Estado : Remoldeado (M.D.S. = 2,250gr/cm³, O.C.H. = 8,6%)

ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN



PRESIÓN DE POROS vs. DEFORMACIÓN



Nota: Los especímenes fueron remoldeados al 95% de la Máxima Densidad Seca = 2,138gr/cm³, Humedad = 4,6%.
 No se pudo remoldear con el Optimo Contenido Humeda = 8,6%, por ser muy Humedo.
 Los datos fueron proporcionados por el cliente.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof (m): **Mezcla(Desmonte de Mina) M-1_M-2 / Superficial**

Nº Informe de Lab:

Descripción / Zona: **Desmonte de Mina**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

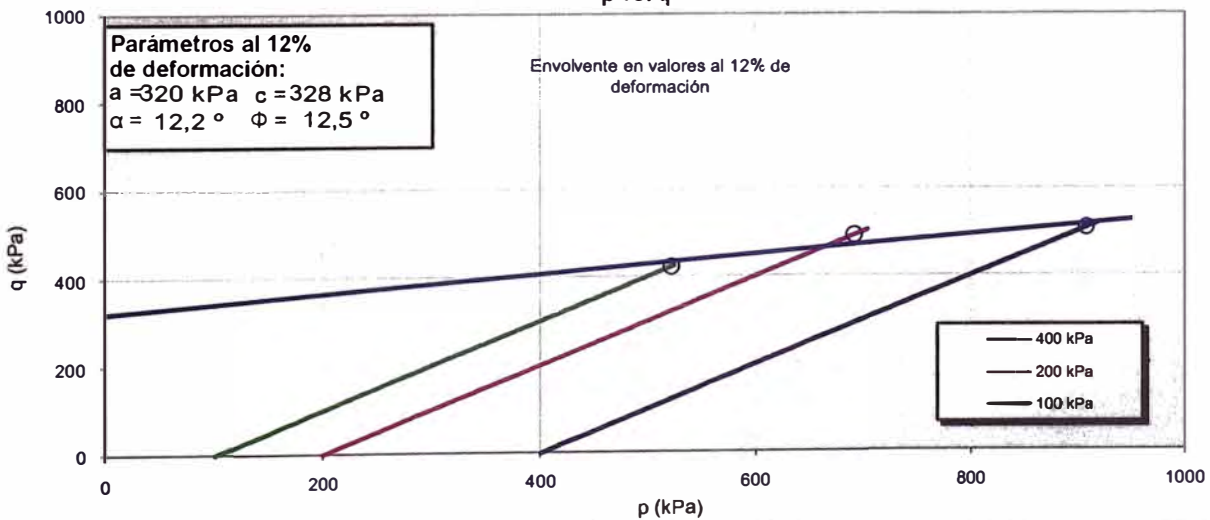
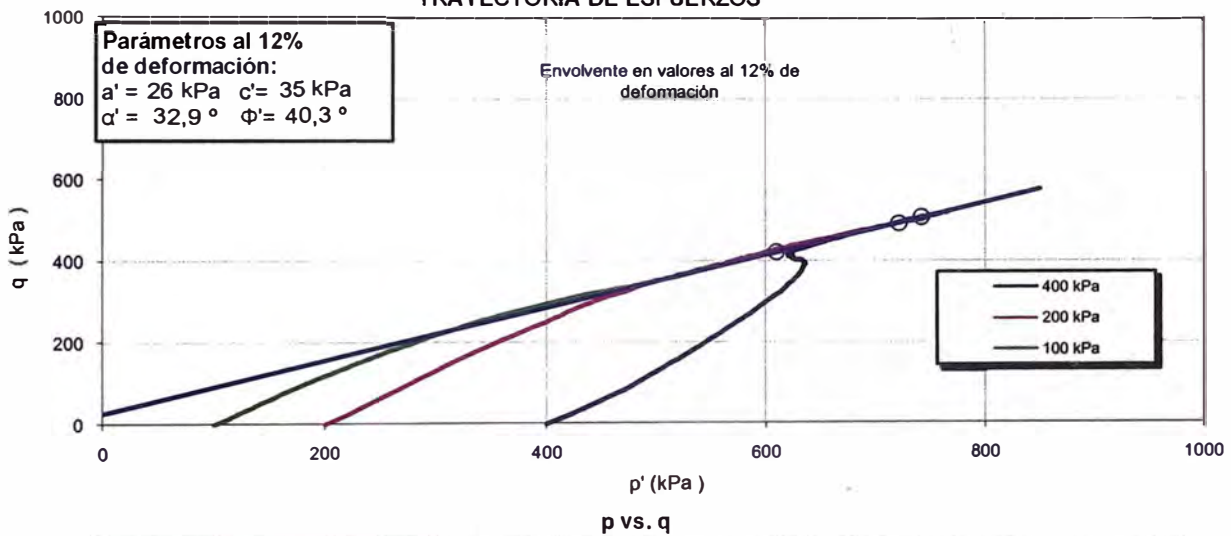
Fecha: **21-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Clasificación SUCS: **GP-GM**

Estado : **Remoldeado (M.D.S. = 2,250gr/cm³, O.C.H. = 8,6%)**

TRAYECTORIA DE ESFUERZOS



Nota: Los especímenes fueron remoldeados al 95% de la Máxima Densidad Seca = 2,138gr/cm³, Humedad = 4,6%. No se pudo remoldear con el Óptimo Contenido Humeda = 8,6%, por ser muy Humedo.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

HEV

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

LABORATORIO GEOTÉCNICO

ASTM - D4767

Nombre del Proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Nº de muestra / Prof (m):	Mezcla(Desmante de Mina) M-1_M-2 / Superficial	Nº Informe de Lab:	
Descripción / Zona:	Desmante de Mina	Nº de Proyecto:	1
Solicitado por:	LRS	Fecha:	21-abr-12
Ubicación:	Cerro de Pasco		

Clasificación SUCS: GP-GM

Estado : Remoldeado (M.D.S. = 2,250gr/cm³, O.C.H. = 8,6%)

PANEL FOTOGRAFICO



Nota: Los especímenes fueron remoldeados al 95% de la Máxima Densidad Seca = 2,138gr/cm³, Humedad = 4,6%
 No se pudo remoldear con el Optimo Contenido Humeda = 8,6%, por ser muy Humedo.
 Los datos fueron proporcionados por el cliente.

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Fecha:
HEV	JCA	CSM	21-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof.(m): PR-201 / M-1

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: Dique de depósito de relaves 2

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

Fecha: 23-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

Clasificación SUCS: SM

Estado: Inalterado

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	10,31	10,19
Diámetro (cm)	4,87	4,81
Humedad (%)	22,93	21,16
Densidad seca (gr/cc)	1,912	2,434

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,97
Presión de celda kPa	676
Contra presión kPa	276
Esf. Efect. Inicial kPa	400

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	\bar{s}_3 kPa	\bar{s}_1 kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q} / \bar{p}	Oblicuidad (\bar{s}_1/\bar{s}_3)
0,00	0,00	0,00	400,00	400,00	400,00	0,00	0,00	1,00
0,05	34,20	15,86	384,14	418,34	401,24	17,10	0,04	1,09
0,10	88,38	36,54	363,46	451,83	407,65	44,19	0,11	1,24
0,20	173,65	80,67	319,33	492,98	406,16	86,82	0,21	1,54
0,35	260,08	137,90	262,10	522,19	392,15	130,04	0,33	1,99
0,50	300,54	170,99	229,01	529,55	379,28	150,27	0,40	2,31
0,75	370,12	208,22	191,78	561,90	376,84	185,06	0,49	2,93
1,00	416,37	221,32	178,68	595,05	386,86	208,18	0,54	3,33
1,25	468,16	224,77	175,23	643,40	409,31	234,08	0,57	3,67
1,50	491,77	226,84	173,16	664,94	419,05	245,89	0,59	3,84
1,75	527,98	222,70	177,30	705,28	441,29	263,99	0,60	3,98
2,00	578,85	214,43	185,57	764,42	475,00	289,42	0,61	4,12
2,50	639,03	202,02	197,98	837,02	517,50	319,52	0,62	4,23
3,00	718,01	186,16	213,84	931,85	572,85	359,01	0,63	4,36
3,50	822,55	163,41	236,59	1059,15	647,87	411,28	0,63	4,48
4,00	912,84	137,90	262,10	1174,94	718,52	456,42	0,64	4,48
4,50	970,86	121,35	278,65	1249,51	764,08	485,43	0,64	4,48
5,00	1085,80	91,70	308,30	1394,10	851,20	542,90	0,64	4,52
6,00	1214,96	55,16	344,84	1559,80	952,32	607,48	0,64	4,52
7,00	1377,26	6,21	393,79	1771,05	1082,42	688,63	0,64	4,50
8,00	1529,72	-41,37	441,37	1971,09	1206,23	764,86	0,63	4,47
9,00	1675,43	-89,63	489,63	2165,06	1327,35	837,72	0,63	4,42
10,00	1797,34	-135,14	535,14	2332,48	1433,81	898,67	0,63	4,36
11,00	1917,66	-177,88	577,88	2495,54	1536,71	958,83	0,62	4,32
12,00	2013,96	-215,81	615,81	2629,76	1622,79	1006,98	0,62	4,27
13,00	2096,74	-250,28	650,28	2747,02	1698,65	1048,37	0,62	4,22
14,00	2139,05	-271,65	671,65	2810,70	1741,18	1069,53	0,61	4,18
15,00	2168,81	-285,44	685,44	2854,25	1769,85	1084,40	0,61	4,16

Nota: Muestra inalterada

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

23-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof.(m): PR-201 / M-1

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: Dique de depósito de relaves 2

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

Fecha: 23-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

Clasificación SUCS: SM

Estado: Inalterado

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	10,36	10,00
Diámetro (cm)	4,98	4,97
Humedad (%)	18,11	21,10
Densidad seca (gr/cc)	1,871	2,300

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,97
Presión de celda kPa	476
Contra presión kPa	276
Esf. Efect. Inicial kPa	200

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	\bar{s}_3 kPa	\bar{s}_1 kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q} / \bar{p}	Oblicuidad (\bar{s}_1/\bar{s}_3)
0,00	0,00	0,00	200,00	200,00	200,00	0,00	0,00	1,00
0,05	26,60	15,17	184,83	211,43	198,13	13,30	0,07	1,14
0,10	46,52	24,82	175,18	221,70	198,44	23,26	0,12	1,27
0,20	100,50	55,16	144,84	245,35	195,09	50,25	0,26	1,69
0,35	136,01	75,84	124,16	260,17	192,17	68,01	0,35	2,10
0,50	166,40	90,32	109,68	276,07	192,88	83,20	0,43	2,52
0,75	204,23	101,35	98,65	302,88	200,76	102,11	0,51	3,07
1,00	234,37	103,42	96,58	330,95	213,77	117,19	0,55	3,43
1,25	267,76	102,04	97,96	365,72	231,84	133,88	0,58	3,73
1,50	308,89	97,91	102,09	410,98	256,54	154,44	0,60	4,03
1,75	336,27	93,08	106,92	443,20	275,06	168,14	0,61	4,15
2,00	371,61	86,18	113,82	485,43	299,62	185,81	0,62	4,27
2,50	439,72	75,15	124,85	564,57	344,71	219,86	0,64	4,52
3,00	512,24	56,54	143,46	655,70	399,58	256,12	0,64	4,57
3,50	592,39	37,92	162,08	754,47	458,27	296,19	0,65	4,65
4,00	734,45	18,62	181,38	915,83	548,61	367,22	0,67	5,05
4,50	749,02	-2,07	202,07	951,09	576,58	374,51	0,65	4,71
5,00	832,05	-24,13	224,13	1056,19	640,16	416,03	0,65	4,71
6,00	981,79	-66,19	266,19	1247,98	757,08	490,89	0,65	4,69
7,00	1128,36	-111,70	311,70	1440,06	875,88	564,18	0,64	4,62
8,00	1257,63	-156,51	356,51	1614,14	985,33	628,82	0,64	4,53
9,00	1350,84	-207,53	407,53	1758,38	1082,95	675,42	0,62	4,31
10,00	1356,23	-244,76	444,76	1801,00	1122,88	678,12	0,60	4,05
11,00	1335,45	-254,42	454,42	1789,86	1122,14	667,72	0,60	3,94
12,00	1327,71	-253,73	453,73	1781,44	1117,58	663,85	0,59	3,93
13,00	1317,61	-251,66	451,66	1769,27	1110,46	658,81	0,59	3,92
14,00	1287,67	-246,83	446,83	1734,50	1090,67	643,83	0,59	3,88
15,00	1256,12	-236,49	436,49	1692,61	1064,55	628,06	0,59	3,88

Nota: Muestra inalterada

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

23-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof.(m): **PR-201 / M-1**

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: **Dique de depósito de relaves 2**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

Fecha: **23-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Clasificación SUCS: **SM**

Estado: **Inalterado**

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	10,28	10,22
Diámetro (cm)	4,81	4,78
Humedad (%)	22,85	23,89
Densidad seca (gr/cc)	1,815	2,269

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,97
Presión de celda kPa	376
Contra presión kPa	276
Esf. Efect. Inicial kPa	100

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	\bar{s}_3 kPa	\bar{s}_1 kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q} / \bar{p}	Oblicuidad (\bar{s}_1/\bar{s}_3)
0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	1,00
0,05	20,05	8,27	91,73	111,78	101,75	10,02	0,10	1,22
0,10	52,45	15,86	84,14	136,59	110,37	26,22	0,24	1,62
0,20	80,32	24,82	75,18	155,50	115,34	40,16	0,35	2,07
0,35	117,71	34,47	65,53	183,24	124,38	58,86	0,47	2,80
0,50	142,43	37,92	62,08	204,50	133,29	71,21	0,53	3,29
0,75	174,76	38,61	61,39	236,15	148,77	87,38	0,59	3,85
1,00	205,21	35,85	64,15	269,36	166,75	102,60	0,62	4,20
1,25	234,53	31,72	68,28	302,81	185,55	117,26	0,63	4,43
1,50	263,94	26,89	73,11	337,05	205,08	131,97	0,64	4,61
1,75	301,22	20,68	79,32	380,54	229,93	150,61	0,66	4,80
2,00	325,45	15,17	84,83	410,29	247,56	162,73	0,66	4,84
2,50	384,40	2,07	97,93	482,33	290,13	192,20	0,66	4,93
3,00	447,05	-11,72	111,72	558,77	335,24	223,52	0,67	5,00
3,50	514,76	-26,89	126,89	641,65	384,27	257,38	0,67	5,06
4,00	577,71	-42,06	142,06	719,77	430,92	288,86	0,67	5,07
4,50	681,37	-66,19	166,19	847,56	506,87	340,68	0,67	5,10
5,00	730,97	-79,29	179,29	910,26	544,78	365,49	0,67	5,08
6,00	859,23	-112,38	212,38	1071,61	642,00	429,61	0,67	5,05
7,00	973,53	-143,41	243,41	1216,94	730,18	486,77	0,67	5,00
8,00	1096,81	-178,57	278,57	1375,38	826,98	548,40	0,66	4,94
9,00	1244,44	-222,70	322,70	1567,14	944,92	622,22	0,66	4,86
10,00	1312,78	-246,14	346,14	1658,93	1002,54	656,39	0,65	4,79
11,00	1402,23	-276,48	376,48	1778,71	1077,59	701,12	0,65	4,72
12,00	1436,82	-291,65	391,65	1828,46	1110,06	718,41	0,65	4,67
13,00	1443,97	-308,20	408,20	1852,17	1130,18	721,99	0,64	4,54
14,00	1435,68	-312,33	412,33	1848,01	1130,17	717,84	0,64	4,48
15,00	1429,51	-315,09	415,09	1844,60	1129,85	714,76	0,63	4,44

Nota: Muestra inalterada

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

23-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof.(m): PR-201 / M-1

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: Dique de depósito de relaves 2

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

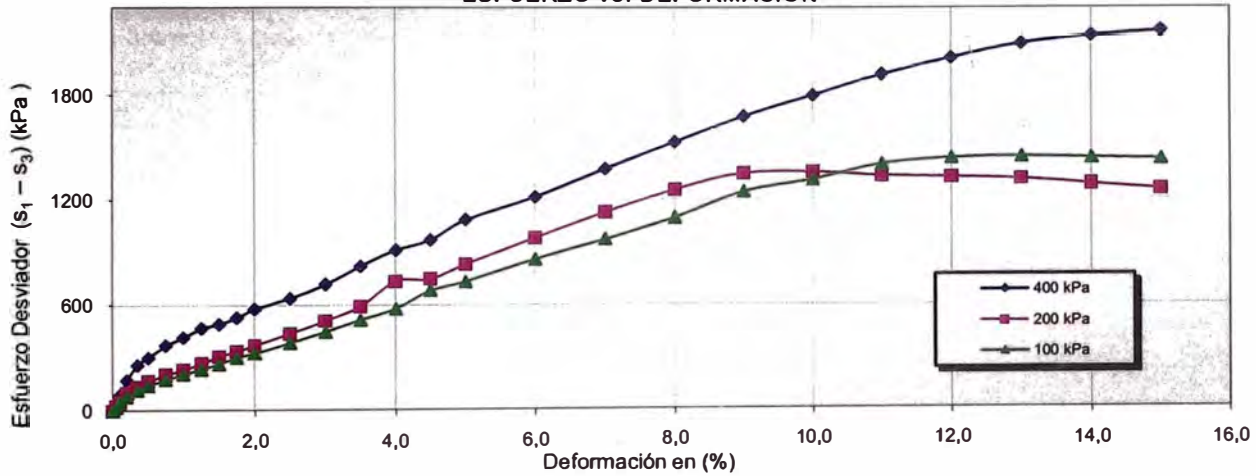
Fecha: 23-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

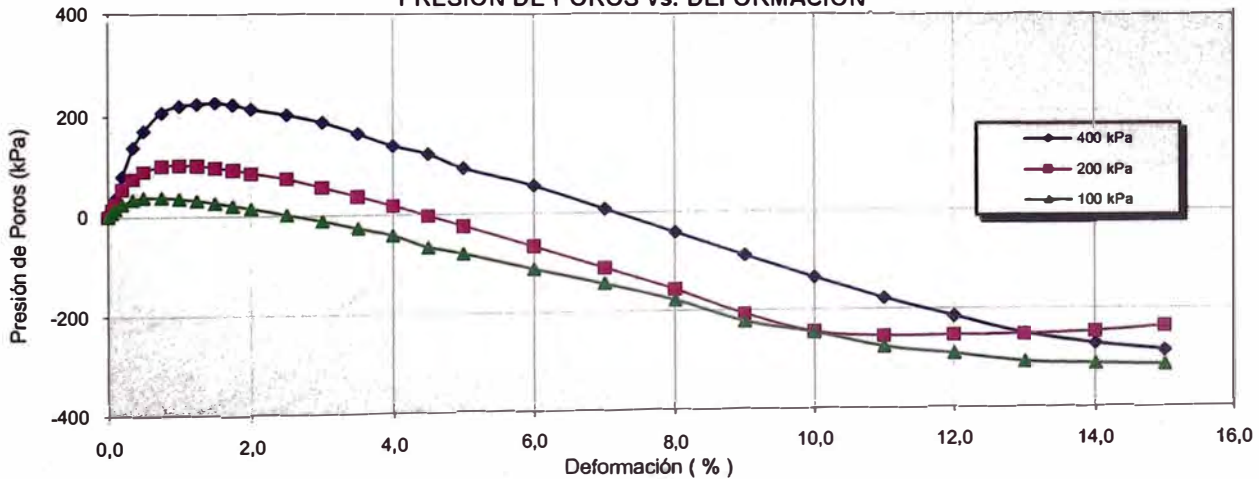
Clasificación SUCS: SM

Estado: Inalterado

ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN



PRESIÓN DE POROS vs. DEFORMACIÓN



Nota: Muestra inalterada

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

23-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof.(m): PR-201 / M-1

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: Dique de depósito de relaves 2

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

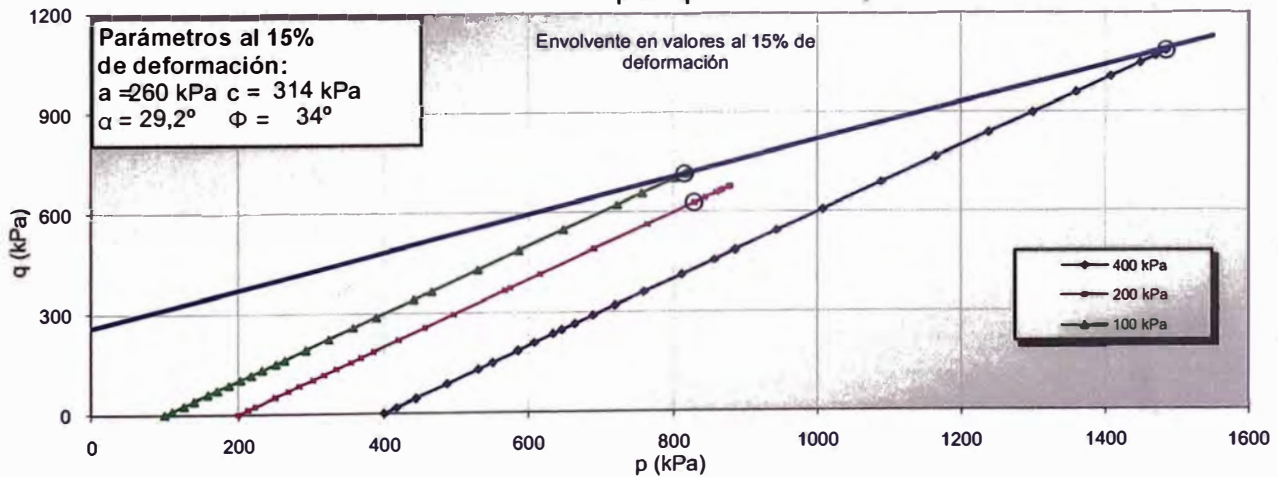
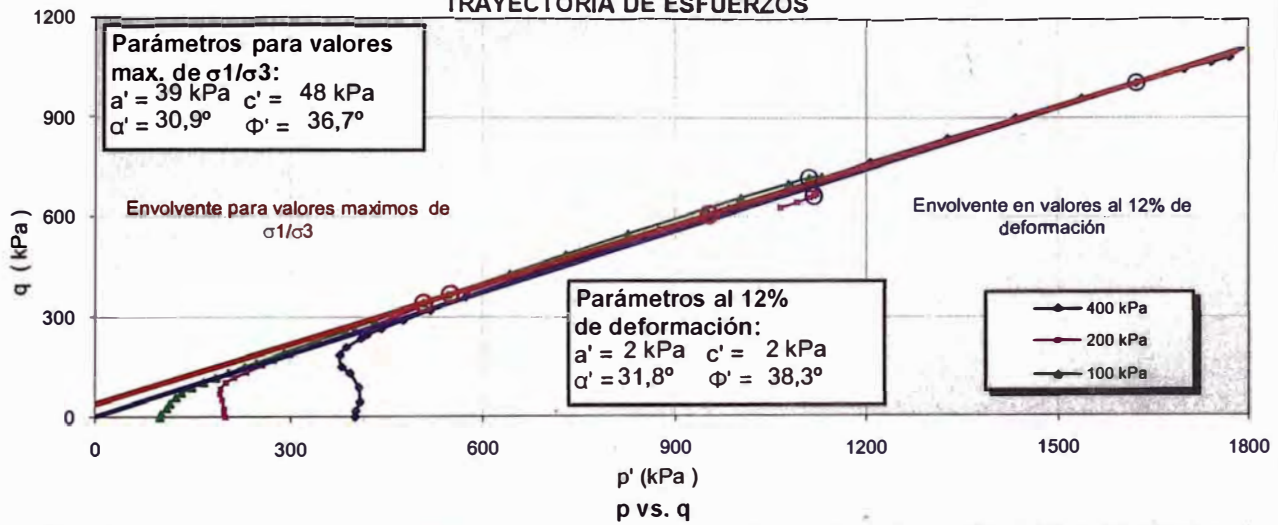
Fecha: 23-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

Clasificación SUCS: SM

Estado: Inalterado

TRAYECTORIA DE ESFUERZOS



Nota: Muestra inalterada

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación:

Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

23-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

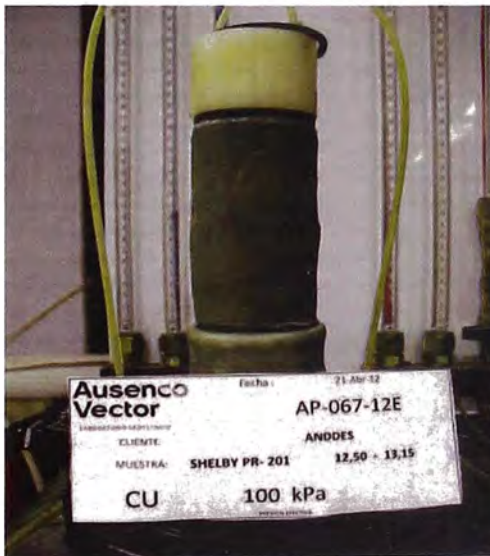
ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Nº de muestra / Prof.(m):	PR-201 / M-1	Nº Informe de Lab:	
Cantera / Zona:	Dique de depósito de relaves 2	Nº de Proyecto:	1
Solicitado por:	LRS	Fecha:	23-abr-12
Ubicación:	Cerro de Pasco		

Clasificación SUCS: SM

Estado: Inalterado
PANEL FOTOGRAFICO



Nota: Muestra inalterada

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por: TBP Ingresado por: JCA Revisado por: CSM Fecha: 23-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof.(m): **PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40**

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: **Depósito de Relaves 3**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

Fecha: **24-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Clasificación SUCS: **CL**

Estado: **Inalterado**

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	13,24	12,21
Diámetro (cm)	6,18	5,87
Humedad (%)	42,44	27,89
Densidad seca (gr/cc)	1,431	2,451

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,97
Presión de celda kPa	676
Contra presión kPa	276
Esf. Efect. Inicial kPa	400

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	\bar{s}_3 kPa	\bar{s}_1 kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q} / \bar{p}	Oblicuidad (s_1/s_3)
0,00	0,00	0,00	400,00	400,00	400,00	0,00	0,00	1,00
0,05	30,58	30,34	369,66	400,25	384,95	15,29	0,04	1,08
0,10	69,85	57,92	342,08	411,93	377,01	34,92	0,09	1,20
0,20	102,61	93,77	306,23	408,85	357,54	51,31	0,14	1,34
0,35	129,51	133,07	266,93	396,44	331,69	64,75	0,20	1,49
0,50	146,50	159,27	240,73	387,23	313,98	73,25	0,23	1,61
0,75	163,28	188,92	211,08	374,36	292,72	81,64	0,28	1,77
1,00	173,78	208,22	191,78	365,56	278,67	86,89	0,31	1,91
1,25	181,46	224,08	175,92	357,38	266,65	90,73	0,34	2,03
1,50	188,62	235,11	164,89	353,51	259,20	94,31	0,36	2,14
1,75	193,80	243,38	156,62	350,41	253,51	96,90	0,38	2,24
2,00	197,66	250,28	149,72	347,38	248,55	98,83	0,40	2,32
2,50	204,51	261,31	138,69	343,20	240,94	102,25	0,42	2,47
3,00	211,44	268,90	131,10	342,54	236,82	105,72	0,45	2,61
3,50	217,65	274,41	125,59	343,24	234,41	108,83	0,46	2,73
4,00	223,79	278,55	121,45	345,24	233,35	111,89	0,48	2,84
4,50	230,79	281,31	118,69	349,49	234,09	115,40	0,49	2,94
5,00	234,58	283,37	116,63	351,21	233,92	117,29	0,50	3,01
6,00	244,95	286,13	113,87	358,82	236,34	122,48	0,52	3,15
7,00	254,74	286,82	113,18	367,92	240,55	127,37	0,53	3,25
8,00	265,17	286,82	113,18	378,34	245,76	132,58	0,54	3,34
9,00	273,81	285,44	114,56	388,37	251,46	136,91	0,54	3,39
10,00	281,46	284,06	115,94	397,40	256,67	140,73	0,55	3,43
11,00	288,58	281,31	118,69	407,28	262,99	144,29	0,55	3,43
12,00	296,20	280,62	119,38	415,58	267,48	148,10	0,55	3,48
13,00	302,71	277,86	122,14	424,85	273,50	151,35	0,55	3,48
14,00	308,28	275,79	124,21	432,49	278,35	154,14	0,55	3,48
15,00	313,23	273,03	126,97	440,20	283,58	156,61	0,55	3,47

Nota:

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

24-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: **Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.**

Cliente: **Pan American Silver S.A.**

Nº de muestra / Prof.(m): **PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40**

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: **Depósito de Relaves 3**

Nº de Proyecto: **1**

Solicitado por: **LRS**

Fecha: **24-abr-12**

Ubicación: **Cerro de Pasco**

Clasificación SUCS: **CL**

Estado: **Inalterado**

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	13,77	13,36
Diámetro (cm)	6,05	6,03
Humedad (%)	31,72	30,27
Densidad seca (gr/cc)	1,519	2,079

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,97
Presión de celda kPa	476
Contra presión kPa	276
Esf. Efect. Inicial kPa	200

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	s_s kPa	s_i kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q} / \bar{p}	Oblicuidad (s_i/s_s)
0,00	0,00	0,00	200,00	200,00	200,00	0,00	0,00	1,00
0,05	40,38	24,82	175,18	215,56	195,37	20,19	0,10	1,23
0,10	59,69	37,92	162,08	221,77	191,92	29,84	0,16	1,37
0,20	90,45	64,81	135,19	225,64	180,42	45,23	0,25	1,67
0,35	103,07	80,32	119,68	222,74	171,21	51,53	0,30	1,86
0,50	115,64	95,84	104,16	219,80	161,98	57,82	0,36	2,11
0,75	124,02	107,56	92,44	216,46	154,45	62,01	0,40	2,34
1,00	131,89	117,90	82,10	213,99	148,05	65,95	0,45	2,61
1,25	136,64	124,80	75,20	211,85	143,53	68,32	0,48	2,82
1,50	138,91	128,24	71,76	210,67	141,21	69,45	0,49	2,94
1,75	141,47	131,69	68,31	209,78	139,04	70,73	0,51	3,07
2,00	144,01	134,45	65,55	209,56	137,56	72,01	0,52	3,20
2,50	147,54	137,21	62,79	210,33	136,56	73,77	0,54	3,35
3,00	148,90	138,58	61,42	210,31	135,86	74,45	0,55	3,42
3,50	152,35	141,34	58,66	211,00	134,83	76,17	0,56	3,60
4,00	156,20	142,03	57,97	214,17	136,07	78,10	0,57	3,69
4,50	157,77	142,72	57,28	215,05	136,16	78,88	0,58	3,75
5,10	161,23	143,41	56,59	217,82	137,20	80,61	0,59	3,85
6,00	164,97	143,41	56,59	221,56	139,07	82,48	0,59	3,92
7,00	169,74	143,41	56,59	226,33	141,46	84,87	0,60	4,00
8,00	173,08	142,72	57,28	230,36	143,82	86,54	0,60	4,02
9,00	176,31	142,03	57,97	234,28	146,12	88,16	0,60	4,04
10,00	179,43	140,65	59,35	238,78	149,06	89,72	0,60	4,02
11,00	181,32	139,96	60,04	241,36	150,70	90,66	0,60	4,02
12,00	180,93	139,27	60,73	241,66	151,19	90,47	0,60	3,98
13,00	181,46	137,90	62,10	243,56	152,83	90,73	0,59	3,92
14,00	181,92	137,21	62,79	244,71	153,75	90,96	0,59	3,90
15,00	181,79	136,52	63,48	245,28	154,38	90,90	0,59	3,86

Nota:

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

24-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof.(m): PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: Depósito de Relaves 3

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

Fecha: 24-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

Clasificación SUCS: CL

Estado: Inalterado

Etapa de consolidación	Inicial	Final
Altura (cm)	13,77	13,41
Diámetro (cm)	6,05	5,92
Humedad (%)	31,72	30,27
Densidad seca (gr/cc)	1,519	2,149

Velocidad (pulg/min)	0,01
Parámetro "B"	0,97
Presión de celda kPa	376
Contra presión kPa	276
Esf. Efect. Inicial kPa	100

Deformación (%)	Esf. Desv. kPa	μ kPa	\bar{s}_3 kPa	\bar{s}_1 kPa	\bar{p} kPa	\bar{q} kPa	\bar{q} / \bar{p}	Oblicuidad (s_1/s_3)
0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	1,00
0,05	23,77	15,86	84,14	107,92	96,03	11,89	0,12	1,28
0,10	31,36	22,06	77,94	109,30	93,62	15,68	0,17	1,40
0,20	41,83	34,47	65,53	107,35	86,44	20,91	0,24	1,64
0,35	47,89	42,75	57,25	105,14	81,20	23,94	0,29	1,84
0,50	51,52	48,95	51,05	102,57	76,81	25,76	0,34	2,01
0,75	56,37	55,85	44,15	100,52	72,34	28,18	0,39	2,28
1,00	59,27	59,98	40,02	99,29	69,65	29,64	0,43	2,48
1,25	61,36	63,43	36,57	97,93	67,25	30,68	0,46	2,68
1,50	64,23	65,50	34,50	98,73	66,62	32,12	0,48	2,86
1,75	65,50	66,88	33,12	98,62	65,87	32,75	0,50	2,98
2,00	67,39	68,26	31,74	99,14	65,44	33,70	0,51	3,12
2,50	69,73	69,64	30,36	100,10	65,23	34,87	0,53	3,30
3,00	73,30	71,02	28,98	102,28	65,63	36,65	0,56	3,53
3,50	74,51	72,39	27,61	102,12	64,86	37,26	0,57	3,70
4,00	76,58	73,77	26,23	102,81	64,52	38,29	0,59	3,92
4,50	78,63	75,15	24,85	103,47	64,16	39,31	0,61	4,16
5,00	80,64	76,53	23,47	104,11	63,79	40,32	0,63	4,44
6,00	82,20	77,91	22,09	104,29	63,19	41,10	0,65	4,72
7,00	83,70	79,29	20,71	104,41	62,56	41,85	0,67	5,04
8,00	85,15	80,67	19,33	104,48	61,91	42,58	0,69	5,40
9,00	86,55	82,05	17,95	104,51	61,23	43,28	0,71	5,82
10,00	87,90	83,43	16,57	104,48	60,52	43,95	0,73	6,30
11,00	89,20	84,81	15,19	104,40	59,80	44,60	0,75	6,87
12,00	90,45	86,18	13,82	104,26	59,04	45,22	0,77	7,55
13,00	91,65	87,56	12,44	104,08	58,26	45,82	0,79	8,37
14,00	92,79	88,94	11,06	103,85	57,45	46,40	0,81	9,39
15,00	93,88	90,32	9,68	103,56	56,62	46,94	0,83	10,70
16,00	94,93	91,70	8,30	103,23	55,76	47,46	0,85	12,44

Nota:

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

24-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof.(m): PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: Depósito de Relaves 3

Nº de Proyecto: 1

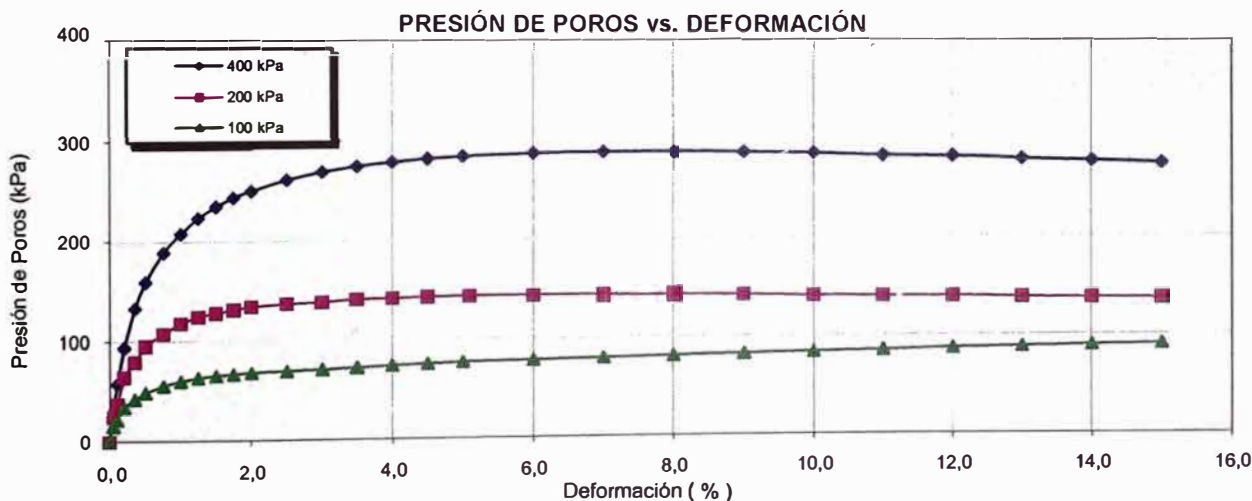
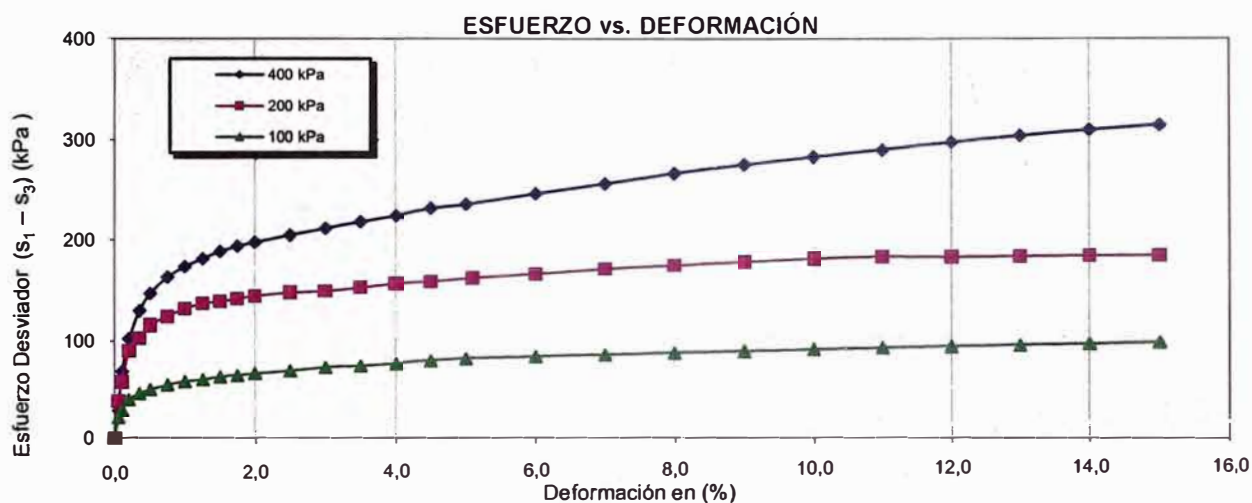
Solicitado por: LRS

Fecha: 24-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

Clasificación SUCS: CL

Estado: Inalterado



Nota:

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación:

Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

24-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A

Nº de muestra / Prof.(m): PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: Depósito de Relaves 3

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

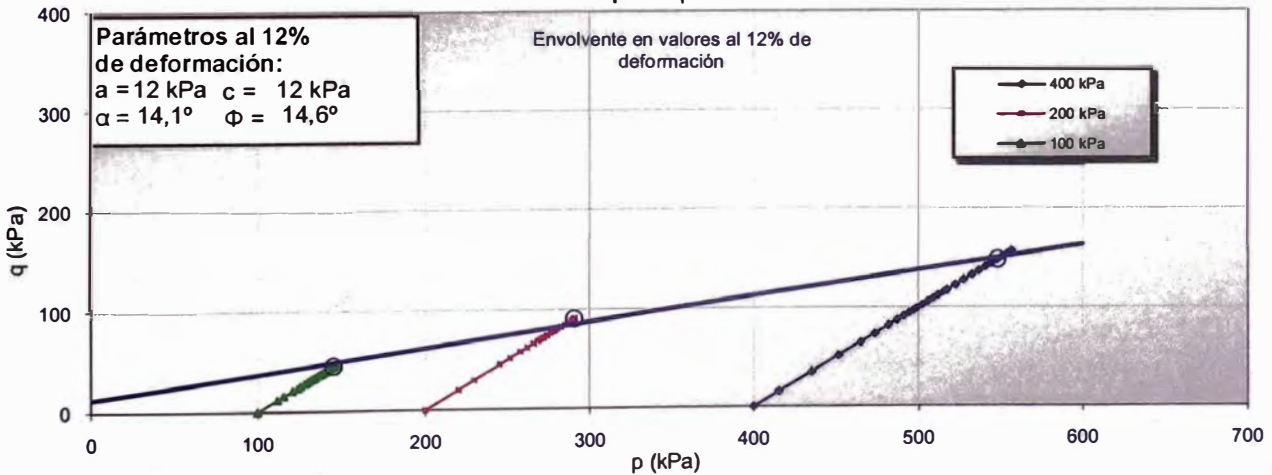
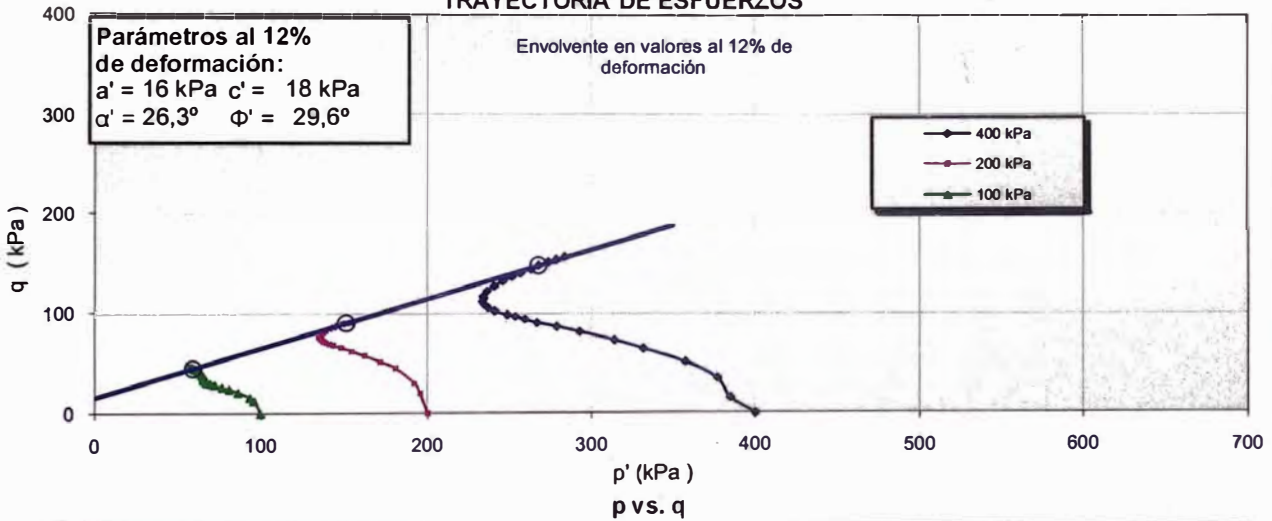
Fecha: 24-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

Clasificación SUCS: CL

Estado: Inalterado

TRAYECTORIA DE ESFUERZOS



Nota:

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación: Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

24-abr-12

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

ASTM - D4767

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.

Cliente: Pan American Silver S.A.

Nº de muestra / Prof.(m): PR-301 / M-5 / 7,75 - 8,40

Nº Informe de Lab:

Cantera / Zona: Depósito de Relaves 3

Nº de Proyecto: 1

Solicitado por: LRS

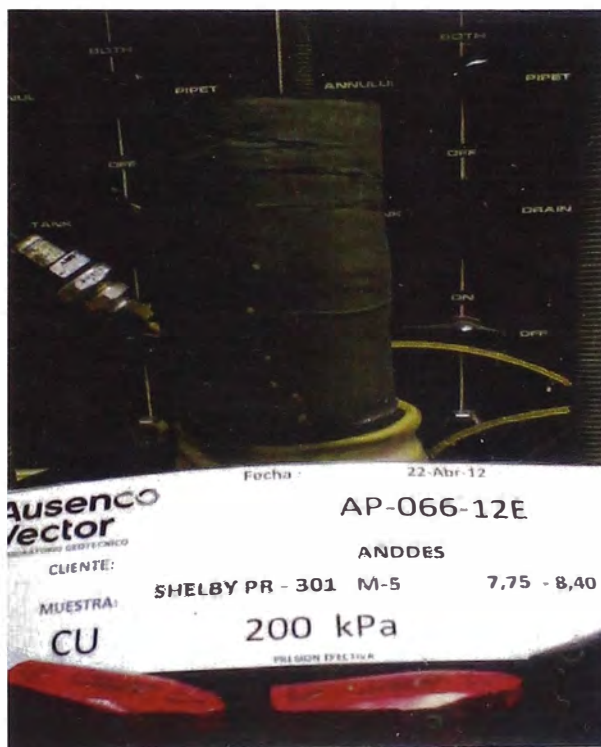
Fecha: 24-abr-12

Ubicación: Cerro de Pasco

Clasificación SUCS: CL

Estado: Inalterado

PANEL FOTOGRAFICO



Nota:

Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados podrían ser reinterpretados en caso ser considerado pertinente por un profesional competente en geotecnia.

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Grado de compactación:

Bajo Medio Alto Elevado

Realizado por:

TBP

Ingresado por:

JCA

Revisado por:

CSM

Fecha:

24-abr-12

Consolidación



ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FÍSICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG12-093
Solicitante : ANDES ASOCIADOS S. A. C.
Proyecto : Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1, 2 y 3

Fecha : Abril, 2012

Ubicación : Cerro de Pasco, Dpto. Pasco

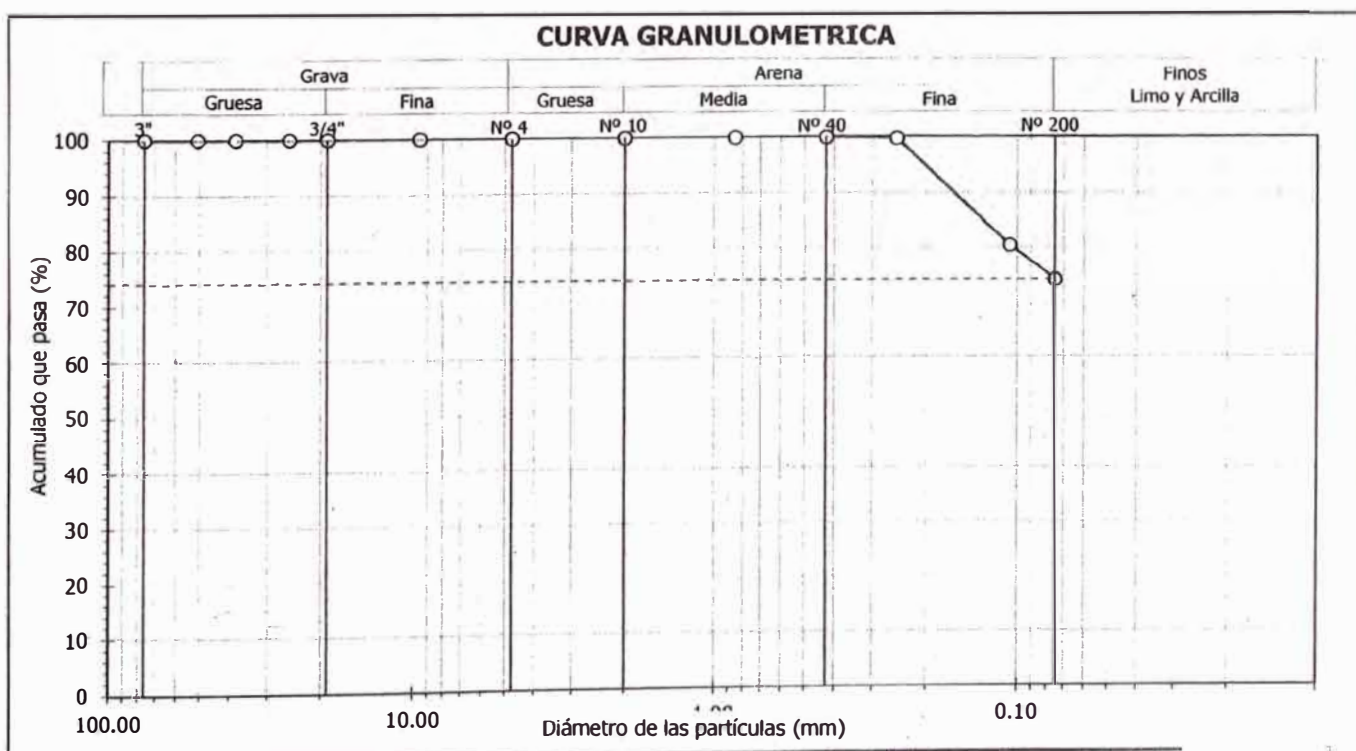
Sondaje : PR - 301
Muestra : M - 03
Profundidad (m) : 4.00 - 4.65

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
¾"	19.050	100.0
3/8"	9.525	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 10	2.000	100.0
Nº 20	0.850	100.0
Nº 40	0.425	100.0
Nº 60	0.250	99.8
Nº 140	0.106	80.3
Nº 200	0.075	74.0

Contenido de humedad		(%)	26.4
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	21
	Límite Plástico	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)		---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)		---
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"]	(%)	0.0
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4]	(%)	26.0
	Finos [ϕ < Nº 200]	(%)	74.0

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-4 (0)	ML. Limo con arena



Observación : La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.



CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL (ASTM-D2435)

INFORME : LG12-093
SOLICITANTE : ANDDES ASOCIADOS S. A. C.
PROYECTO : Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1, 2 y 3

Fecha : Abril, 2012

UBICACION : Cerro de Pasco, Dpto. Pasco

Sondaje : PR - 301
Muestra : M - 03
Profundidad (m) : 4.00 - 4.65

Hoja : 1 de 3
Estado : Inalterado
SUCS : ML

DATOS DEL ESPECIMEN		
Altura	(cm)	1.89
Diámetro	(cm)	6.00
Gravedad de Sólidos (G _s)		3.02

Humedad inicial	(%)	24.0
Humedad final	(%)	20.4
Saturación inicial	(%)	98.6
Saturación final	(%)	99.7

ETAPA DE CARGA									
Carga Aplicada (kg/cm ²)	Lectura Final (mm)	Asent. (mm)	Final (mm)	Altura Promedio (mm)	Drenada (mm)	Densidad Seca (g/cm ³)	Relación de Vacíos (e)	Deform. Vertical (%)	Coefic. de consolid. (cm ² /min)
0.00	8.948	0.000	18.900	18.900	9.450	1.739	0.734	0.00	---
0.05	8.872	0.076	18.824	18.862	9.431	1.746	0.727	0.40	1.57
0.10	8.791	0.157	18.743	18.784	9.392	1.753	0.720	0.83	0.51
0.20	8.698	0.250	18.650	18.697	9.348	1.762	0.711	1.32	0.91
0.40	8.538	0.410	18.490	18.570	9.285	1.777	0.697	2.17	0.94
0.80	8.395	0.553	18.347	18.419	9.209	1.791	0.683	2.93	1.02
1.60	8.181	0.767	18.133	18.240	9.120	1.812	0.664	4.06	0.86
3.20	7.922	1.026	17.874	18.004	9.002	1.838	0.640	5.43	0.80
6.40	7.657	1.291	17.609	17.742	8.871	1.866	0.616	6.83	0.69

ETAPA DE DESCARGA									
Carga Aplicada (kg/cm ²)	Lectura Final (mm)	Asent. (mm)	Final (mm)	Altura Promedio (mm)	Drenada (mm)	Densidad Seca (g/cm ³)	Relación de Vacíos (e)	Deform. Vertical (%)	Coefic. de consolid. (cm ² /min)
6.40	7.657	1.291	17.609	17.609	8.805	1.866	0.616	6.83	---
3.20	7.720	1.228	17.672	16.995	8.498	1.859	0.622	6.50	---
1.60	7.749	1.199	17.701	17.041	8.521	1.856	0.624	6.34	---
0.80	7.779	1.169	17.731	17.071	8.535	1.853	0.627	6.19	---
0.40	7.822	1.126	17.774	17.107	8.554	1.849	0.631	5.96	---
0.20	7.871	1.077	17.823	17.153	8.577	1.844	0.635	5.70	---
0.10	7.900	1.048	17.852	17.192	8.596	1.841	0.638	5.54	---

Observaciones : La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante.



CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL
(ASTM-D2435)

INFORME : LG12-093
SOLICITANTE : ANDES ASOCIADOS S. A. C.
PROYECTO : Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1, 2 y 3

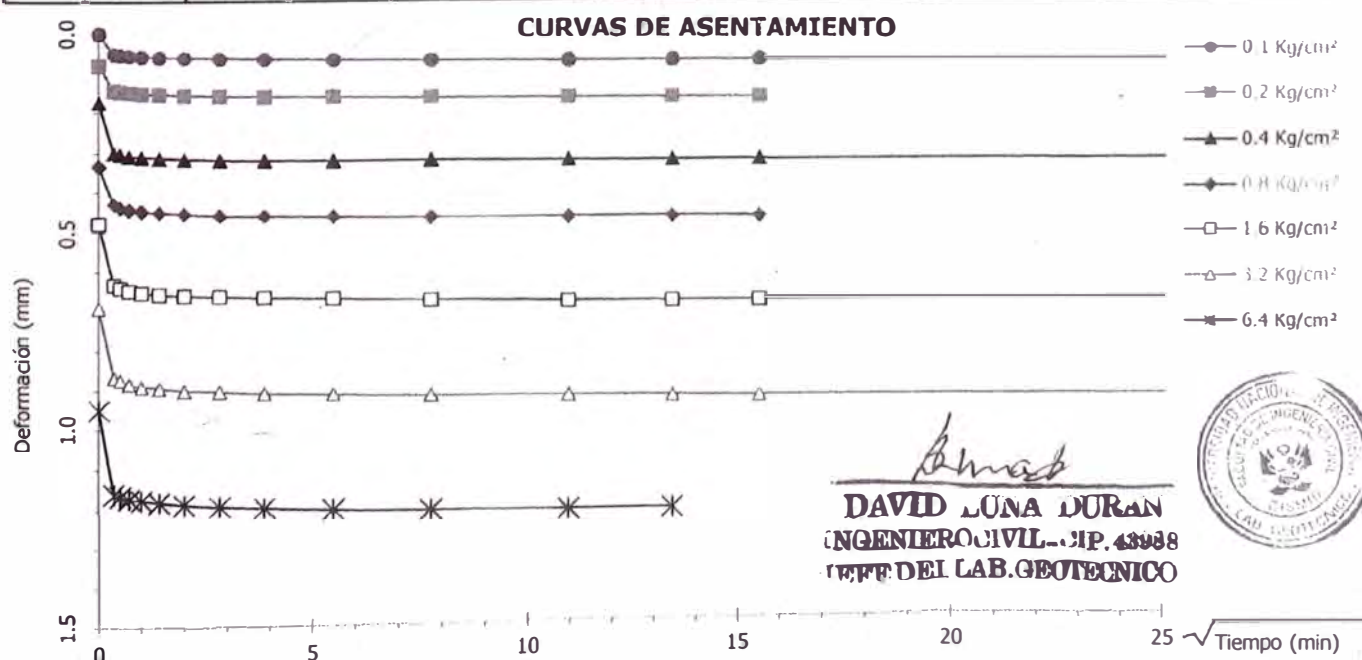
Fecha : Abril, 2012

UBICACION : Cerro de Pasco, Dpto. Pasco

Sondaje : PR - 301
Muestra : M - 03
Profundidad (m) : 4.00 - 4.65

Hoja : 2 de 3
Estado : Inalterado
SUCS : ML

DETALLE DE LA ETAPA DE CARGA													
0.1 Kg/cm ²		0.2 Kg/cm ²		0.4 Kg/cm ²		0.8 Kg/cm ²		1.6 Kg/cm ²		3.2 Kg/cm ²		6.4 Kg/cm ²	
Tiempo (min)	Def. (mm)	Tiempo (min)	Def. (mm)	Tiempo (min)	Def. (mm)	Tiempo (min)	Def. (mm)	Tiempo (min)	Def. (mm)	Tiempo (min)	Def. (mm)	Tiempo (min)	Def. (mm)
0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
0.13	0.053	0.13	0.063	0.13	0.126	0.13	0.095	0.13	0.155	0.13	0.175	0.13	0.209
0.25	0.055	0.25	0.066	0.25	0.130	0.25	0.103	0.25	0.163	0.25	0.182	0.25	0.215
0.5	0.057	0.5	0.069	0.5	0.135	0.5	0.109	0.5	0.170	0.5	0.192	0.5	0.221
1	0.059	1	0.071	1	0.137	1	0.113	1	0.175	1	0.199	1	0.225
2	0.061	2	0.073	2	0.140	2	0.116	2	0.180	2	0.203	2	0.231
4	0.063	4	0.076	4	0.143	4	0.120	4	0.184	4	0.210	4	0.237
8	0.065	8	0.078	8	0.146	8	0.125	8	0.187	8	0.213	8	0.243
15	0.067	15	0.080	15	0.148	15	0.127	15	0.190	15	0.219	15	0.247
30	0.070	30	0.082	30	0.150	30	0.130	30	0.194	30	0.223	30	0.253
60	0.073	60	0.086	60	0.151	60	0.135	60	0.202	60	0.230	60	0.259
120	0.077	120	0.089	120	0.155	120	0.139	120	0.210	120	0.236	120	0.265
180	0.079	180	0.091	180	0.157	180	0.140	180	0.212	180	0.240	180	0.265
240	0.080	240	0.093	240	0.158	240	0.143	240	0.213	240	0.243	240	0.265
1210	0.081			1205	0.160			1215	0.214	4305	0.259		





CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL (ASTM-D2435)

INFORME : LG12-093 *
SOLICITANTE : ANDES ASOCIADOS S. A. C.
PROYECTO : Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1, 2 y 3

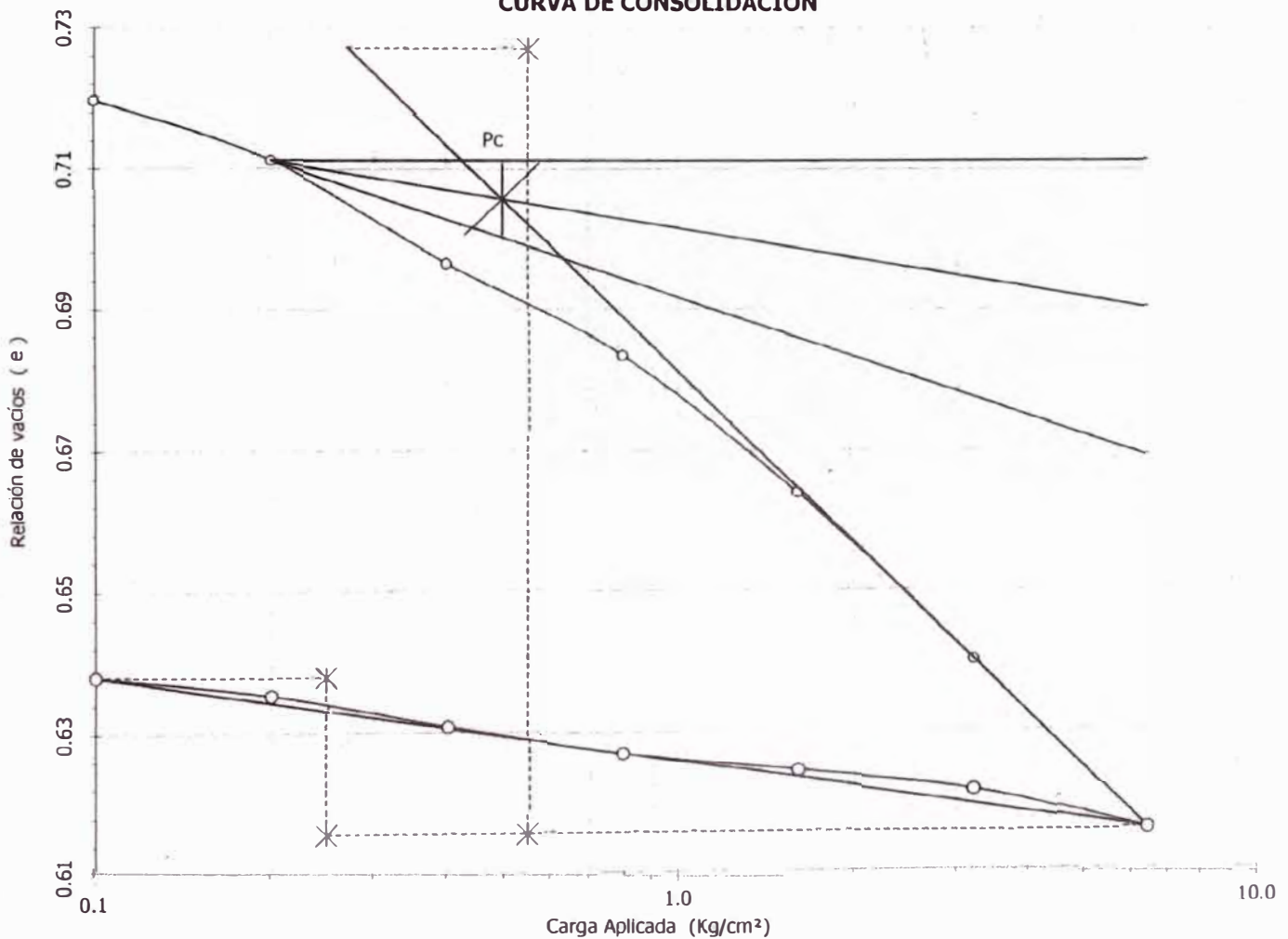
Fecha : Abril, 2012

UBICACION : Cerro de Pasco, Dpto. Pasco

Sondaje : PR - 301
Muestra : M - 03
Profundidad (m) : 4.00 - 4.65

Hoja : 3 de 3
Estado : Inalterado
SUCS : ML

CURVA DE CONSOLIDACION



$$\Delta e_c = 0.111 \quad \Rightarrow \quad C_c = 0.081$$

$$\Delta e_s = 0.022 \quad \Rightarrow \quad C_s = 0.012$$

RESULTADOS

$$P_c = 0.5 \text{ Kg/cm}^2$$

Carga Puntual

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-101	Solicitado por:	
Nº de muestra:	M-1	Nº de proyecto:	
Profundidad (m):	32,00-32,40	Nº de Informe de Lab:	
Zona:	Dique de depósito de relaves 1	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σc (MPa)	ISRM
1	a	400,00	60,60	6.250	3.672,36	60,60	1,70	1,09	1,86	45	R3
2	a	170,00	60,60	6.930	3.672,36	60,60	1,89	1,09	2,06	49	R3
3	a	220,00	60,60	8.550	3.672,36	60,60	2,33	1,09	2,54	61	R4
4	a	100,00	60,60	4.940	3.672,36	60,60	1,35	1,09	1,47	35	R3
5	a	110,00	60,60	7.110	3.672,36	60,60	1,94	1,09	2,11	51	R4
6											
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									1,98	48	R3

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido
 σc: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-201	Solicitado por:	
Nº de muestra:	M-1	Nº de proyecto:	
Profundidad (m):	17,40-17,55	Nº de Informe de Lab:	
Zona:	Dique de depósito de relaves 2	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σ_c (MPa)	ISRM
1	a	170,00	60,90	7.790	3.708,81	60,90	2,10	1,09	2,30	55	R4
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									2,30	55	R4

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido
 σ_c : Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-201	Solicitado por:	
Nº de muestra:	M-2	Nº de proyecto:	
Profundidad (m):	20,85-21,02	Nº de Informe de Lab:	
Zona:	Dique de depósito de relaves 2	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σ _c (MPa)	ISRM
1	a	190,00	60,90	5.660	3.708,81	60,90	1,53	1,09	1,67	40	R3
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									1,67	40	R3

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido
 σ_c: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-201	Solicitado por:	
N° de muestra:	M-3	N° de proyecto:	
Profundidad (m):	26,30-26,75	N° de Informe de Lab:	
Zona:	Dique de depósito de relaves 2	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σc (MPa)	ISRM
1	a	470,00	60,90	6.700	3.708,81	60,90	1,81	1,09	1,97	47	R3
2	a	190,00	60,90	5.180	3.708,81	60,90	1,40	1,09	1,53	37	R3
3	a	220,00	60,90	8.220	3.708,81	60,90	2,22	1,09	2,42	58	R4
4	a	80,00	60,90	4.850	3.708,81	60,90	1,31	1,09	1,43	34	R3
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									1,84	44	R3

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido

σc: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:

BT

Ingresado por:

CJ

Revisado por:

JA

N° de informe:

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-201	Solicitado por:	
Nº de muestra:	M-4	Nº de proyecto:	
Profundidad (m):	30,90-31,20	Nº de Informe de Lab:	
Zona:	Dique de depósito de relaves 2	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σc (MPa)	ISRM
1	a	160,00	60,90	12.460	3.708,81	60,90	3,36	1,09	3,67	88	R4
2	a	100,00	60,90	10.370	3.708,81	60,90	2,80	1,09	3,06	73	R4
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									3,36	81	R4

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido
 σc: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-202	Solicitado por:	
Nº de muestra:	M-1	Nº de proyecto:	
Profundidad (m):	18,20-18,50	Nº de Informe de Lab:	
Zona:	Dique de depósito de relaves 2	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σ _c (MPa)	ISRM
1	a	230,00	61,20	3.700	3.745,44	61,20	0,99	1,10	1,08	26	R3
2	a	130,00	61,20	5.610	3.745,44	61,20	1,50	1,10	1,64	39	R3
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									1,36	33	R3

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido

σ_c: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-202	Solicitado por:	
Nº de muestra:	M-2	Nº de proyecto:	
Profundidad (m):	19,20-19,90	Nº de Informe de Lab:	
Zona:	Dique de depósito de relaves 2	Fecha:	13/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σ _c (MPa)	ISRM
1	a	170,00	61,40	3.410	3.769,96	61,40	0,90	1,10	0,99	24	R2
2	a	110,00	61,40	4.250	3.769,96	61,40	1,13	1,10	1,24	30	R3
3	d	440,00	61,40	6.360	3.769,96	61,40	1,69	1,10	1,85	44	R3
4	d	175,00	61,40	6.540	3.769,96	61,40	1,73	1,10	1,90	46	R3
5	d	210,00	61,40	4.920	3.769,96	61,40	1,31	1,10	1,43	34	R3
6											
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									1,50	36	R3

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido
 σ_c: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:
 Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C.		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-301	Solicitado por:	
Nº de muestra:	M-11	Nº de proyecto:	
Profundidad (m):	19,95 - 21,35	Nº de Informe de Lab:	
Zona:	Depósito de Relave 3	Fecha:	23/03/2012
Descripción:	Muestra de roca		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σ _c (MPa)	ISRM
1	a	310,00	61,10	4.800	3.733,21	61,10	1,29	1,09	1,41	34	R3
2	a	160,00	61,10	6.750	3.733,21	61,10	1,81	1,09	1,98	47	R3
3	a	140,00	61,10	6.750	3.733,21	61,10	1,81	1,09	1,98	47	R3
4	a	250,00	61,10	5.240	3.733,21	61,10	1,40	1,09	1,54	37	R3
5	a	125,00	61,10	5.320	3.733,21	61,10	1,43	1,09	1,56	37	R3
6	a	124,00	61,10	6.390	3.733,21	61,10	1,71	1,09	1,87	45	R3
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									1,73	41	R3

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido
 σ_c: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de Informe:
BT	CJ	JA	

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-302	Solicitado por:	
N° de muestra:	M-8	N° de proyecto:	
Profundidad (m):	22,4-22,6	N° de Informe de Lab:	
Zona:	Dique Depósito de Relave 3	Fecha:	09/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σc (MPa)	ISRM	
1	a	200,00	61,00	8.750	3.721,00	61,00	2,35	1,09	2,57	62	R4	
2	a	100,00	61,00	2.170	3.721,00	61,00	0,58	1,09	0,64	15	R2	
3	a	100,00	61,00	7.230	3.721,00	61,00	1,94	1,09	2,12	51	R4	
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
									Mean (MPa)	1,78	43	R3

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido
 σc: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	N° de Informe:
BT	CJ	JA	

Carga Puntual

ASTM D-5731

LABORATORIO GEOTECNICO

Nombre del proyecto:	Revisión de Factibilidad Cierre Depósitos de Relaves 1,2 y 3.		
Cliente:	Pan American Silver S.A.C		
Ubicación del proyecto:	Cerro de Pasco		
Cód. de muestra:	PR-303	Solicitado por:	
Nº de muestra:	M-6	Nº de proyecto:	
Profundidad (m):	24,5-25,14	Nº de Informe de Lab:	
Zona:	Depósito de Relave 3	Fecha:	09/04/2012
Descripción:	---		

Nro	Tipo falla	W(mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σ _c (MPa)	ISRM
1	a	140,00	61,00	5.620	3.721,00	61,00	1,51	1,09	1,65	40	R3
2	a	120,00	61,00	4.030	3.721,00	61,00	1,08	1,09	1,18	28	R3
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Mean (MPa)									1,42	34	R3

Is(50): Índice de Carga Puntual Corregido
 σ_c: Resistencia a la compresión No Confinada

Resistencia ISRM	Descripción
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)
R1	Roca muy Frágil (Blanda)
R2	Roca Frágil
R3	Roca medianamente Resistente
R4	Roca Resistente
R5	Roca muy Resistente
R6	Roca Extremadamente Resistente

Tipo de falla :
(a) Ensayo diametral válido
(b) Ensayo axial válido
(c) Ensayo de bloque válido
(d) Ensayo diametral inválido
(e) Ensayo axial inválido
(f) Falla diametral/axial a través de una fractura curada

Observación:
 Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
BT	CJ	JA	

Propiedades Físicas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Mecánica de Rocas

ENSAYOS DE PROPIEDADES FISICAS.

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM 2216-02

Los resultados son los siguientes:

<i>Calicata /Muestra</i> <i>Profundidad</i> <i>(m)</i>	<i>Diámetro</i> <i>(cm.)</i>	<i>Altura</i> <i>(cm.)</i>	<i>Densidad</i> <i>Seca</i> <i>(gr./cm³)</i>	<i>Densidad</i> <i>Húmeda</i> <i>(gr./cm³)</i>	<i>Porosidad</i> <i>Aparente</i> <i>(%)</i>	<i>Absorción</i> <i>(%)</i>	<i>Peso</i> <i>Específico</i> <i>Aparente</i> <i>(KN/m³)</i>
<i>PR-HUA-201 / M-2</i> <i>20.85 - 21.02</i>	<i>6.06</i>	<i>1.94</i>	<i>2.52</i>	<i>2.60</i>	<i>7.63</i>	<i>3.03</i>	<i>24.70</i>
<i>PR-HUA-101 / M-1</i> <i>32.00 - 32.40</i>	<i>6.05</i>	<i>1.93</i>	<i>2.62</i>	<i>2.67</i>	<i>4.94</i>	<i>1.89</i>	<i>25.66</i>
<i>PR-HUA-201 / M-4</i> <i>30.90 - 31.20</i>	<i>6.08</i>	<i>1.95</i>	<i>2.61</i>	<i>2.66</i>	<i>4.35</i>	<i>1.66</i>	<i>25.62</i>
<i>PR-HUA-202 / M-2</i> <i>19.20 - 19.90</i>	<i>6.12</i>	<i>1.99</i>	<i>2.38</i>	<i>2.43</i>	<i>5.26</i>	<i>2.21</i>	<i>23.31</i>

Nota:

- La empresa solicitante es responsable de la toma de muestra en campo.
- La información correspondiente a las muestras fue proporcionada por el cliente.



Ing. Elvis Valencia Chávez
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Rocas
Universidad Nacional de Ingeniería

Potencial Neto de Neutralización ABA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

POTENCIAL NETO DE NEUTRALIZACIÓN DE MUESTRA DE DIQUE DEPÓSITO DE RELAVE 3- PRESA 3- HUARÓN - PASCO

SOLICITADO : ANDDAS ASOCIADOS S.A.C.

Procedencia de muestra: Dique Depósito de Relave 3 – Presa 3-
Huarón - Pasco

RECEPCIÓN DE MUESTRA: Lima, 18 de Abril del 2012

1.- MUESTRA EVALUADA

Cantera/Zona	Calicata/Nº Muestra	Prof. (m)
Dique Depósito de Relave 3	CA-HUA12-307/M-1	0,0 – 0,7

2. COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRA

Determinado por observaciones microscópicas y análisis espectral de la muestra; cuyos resultados se indican a continuación.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 386
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

2.1

Muestra
CA-HUA12-307/M-1

Corresponde a fragmentos de roca fuertemente silicificada con presencia de sulfuros como pirita, calcopirita, esfalerita y galena con óxidos de hierro y manganeso, además de escasos carbonatos. Su composición y abundancia mineralógica se indica en la tabla siguiente:

Minerales / CA-HUA12-307/M-1	Formula	% en Peso
Cuarzo	SiO ₂	55,20
Calcita	CaCO ₃	11,06
Dolomita	CaMg(CO ₃) ₂	0,38
Ortoclasa	K(AlSi ₃ O ₈)	0,80
Albita	Na(AlSi ₃ O ₈)	1,40
Anortita	Ca(Al ₂ Si ₂ O ₈)	1,20
Pirita	FeS ₂	11,865
Calcopirita	CuFeS ₂	0,228
Esfalerita	ZnS	2,028
Galena	PbS	1,874
Hematita	Fe ₂ O ₃	10,10
Pirolusita	MnO ₂	3,21
Montmorillonita	Na _{0,3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ xH ₂ O	0,56

3.- RESULTADO DEL ANALISIS DE METALES EN MUESTRA CA-HUA12-307/M-1

La distribución de metales en muestra CA-HUA12-307/M-1 determinado por métodos de análisis espectral se indica en la tabla siguiente.

Muestras	%Fe	%Mn	%Cu	%Pb	%Zn	Cd (ppm)	As (ppm)
CA-HUA12-307/M-1	10,06	2,03	0,079	1,623	1,361	36	1371

Los valores de hierro se distribuyen formando óxidos y sulfuros; en el caso del manganeso corresponden a ocurrencias de pirolusita, los valores de cobre, plomo, zinc, cadmio y arsénico están ligados fundamentalmente a los minerales sulfurados.

4.- POTENCIAL NETO DE NEUTRALIZACIÓN EN MUESTRA CA-HUA12-307/M-1

La evaluación del contenido de azufre como sulfuro y la prueba ácido-base de la muestra CA-HUA12-307/M-1 nos permite determinar el potencial neto de neutralización cuyos resultados se indica en el cuadro siguiente:

Muestra	pH en pasta	%S	PN	PA	PNN	PN/PA
CA-HUA12-307/M-1	7,5	7,34	130	229,37	- 99,37	0,57

Donde:

PN = Potencial de neutralización

%S = Porcentaje de azufre como sulfuro

PA = Potencial de acidez

PNN = Potencial neto de neutralización

PN, PA y PNN están expresados en KgCaCO₃/TM y evaluados según:

EXTRACTS FROM FIELDS AND LABORATORY METHODS APPLICABLE TO OVERBURDENS AND MINE SOILS, U.S. EPA, 600/2 – 78-054, 1978

4.1 Posibilidad de drenaje ácido de muestra CA-HUA12-307/M-1

Determinado en base al resultado del potencial neto de neutralización de la muestra CA-HUA12-307/M-1 que depende del balance de minerales neutralizantes y sulfuros, considerando:

Que $PNN = PN - PA$

Si $PNN > +20$; la muestra NO GENERA DRENAJE ÁCIDO

Si $PNN < -20$; la muestra GENERA DRENAJE ÁCIDO

Si $-20 < PNN < +20$, muestra de comportamiento INCIERTO

De acuerdo a estas consideraciones podemos establecer el comportamiento de la muestra CA-HUA12-307/M-1 en presencia de agua, oxígeno y actividad bacteriana, como se indica en la tabla siguiente.

Muestra	Predomina	PN/PA	PNN KgCaCO ₃ /TM	Drenaje Acido
CA-HUA12-307/M-1	Sulfuros	0,57	- 99,37	Si

Lima, 14 de Mayo del 2012


MSc. Atilio Mena
Jefe Lab. ESPECTROMETRIA



Se adjunta la fotografía de la muestra CA-HUA12-307/M-1, indicando sus principales características mineralógicas.

FOTOGRAFÍA DE MUESTRA CA-HUA12-307/M-1

Muestra CA-HUA12-307/M-1



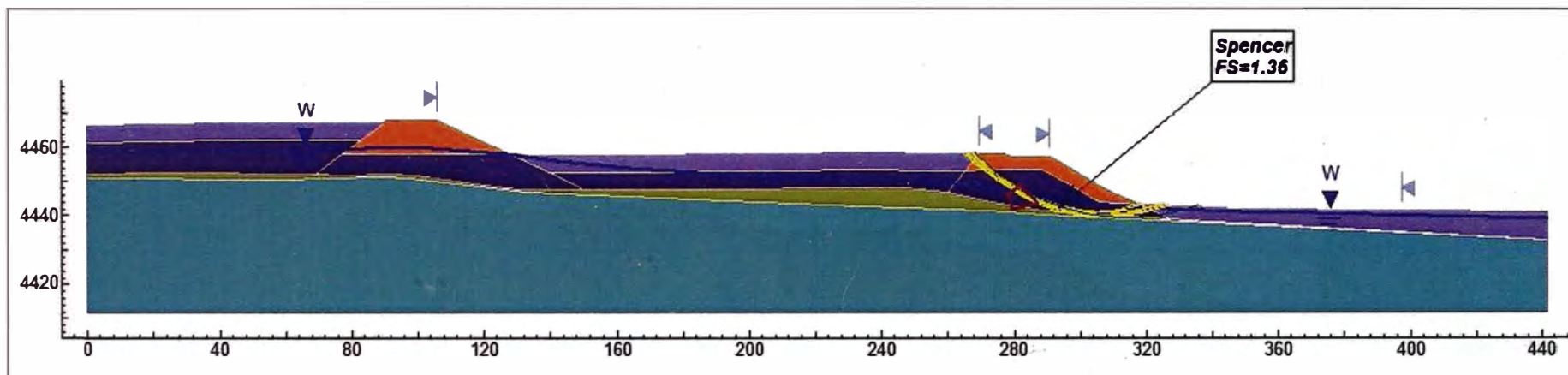
Fragmentos de rocas silificadas con sulfuros, óxidos de hierro con manganeso y escasos carbonatos.

ANEXO C: ANÁLISIS GEOTÉCNICO

**Análisis de Estabilidad de Taludes (Software
Slide v6.0)**

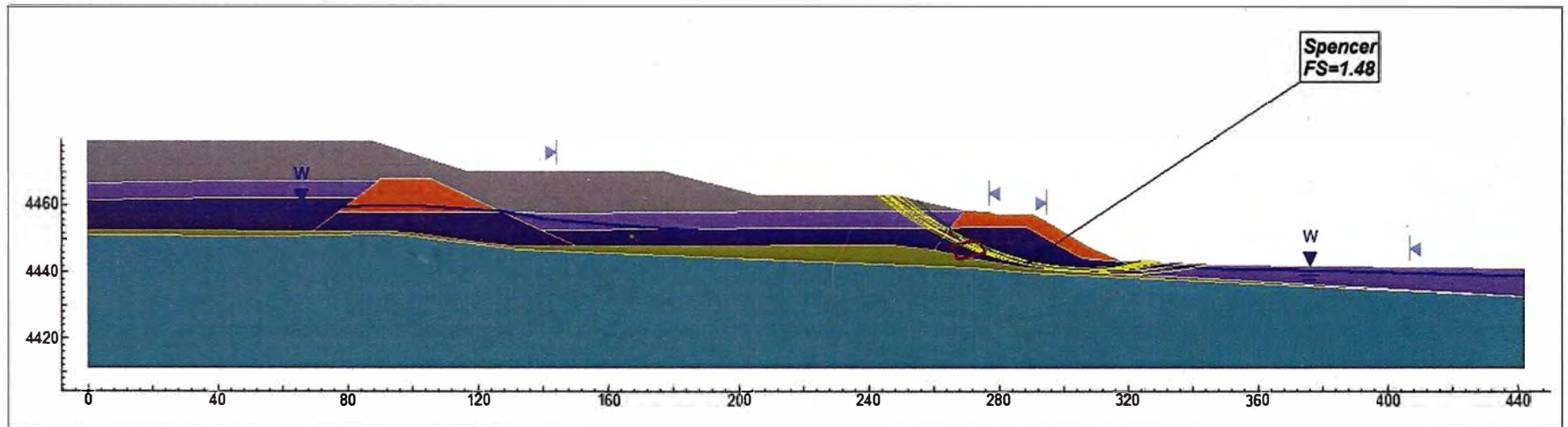
Análisis de Estabilidad – Depósitos de Relaves 1, 2 y 3
Sección 1-1: Falla circular, Análisis Estático. Condición Actual, FS=1,36

Materiales	γ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)
Material de Dique	21	0	35
Basamento Rocoso	23	125	35
Relave Actual	15	8	18
Relave Consolidado	15	0	22
Relave Cicloneado	15	0	22
Desmonte de Mina	22	0	37
Suelo Aluvial	18	0	25



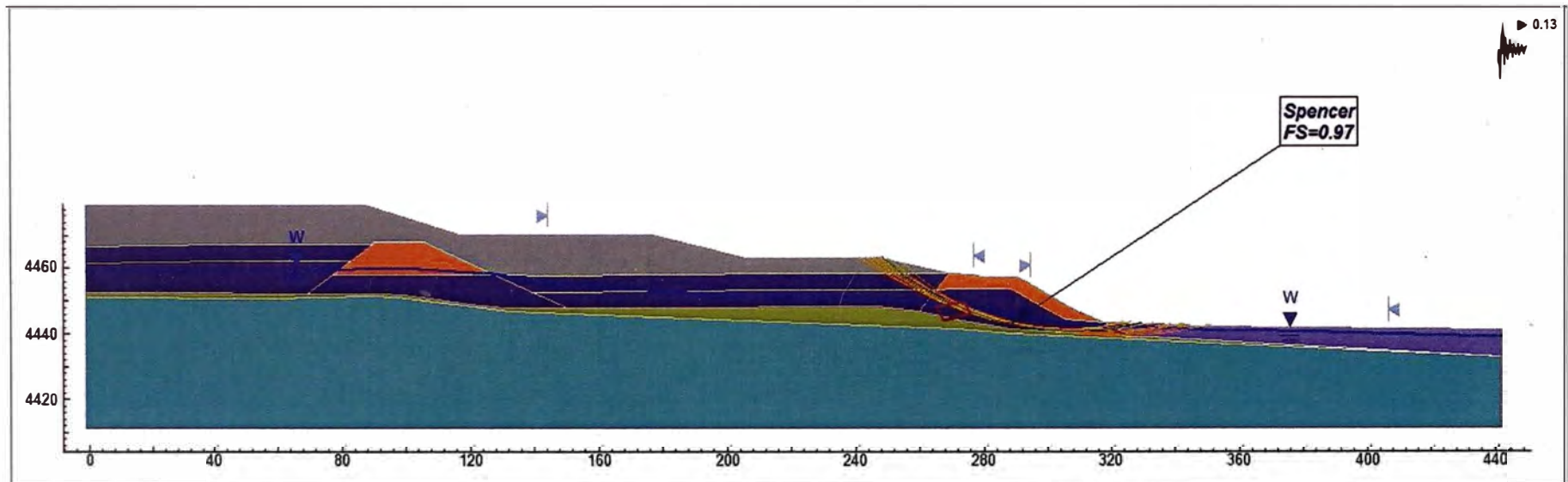
Análisis de Estabilidad – Depósitos de Relaves 1, 2 y 3
Sección 1-1: Falla circular, Análisis Estático. Apilamiento final a corto plazo, FS=1,48

Materiales	γ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	ϕ ($^{\circ}$)
Material de Dique	21	0	35
Basamento Rocoso	23	125	35
Relave Actual	15	8	18
Relave Consolidado	15	0	22
Relave Cicloneado	15	0	22
Desmante de Mina	22	0	37
Suelo Aluvial	18	0	25



Análisis de Estabilidad – Depósitos de Relaves 1, 2 y 3
Sección 1-1: Falla circular, Pseudo-Estático. Apilamiento final a largo plazo, FS=0,97

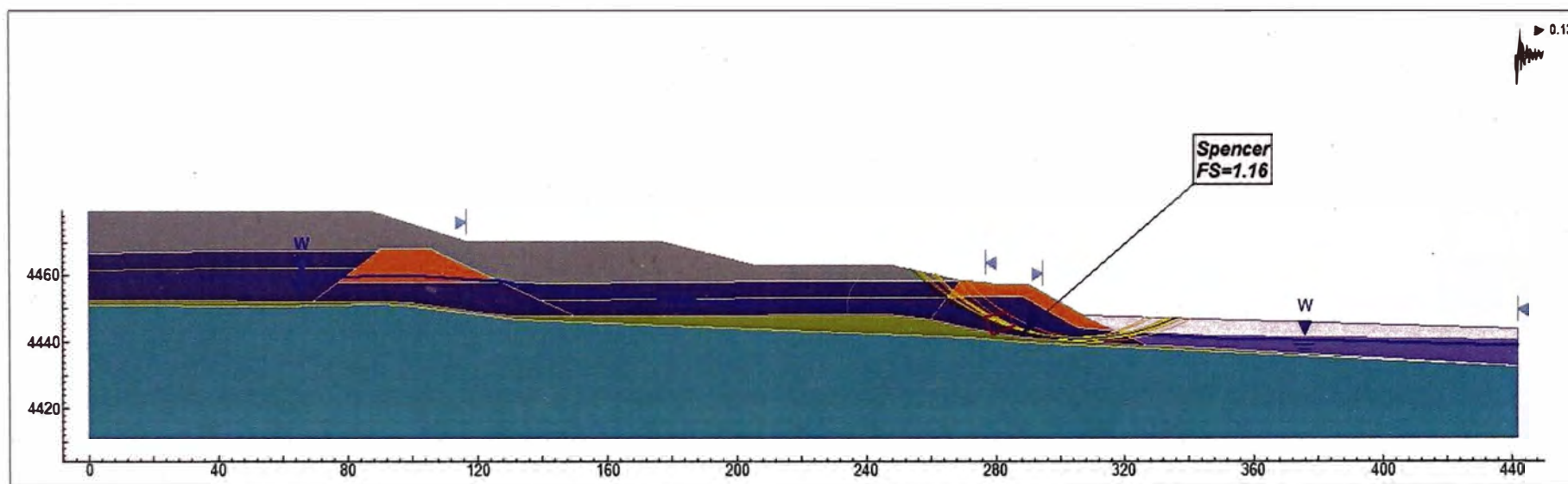
Materiales	γ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)
Material de Dique	21	0	35
Basamento Rocoso	23	125	35
Relave Actual	15	8	18
Relave Consolidado	15	0	22
Relave Cicloneado	15	0	22
Desmonte de Mina	22	0	37
Suelo Aluvial	18	0	25



Análisis de Estabilidad – Depósitos de Relaves 1, 2 y 3

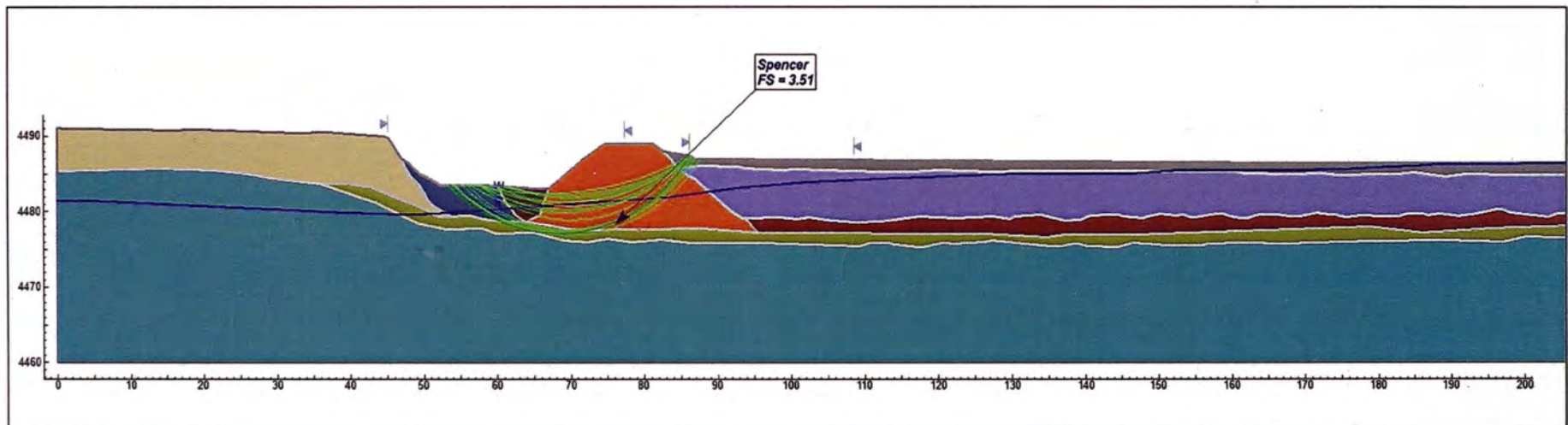
Sección 1-1: Falla circular, Análisis Pseudo-Estático. Apilamiento final a largo plazo con refuerzo, FS=1,16

Materiales	γ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)
Material de Dique	21	0	35
Basamento Rocoso	23	125	35
Relave Actual	15	8	18
Relave Consolidado	15	0	22
Relave Cicloneado	15	0	22
Desmonte de Mina	22	0	37
Suelo Aluvial	18	0	25



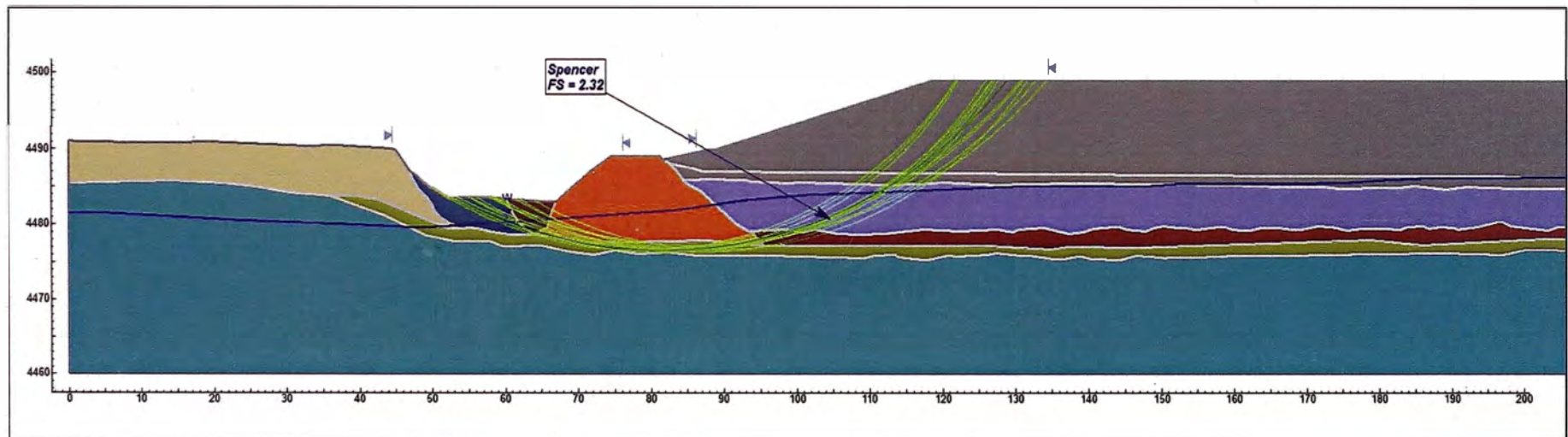
Análisis de Estabilidad – Depósitos de Relaves 1, 2 y 3
Sección 2-2: Falla circular, Análisis Estático. Condición actual, FS=3,51

Materiales	γ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	ϕ ($^{\circ}$)
Material de Dique	21	0	35
Basamento Rocoso	23	125	35
Relave Actual	15	8	18
Relave Consolidado	15	0	22
Relave Cicloneado	15	0	22
Desmonte de Mina	22	0	37
Suelo Aluvial	18	0	25



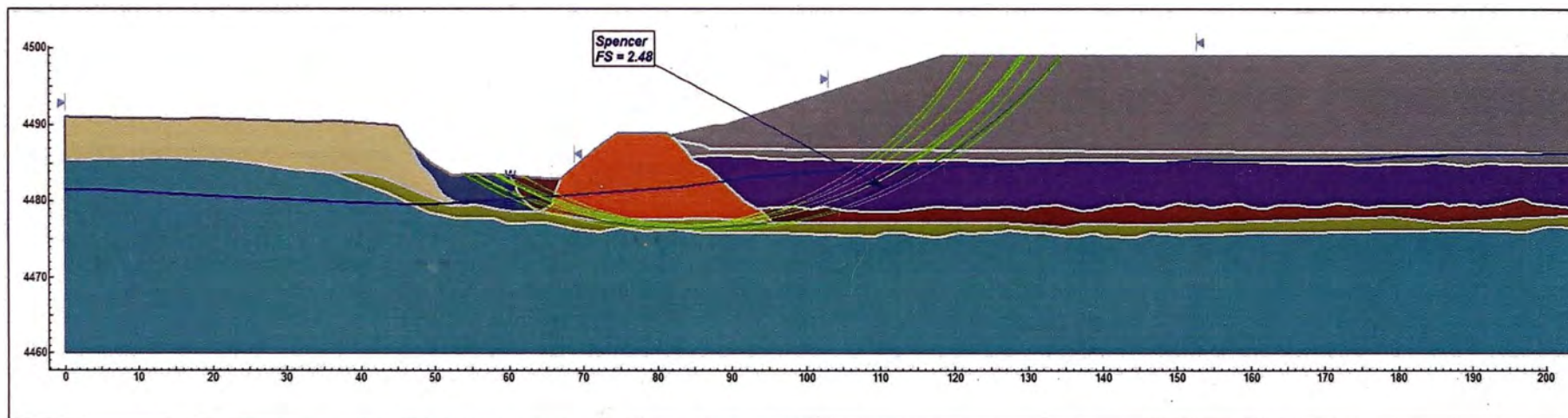
Análisis de Estabilidad – Depósitos de Relaves 1, 2 y 3
Sección 2-2: Falla circular, Análisis Estático. Apilamiento final a corto plazo, FS=2,32

Materiales	γ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)
Material de Dique	21	0	35
Basamento Rocoso	23	125	35
Relave Actual	15	8	18
Relave Consolidado	15	0	22
Relave Ciclonado	15	0	22
Desmonte de Mina	22	0	37
Suelo Aluvial	18	0	25



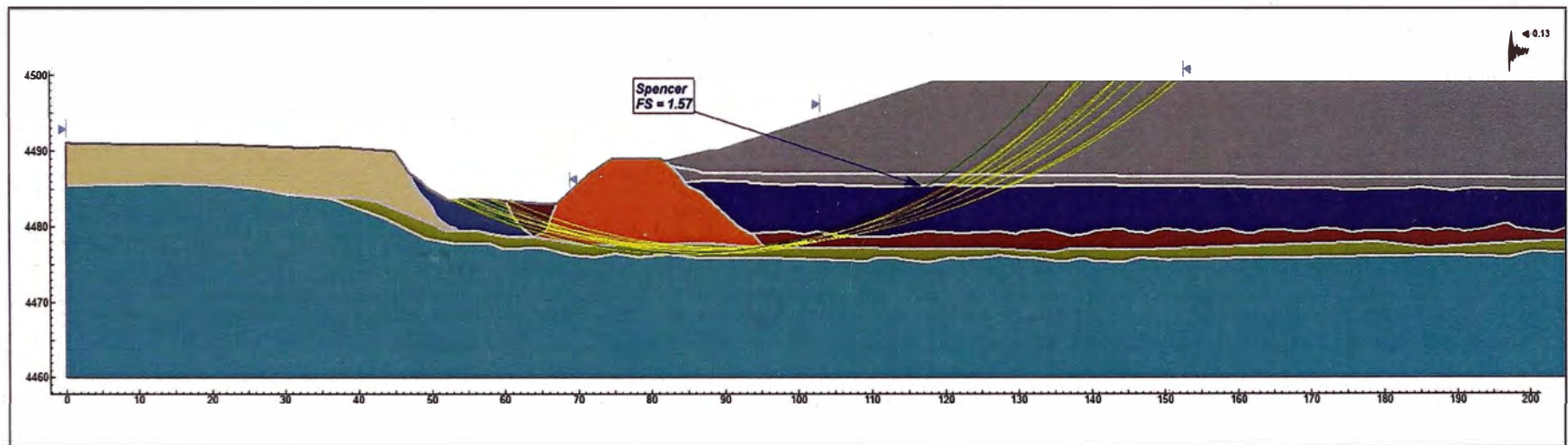
Análisis de Estabilidad – Depósitos de Relaves 1, 2 y 3
Sección 2-2: Falla circular, Análisis Estático. Apilamiento final a largo plazo, FS=2,48

Materiales	γ (kN/m ³)	C (kN/m ²)	ϕ (°)
Material de Dique	21	0	35
Basamento Rocoso	23	125	35
Relave Actual	15	8	18
Relave Consolidado	15	0	22
Relave Ciclonado	15	0	22
Desmonte de Mina	22	0	37
Suelo Aluvial	18	0	25



Análisis de Estabilidad – Depósitos de Relaves 1, 2 y 3
 Sección 2-2: Falla circular, Análisis Pseudo-Estático. Apilamiento final a largo plazo, FS=1,57

Materiales	γ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	ϕ ($^{\circ}$)
Material de Dique	21	0	35
Basamento Rocoso	23	125	35
Relave Actual	15	8	18
Relave Consolidado	15	0	22
Relave Cicloneado	15	0	22
Desmonte de Mina	22	0	37
Suelo Aluvial	18	0	25



ANEXO D: REGISTRO FOTOGRAFICO

ANEXO D: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Foto N° 1: Vista Panorámica de la Unidad Minera Huarón y los depósitos de relaves 1, 2 y 3.



Foto N° 2: Vista Panorámica, aguas arriba del depósito de relaves 3.



Foto N° 3: Calicata CA-101, depósito de relaves 1.



Foto N° 4: Calicata CA-201, dique del depósito de relaves 2.



Foto N° 5: Calicata CA-203, depósito de relaves 2.

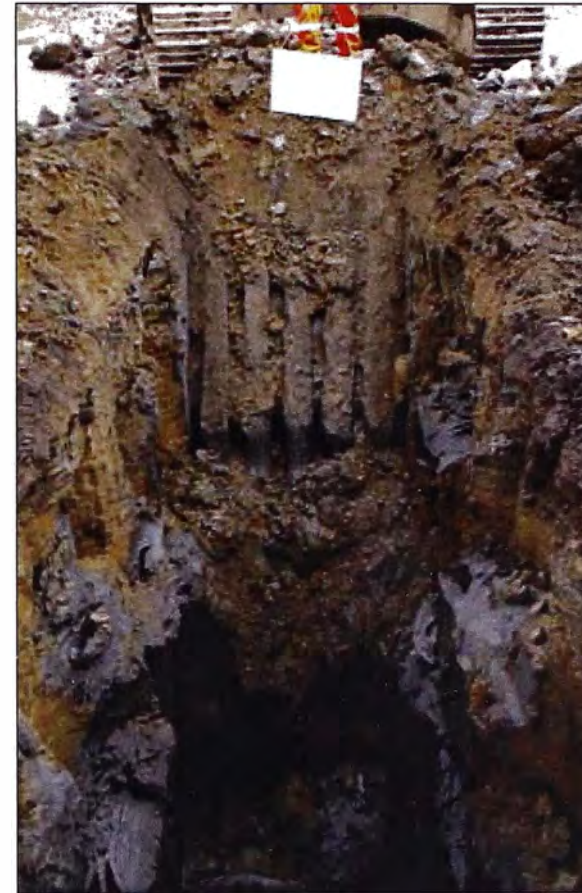


Foto N° 6: Calicata CA-205, depósito de relaves 2.



Foto N° 7: Calicata CA-210, depósito de relaves 2.



Foto N° 8: Calicata CA-301, dique del depósito de relaves 3.



Foto N° 9: Calicata CA-302, depósito de relaves 3.



Foto N° 10: Calicata CA-305, depósito de relaves 3.



Foto N° 11: Calicata CA-306, dique del depósito de relaves 3.



Foto N° 12: Calicata CA-307, dique del depósito de relaves 3.



Foto N° 13: Calicata CA-309, depósito de relaves 3.



Foto N° 14: Calicata CA-310, dique del depósito de relaves 3.



Foto N° 15: Calicata CA-311, dique del depósito de relaves 3.



Foto N° 16: Calicata CA-313, dique del depósito de relaves 3.



Foto N° 17: Calicata T-01, dique de depósito de relaves
3.

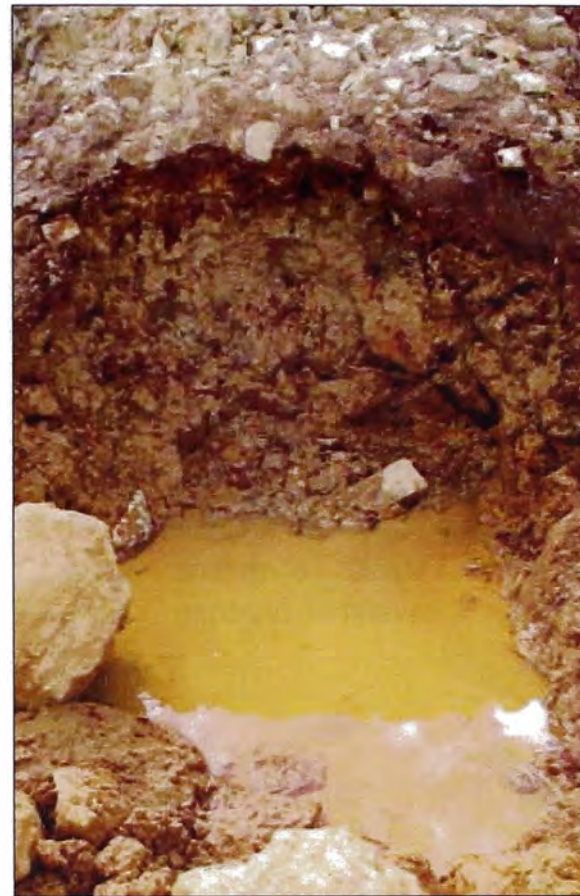


Foto N° 18: Calicata T-03, dique de depósito de relaves
3.



Foto N° 19: Ensayo de densidad de campo (Método del Cono de Arena) en la Calicata CA-307, dique del depósito de relaves 3.



Foto N° 20: Ensayo de densidad de Campo (Método del Cono de Arena) en la Calicata CA-311, dique del depósito de relaves 3.



Foto N° 21: Ensayo DPL-304, depósito de relaves 3.



Foto N° 22: Ensayo DPL-305, depósito de relaves 3.



Foto N° 23: Ensayo DPL-309, depósito de relaves 3.



Foto N° 24: Ensayo DPL-312, depósito de relaves 3.



Foto N° 25: Perforación PR-101 de 0,00 a 33,00 m, depósito de relaves 1.



Foto N° 26: Perforación PR-201 de 0,00 a 31,50 m, depósito de relaves 1.



Foto N° 27: Perforación PR-202 de 0,00 a 20,00 m, depósito de relaves 1.

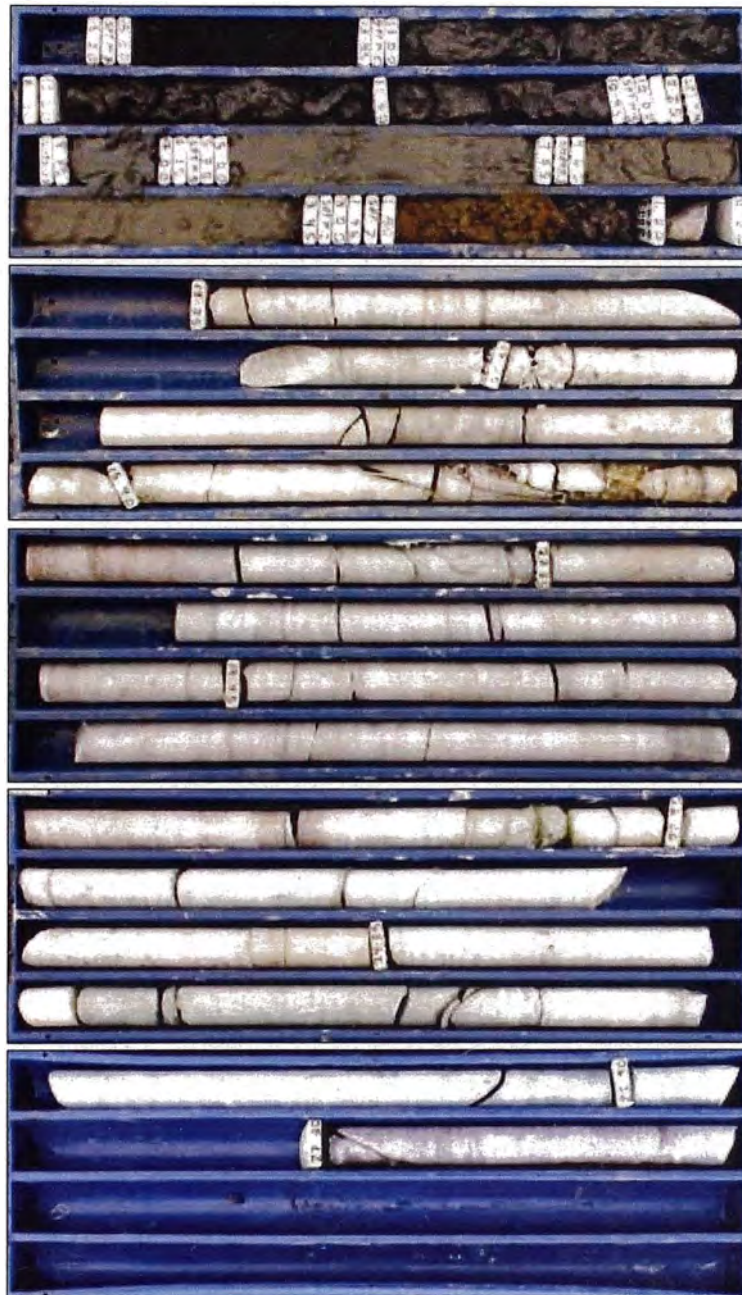


Foto N° 28: Perforación PR-301 de 0,00 a 27,30 m, depósito de relaves 1.



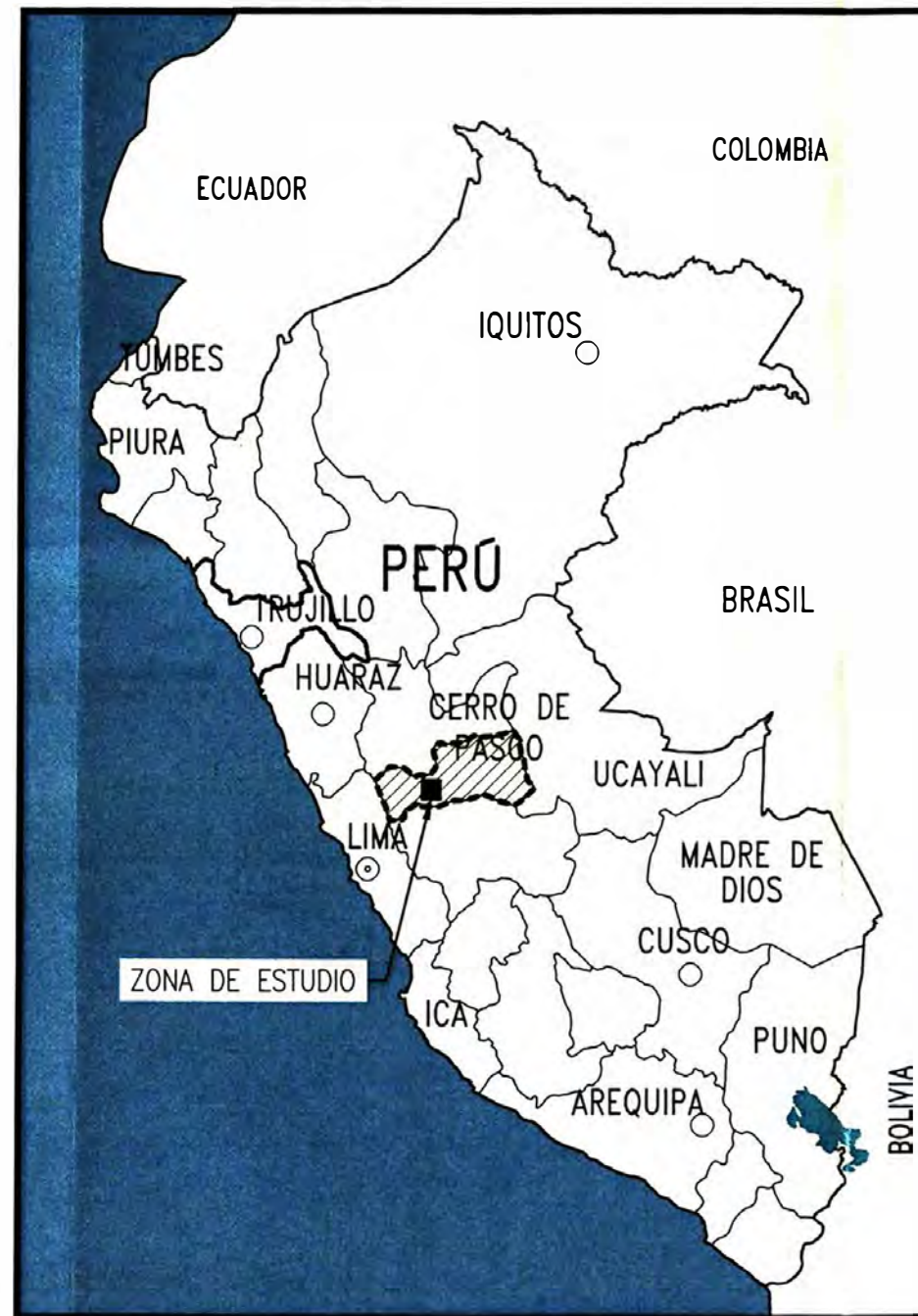
Foto N° 29: Perforación PR-302 de 0,00 a 33,00 m, depósito de relaves 1.



Foto N° 30: Perforación PR-303 de 0,00 a 28,50 m, depósito de relaves 1.

ANEXO E: PLANOS

PLANO DE UBICACIÓN Y LISTA DE PLANOS



LOCALIZACIÓN
CERRO DE PASCO, PERÚ
S/E

LISTA DE PLANOS

NÚMERO DE PLANO	TÍTULO DE PLANO
101	PLANO DE UBICACIÓN Y LISTA DE PLANOS
102	CONFIGURACIÓN GENERAL DEL BOTADERO DE DESMONTE DE MINA
103	PLANO Y SECCIONES GEOLÓGICAS-GEOTÉCNICAS
103-1	SECCIÓN PRINCIPAL GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA 1-1
103-2	SECCIÓN SECUNDARIA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA 2-2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TITULACIÓN PROFESIONAL-ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS 2012

REALIZADO: BCH. LUIS RIVAS SOTO

REVISADO: ING. LUIS GONZALES HJAR

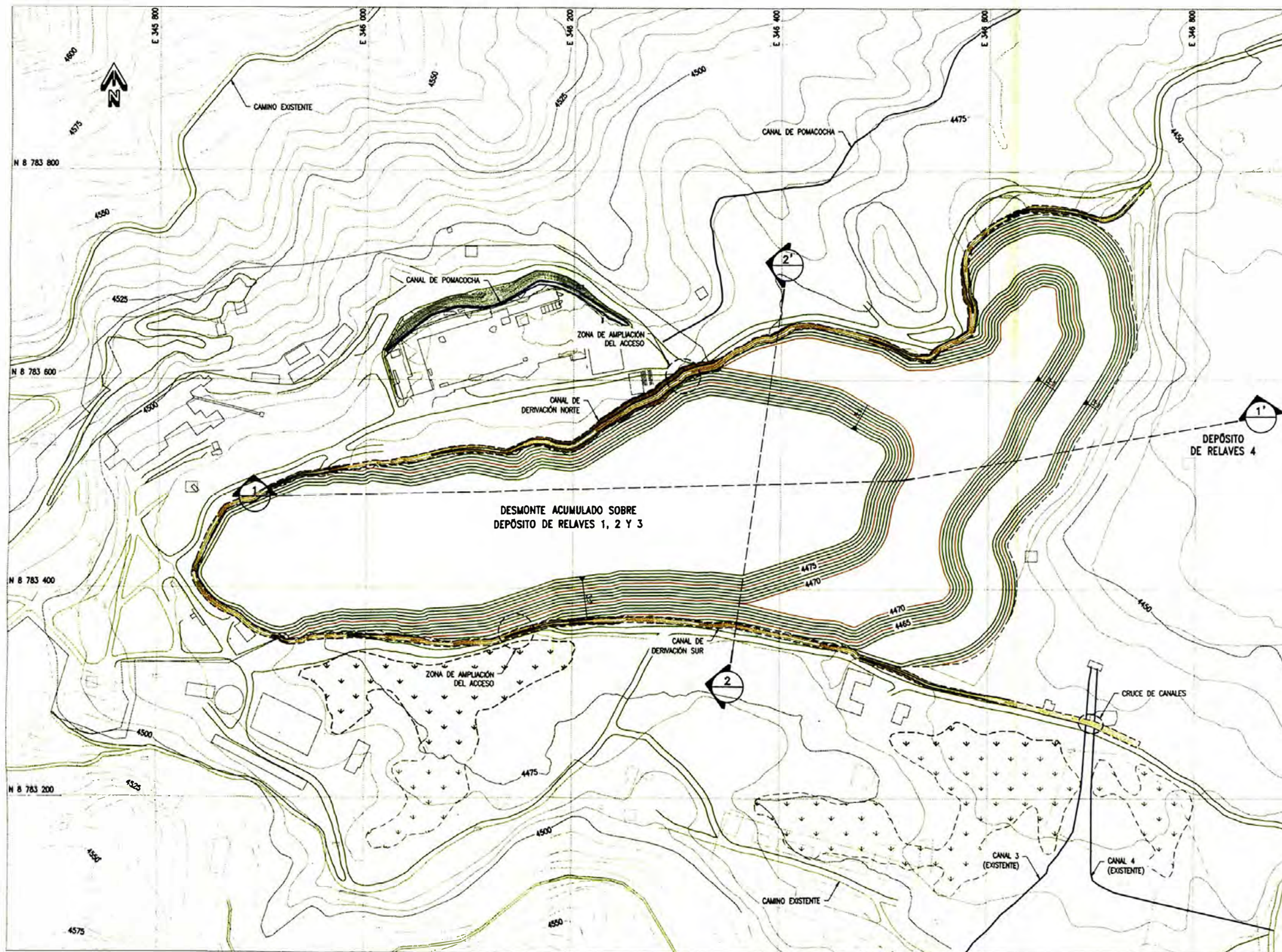
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2013

PROYECTO: EVALUACIÓN DE RELAVERA ANTIGUA CON PROPÓSITO DE USARLO COMO BOTADERO DE DESMONTE DE MINA PARA UN PLAN DE CIERRE

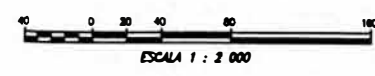
PLANO: PLANO DE UBICACIÓN Y LISTA DE PLANOS

Nº: 101



LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE APLANAMIENTO DE DESMONTE
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LOS CAÑALES NORTE Y SUR
	LIMITE DE CORTE Ó RELLENO
	ESTRUCTURAS EXISTENTES
	CAMINO EXISTENTE
	CANAL
	QUEBRADA
	PANTANO O BOFEDALES

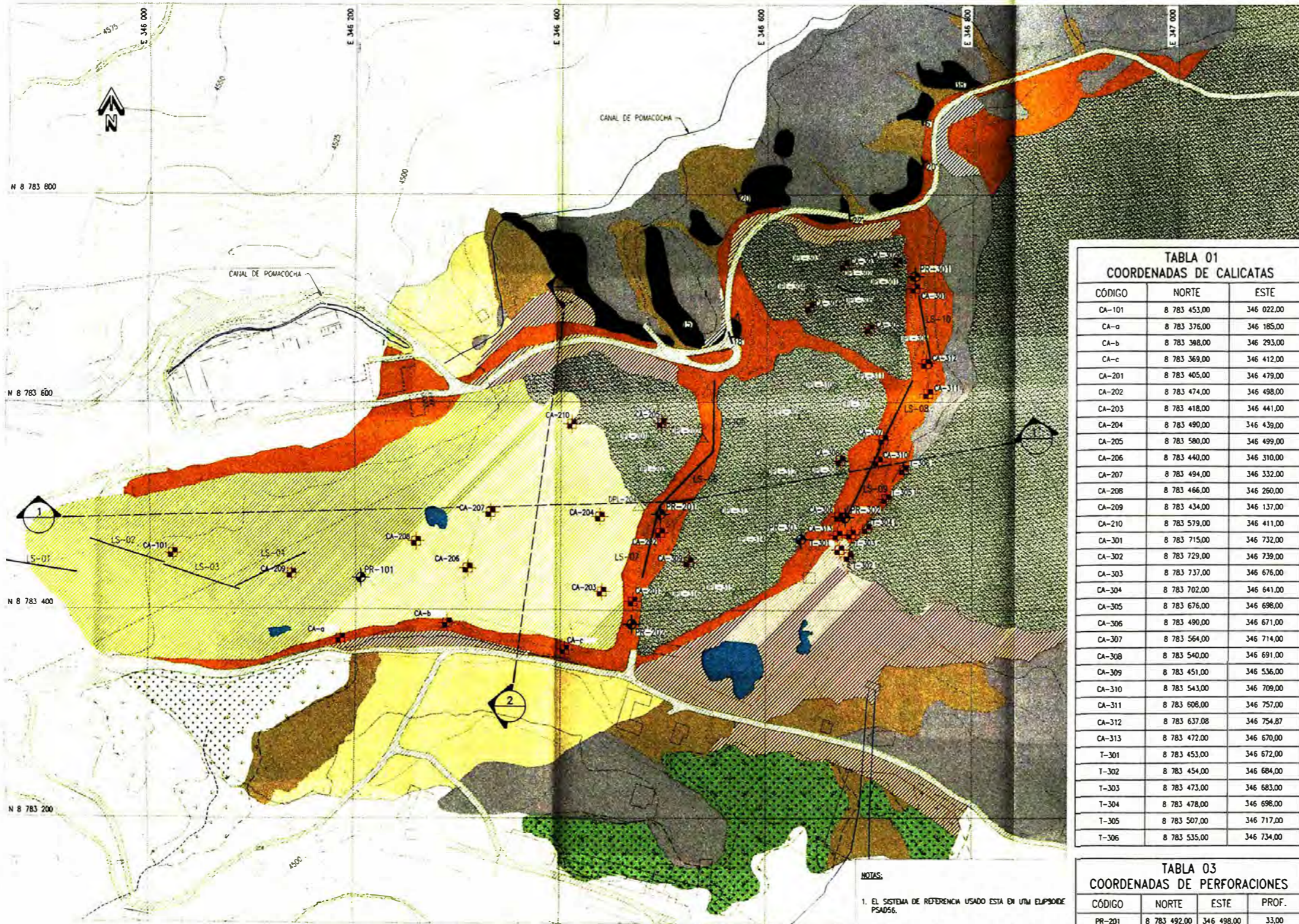
NOTAS:
 1. LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA EN MARZO DEL 2012.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 TITULACIÓN PROFESIONAL-ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS 2012

REALIZADO: BCH. LUIS RIVAS SOTO
 REVISADO: ING. LUIS GONZALES HIJAR
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: MARZO 2013

PROYECTO: EVALUACIÓN DE RELAVERA ANTIGUA CON PROPÓSITO DE USARLO COMO BOTADERO DE DESMONTE DE MINA PARA UN PLAN DE CIERRE
 PLANO: CONFIGURACIÓN GENERAL DEL BOTADERO DE DESMONTE DE MINA
 N°: 102



LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
- ESTRUCTURAS EXISTENTES
- CAMINO EXISTENTE
- CANAL
- QUEBRADA
- PANTANO
- LINEAS SISMICAS
- CALICATAS EJECUTADAS
- PERFORACIONES EJECUTADAS
- ENSAYO DPL
- LAGUNA ARTIFICIAL
- RELAVE
- RELLENO NO CONTROLADO
- RELLENO CONTROLADO
- DESMONTE DE MINA
- DIOUE
- BOFEDALES Y ZONAS HÚMEDAS (UNIDAD GEOLOGICA - GEOTECNICA I)
- DEPOSITO ALLUVIAL (UNIDAD GEOLOGICA - GEOTECNICA III)
- DEPOSITO MORRENICO (UNIDAD GEOLOGICA - GEOTECNICA IV)
- SUELO RESIDUAL (UNIDAD GEOLOGICA - GEOTECNICA V)
- BASAMENTO ROCOSO (UNIDAD GEOLOGICA - GEOTECNICA VI) CONFORMADO POR:
 - MAYORMENTE LIMOLITAS, ARENISCAS CON NIVELES DE CALIZAS, MARGOSAS

**TABLA 01
COORDENADAS DE CALICATAS**

CÓDIGO	NORTE	ESTE
CA-101	8 783 453,00	346 022,00
CA-a	8 783 376,00	346 185,00
CA-b	8 783 388,00	346 293,00
CA-c	8 783 369,00	346 412,00
CA-201	8 783 405,00	346 479,00
CA-202	8 783 474,00	346 498,00
CA-203	8 783 418,00	346 441,00
CA-204	8 783 490,00	346 439,00
CA-205	8 783 580,00	346 499,00
CA-206	8 783 440,00	346 310,00
CA-207	8 783 494,00	346 332,00
CA-208	8 783 466,00	346 260,00
CA-209	8 783 434,00	346 137,00
CA-210	8 783 579,00	346 411,00
CA-301	8 783 715,00	346 732,00
CA-302	8 783 729,00	346 739,00
CA-303	8 783 737,00	346 676,00
CA-304	8 783 702,00	346 641,00
CA-305	8 783 676,00	346 698,00
CA-306	8 783 490,00	346 671,00
CA-307	8 783 564,00	346 714,00
CA-308	8 783 540,00	346 691,00
CA-309	8 783 451,00	346 536,00
CA-310	8 783 543,00	346 709,00
CA-311	8 783 608,00	346 757,00
CA-312	8 783 637,08	346 754,87
CA-313	8 783 472,00	346 670,00
T-301	8 783 453,00	346 672,00
T-302	8 783 454,00	346 684,00
T-303	8 783 473,00	346 683,00
T-304	8 783 478,00	346 698,00
T-305	8 783 507,00	346 717,00
T-306	8 783 535,00	346 734,00

**TABLA 02
COORDENADAS DE DPL**

CÓDIGO	NORTE	ESTE
DPL-201	8 783 561,00	346 487,00
DPL-202	8 783 566,00	346 538,00
DPL-203	8 783 529,00	346 506,00
DPL-204	8 783 500,00	346 477,00
DPL-301	8 783 713,00	346 730,00
DPL-302	8 783 730,00	346 709,00
DPL-303	8 783 732,00	346 638,00
DPL-304	8 783 706,00	346 640,00
DPL-305	8 783 695,00	346 706,00
DPL-306	8 783 659,00	346 726,00
DPL-307	8 783 595,00	346 702,00
DPL-308	8 783 532,00	346 675,00
DPL-309	8 783 588,00	346 635,00
DPL-310	8 783 614,00	346 666,00
DPL-311	8 783 623,00	346 683,00
DPL-312	8 783 531,00	346 598,00
DPL-313	8 783 493,00	346 553,00
DPL-314	8 783 470,00	346 607,00
DPL-315	8 783 419,00	346 573,00
DPL-316	8 783 413,70	346 505,32

**TABLA 03
COORDENADAS DE PERFORACIONES**

CÓDIGO	NORTE	ESTE	PROF.
PR-201	8 783 492,00	346 498,00	33,00
PR-301	8 783 721,00	346 744,00	31,50
PR-303	8 783 468,00	346 634,00	20,00
PR-302	8 783 489,00	346 677,00	27,30
PR-101	8 783 430,00	346 205,00	33,00
PR-202	8 783 391,00	346 476,00	28,50

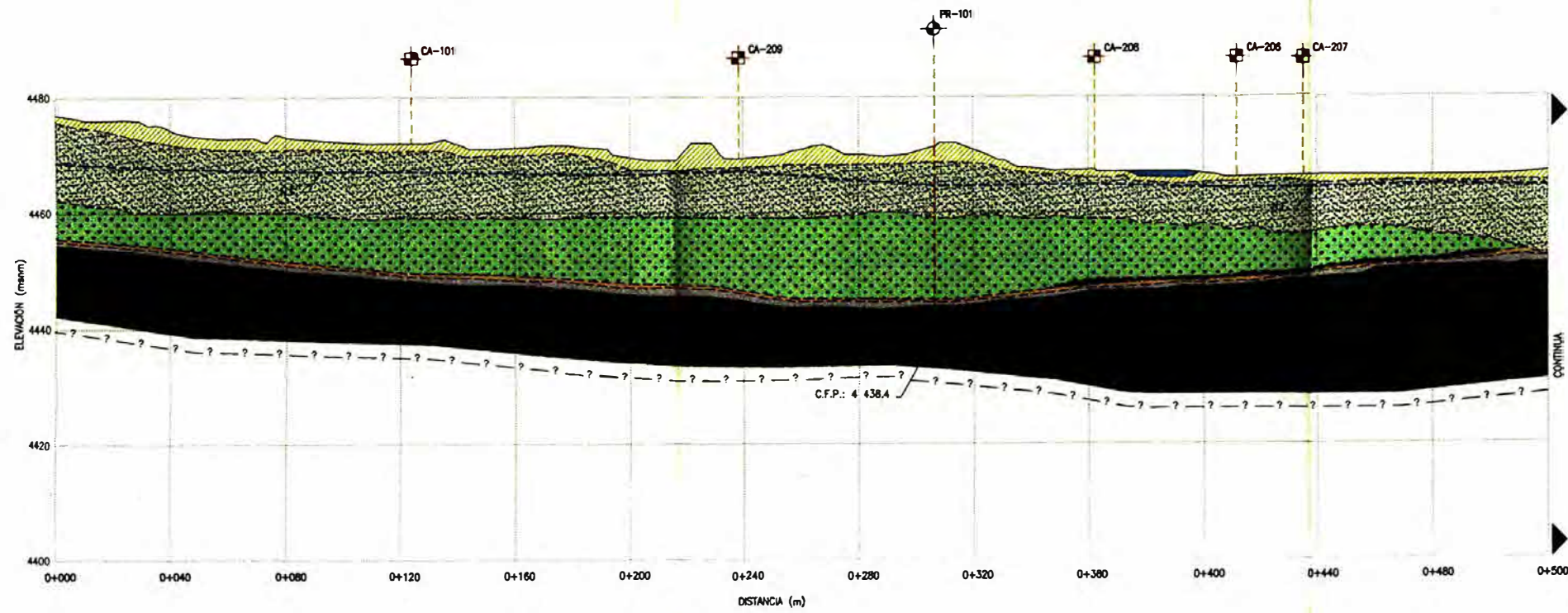
- NOTAS:**
- EL SISTEMA DE REFERENCIA USADO ESTA EN UTM ELIPSOIDE PSAD56.
 - EL MAPEO GEOLOGICO - GEOTECNICO SE REALIZO ENTRE 15/03/12 Y 23/03/12.
 - LAS UNIDADES GEOLOGICAS - GEOTECNICAS FUERON DETERMINADAS EN BASE A LAS PERFORACIONES, CALICATAS Y MAPEO GEOLOGICO - GEOTECNICO.
 - LAS LINEAS SISMICAS FUERON REALIZADAS EN EL 2010.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TITULACIÓN PROFESIONAL - ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS 2012

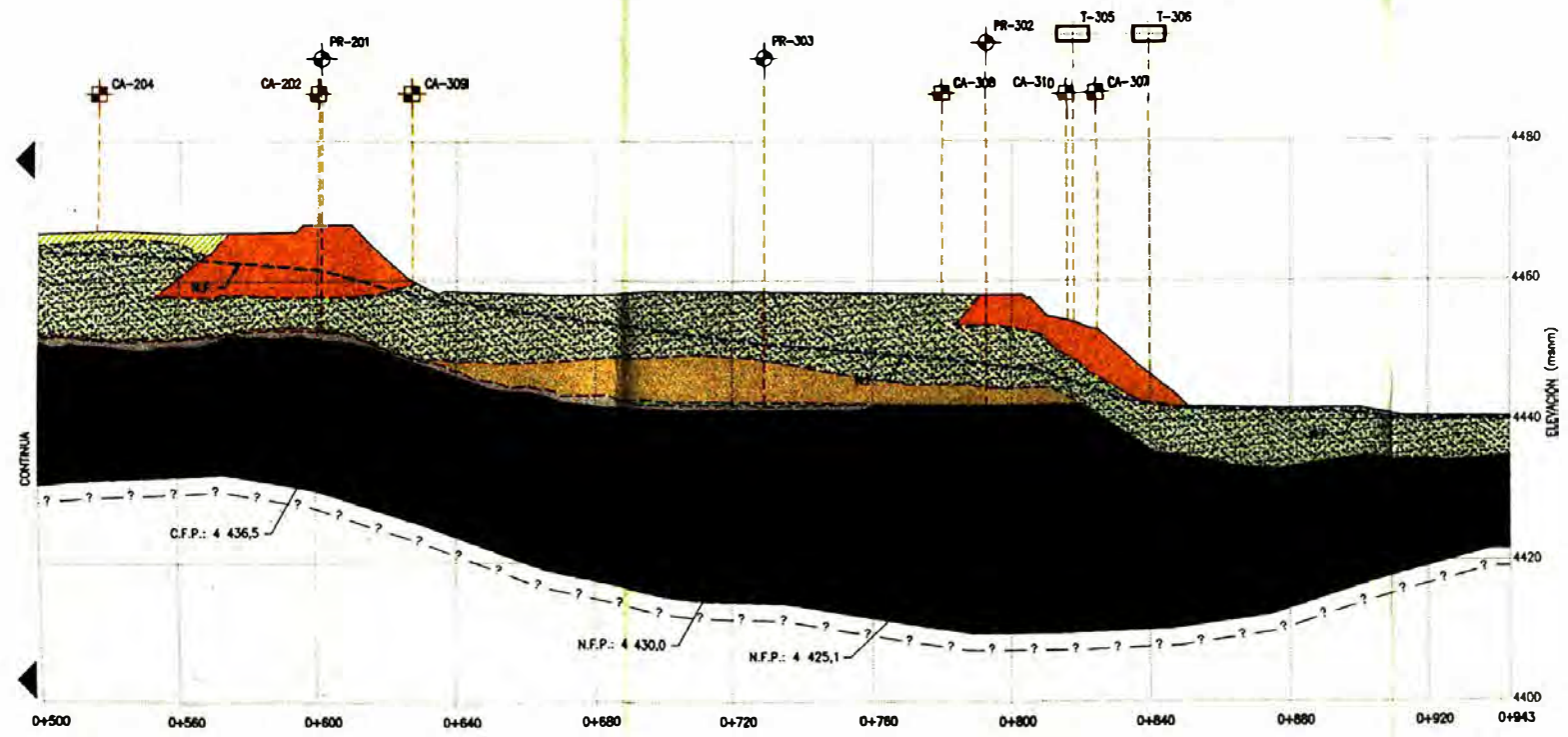
REALIZADO: BCH. LUIS RIVAS SOTO
REVISADO: ING. LUIS GONZALES HIJAR
ESCALA: INDICADA
FECHA: MARZO 2013

PROYECTO: EVALUACIÓN DE RELAVERA ANTIGUA CON PROPÓSITO DE USARLO COMO BOTADERO DE DESMONTE DE MINA PARA UN PLAN DE CIERRE
PLANO: PLANO Y SECCIONES GEOLÓGICAS-GEOTECNICAS
N°: 103



LEYENDA	
	SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE
	N.E. NIVEL FREÁTICO
	LÍNEA DE PRESUNCIÓN
	CA-310 CALICATAS EJECUTADAS
	PR-301 PERFORACIONES EJECUTADAS
	T-306 TRINCHERAS EJECUTADAS
	C.F.P. COTA DE FONDO DE PERFORACIÓN
	LAGUNA ARTIFICIAL
	RELAVE
	RELLENO NO CONTROLADO
	RELLENO CONTROLADO
	DESMONTE DE MINA
	DIQUE
	BOFEDALES Y SUELO ORGÁNICO (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA I)
	DEPÓSITO GLACIAL - FLUVIAL (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA II)
	DEPÓSITO ALUVIAL (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA III)
	SUELO RESIDUAL (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA V)
	BASAMENTO ROCOSO (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA VI)
	MAYORITARIAMENTE LIMULITAS, ARENISCAS CON NIVELES DE CALIZAS, MARGOSAS

- NOTAS:
1. EL SISTEMA DE REFERENCIA USADO ESTÁ EN UTM ELIPSOIDE PSAD56.
 2. EL MAPEO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO SE REALIZÓ ENTRE 15/03/12 Y 23/03/12.
 3. LAS SECCIONES GEOLÓGICAS-GEOTÉCNICAS HAN SIDO DETERMINADAS EN BASE A LAS CALICATAS Y TRINCHERAS, ENSAYOS DPL, PERFORACIONES Y AL MAPEO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE CAMPO.



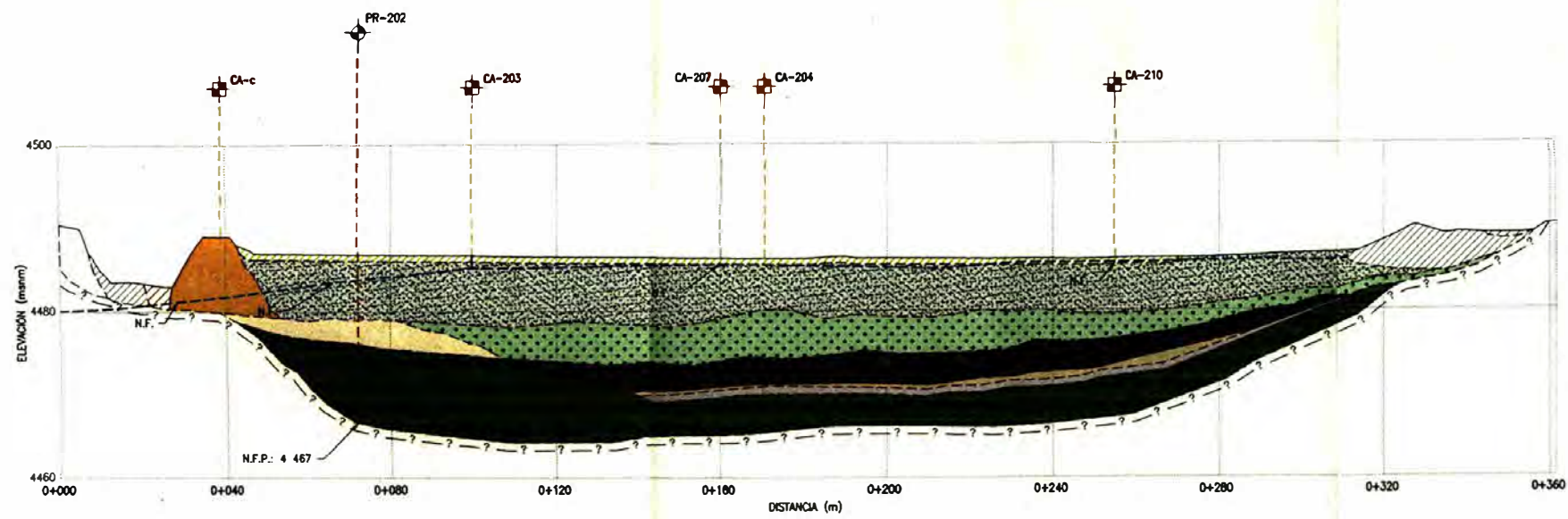
1 SECCIÓN
 ESCALA H : 1/1 000
 V : 1/500



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 TITULACIÓN PROFESIONAL-ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS 2012

REALIZADO: BCH. LUIS RIVAS SOTO
 REVISADO: ING. LUIS GONZALES HUIAR
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: MARZO 2013

PROYECTO: EVALUACIÓN DE RELAVERA ANTIGUA CON PROPÓSITO DE USARLO COMO BOTADERO DE DESMONTE DE MINA PARA UN PLAN DE CIERRE
 PLANO: SECCIÓN PRINCIPAL GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA 1-1
 N°: 103-1



2 SECCIÓN
 ESCALA H : 1/750
 V : 1/375

LEYENDA	
	SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE
	N.F. NIVEL FREÁTICO
	LÍNEA DE PRESUNCIÓN
	CA-302 CALICATAS EJECUTADAS
	PR-101 PERFORACIONES EJECUTADAS
	C.F.P. COTA DE NIVEL DE PERFORACIÓN
	RELAVE
	RELLENO NO CONTROLADO
	RELLENO CONTROLADO
	DESMONTE DE MINA
	DIQUE
	BIÓFITALES Y SUELO ORGÁNICO (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA I)
	DEPÓSITO GLACIAL - FLUVIAL (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA II)
	DEPÓSITO ALUVIAL (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA III)
	DEPÓSITO MORRÉNICO (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA IV)
	SUELO RESIDUAL (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA V)
	BASAMENTO ROCOSO (UNIDAD GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA VI)
	MAYORITARIAMENTE LIMOLITAS, ARENISCAS CON NIVELES DE CALIZAS, MARGOSAS

- NOTAS:
1. LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA EN MARZO DEL 2012
 2. EL SISTEMA DE REFERENCIA USADO ESTÁ EN UTM ELIPSOIDE PSAD56.
 3. EL MAPEO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO SE REALIZÓ EN MARZO DEL 2012.
 4. LAS SECCIONES GEOLÓGICAS-GEOTÉCNICAS HAN SIDO DETERMINADAS EN BASE A LAS CALICATAS Y TRINCHERAS, ENSAYOS DPL, PERFORACIONES Y AL MAPEO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE CAMPO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 TITULACIÓN PROFESIONAL-ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS 2012

REALIZADO:	BCH. LUIS RIVAS SOTO
REVISADO:	ING. LUIS GONZALES HUIAR
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	MARZO 2013

PROYECTO:	EVALUACIÓN DE RELAVERA ANTIGUA CON PROPÓSITO DE USARLO COMO BOTADERO DE DESMONTE DE MINA PARA UN PLAN DE CIERRE	
PLANO:	SECCIÓN SECUNDARIA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA 2-2	N°: 103-2