

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



**AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN
TANTAHUATAY FASE 2A**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JUAN CARLOS SOPLIN MACEDO

Lima - Perú

2014

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	4
LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE SIGLAS.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES.....	10
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	11
2.1 PAD DE LIXIVIACIÓN.....	12
2.1.1 Nivelación del Pad.....	12
2.1.2 Sistema de Subdrenaje.....	15
2.1.3 Sistema de Revestimiento.....	16
2.1.4 Colección, Conducción y Distribución de la Solución.....	17
2.1.5 Camino de Acceso Perimetral y Canal de Derivación.....	18
CAPÍTULO III: INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.....	20
3.1 GENERALIDADES.....	20
3.2 TRABAJOS DE CAMPO.....	20
3.2.1 Mapeo Geológico - Geotécnico.....	20
3.2.2 Calicatas.....	21
3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	23
3.3.1 Ensayos Índice de Mecánica de Suelos.....	24

3.3.2 Ensayo de Conductividad Hidráulica.....	24
3.3.3 Ensayo de Carga Puntual.....	26
3.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN.....	29
3.4.1 Unidades Geotécnicas.....	29
3.4.2 Nivel de Agua.....	31
3.4.3 Nivel de Cimentación.....	31
3.5 ESTUDIO DE CANTERAS.....	31
3.5.1 Relleno Estructural.....	32
3.5.2 Grava de Drenaje.....	33
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DEL DISEÑO GEOTÉCNICO.....	35
4.1 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	35
4.1.1 Metodología de Análisis.....	35
4.1.2 Criterios de Diseño.....	36
4.1.3 Condiciones Analizadas.....	37
4.1.4 Propiedades de los Materiales.....	38
4.2 RESULTADOS OBTENIDOS.....	41
CAPÍTULO V: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES.....	43
5.1 PAD DE LIXIVIACIÓN.....	43
5.1.1 Sistema de Subdrenaje.....	44
5.1.2 Sistema de Revestimiento.....	44
5.1.3 Sistema de Colección de Solución.....	48
5.1.4 Acceso Perimetral y Canal de Derivación.....	51

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....54

6.1 CONCLUSIONES.....54

6.2 RECOMENDACIONES.....55

BIBLIOGRAFÍA.....56

ANEXOS

ANEXO A: Registro de Excavaciones

ANEXO B: Ensayos de Laboratorio

ANEXO C: Análisis Geotécnico de Estabilidad

ANEXO D: Planos

RESUMEN

El proyecto Tantauhatay está ubicado en la provincia y distrito de Hualgayoc, departamento de Cajamarca. El área de influencia del proyecto se ubica entre los 3 800 y 4 000 msnm.

Considerando que se ha finalizado la ejecución de las plataformas de lixiviación de las Fases 1 y 2 del proyecto Tantauhatay, y sobre todo teniendo en cuenta los plazos estimados para obtener los permisos para la ejecución de una nueva plataforma de lixiviación proyectada (Fase 3), se tiene la necesidad de implementar una ampliación de la Fase 2 para continuar con la lixiviación del mineral proveniente del tajo Tantauhatay para cubrir ese lapso que implica la obtención de los permisos por parte de las entidades pertinentes.

En efecto, proyectar una nueva plataforma de lixiviación implicaría, por las condiciones del terreno, emplazarla en una zona muy alejada del tajo Tantauhatay que nos llevaría a un elevado costo de construcción por los tramos muy largos de transporte del mineral además de construir nuevas pozas de procesos para el almacenamiento de la solución proveniente del pad. Todo esto para una cantidad de mineral no meritoria ya que, como se menciona líneas arriba, en lo posterior se proyectará una nueva plataforma de lixiviación Fase 3 en la cual se tiene previsto implementar las pozas de procesos, poza de mayores eventos y todo cuanto implica la infraestructura de una nueva plataforma de lixiviación para continuar con la lixiviación del mineral proveniente del tajo Tantauhatay, la cual se emplazará en la quebrada denominada "Hueco 2".

Como solución al problema antes mencionado se plantea proyectar la Fase 2A (ampliación de la Fase 2), al proyectar esta ampliación estaríamos cumpliendo con los requerimientos del cliente tanto en plazo como en capacidad de apilamiento requerido. Esto evitará las posibles paradas en la producción que significarían para el cliente una pérdida económica invaluable por la cantidad de personal y maquinaria que se encuentra destacada en campo.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 2.1 Criterios de Diseño.....	13
Tabla N° 3.1 Resumen de Calicatas - Pad de Lixiviación Fase 2A.....	22
Tabla N° 3.2 Resumen de Calicatas – Canteras.....	23
Tabla N° 3.3 Resumen de Ensayos de Clasificación de Suelos.....	24
Tabla N° 3.4 Resumen de Resultados de Ensayo de Conductividad Hidráulica.....	26
Tabla N° 3.5 Resumen de Ensayo de Carga Puntual.....	29
Tabla N° 3.6 Distribución Granulométrica del Relleno Estructural.....	32
Tabla N° 3.7 Índice de Plasticidad del Relleno Estructural.....	33
Tabla N° 3.8 Distribución Granulométrica de la Grava de Drenaje.....	33
Tabla N° 4.1 Resumen de Propiedades de Materiales para Análisis de Estabilidad.....	40
Tabla N° 4.2 Envoltente No-Lineal de la Interfase Geomembrana/Suelo de Baja Permeabilidad.....	41
Tabla N° 4.3 Envoltente No-Lineal de la Interfase Geomembrana/GCL.....	41
Tabla N° 4.4 Resultados de los Análisis de Estabilidad.....	42

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 2.1 Proceso de Lixiviación por Pilas.....	11
Figura N° 2.2 Vista General de la Plataforma de Lixiviación Tantahuatay Fase 2A..	12
Figura N° 2.3 Vista General del Sistema de Subdrenaje.....	16
Figura N° 2.4 Vista General del Sistema de Revestimiento.....	17
Figura N° 2.5 Vista General del Sistema de Colección de Solución.....	18
Figura N° 2.6 Vista en Planta del Acceso Perimetral, Tramo I.....	19
Figura N° 2.7 Vista en Planta del Acceso Perimetral, Tramo II.....	19
Figura N° 2.8 Vista en Planta del Acceso Perimetral, Tramo III.....	19
Figura N° 3.1 Vista en Planta de Calicatas.....	22
Figura N° 3.2 Configuración de Cargas y Forma de los Testigos.....	28
Figura N° 3.3 Modos Típicos de Falla para los Testigos.....	28
Figura N° 3.4 Curva Granulométrica de la Grava de Drenaje.....	34

LISTA DE SIGLAS

	Pág.
ROM = Run-Of-Mine, es el mineral proveniente ya sea de una chancadora o del tajo mismo de tal manera que tenga un tamaño tal pueda ser procesado directamente sin necesidad de un nuevo chancado.....	9
ILS = Nombre de la poza de procesos donde es derivada la solución con alto grado de concentración.....	10
PLS = Nombre de la poza de procesos donde es derivada la solución con bajo grado de concentración.....	10
LLDPE = Polietileno de Baja Densidad Lineal.....	13
HDPE = Polietileno de Alta Densidad (High Density Polyethylene).....	15
SST = Tipo de Geomembrana texturada por un solo lado.....	16
GCL = Revestimiento Geosintético de Arcilla (Geosynthetic Clay Liner), que consiste en una capa de Bentonita (arcilla) en medio de dos capas de geotextil.....	16
SDR = Relación de Dimensiones Estándar (Standard Dimension Ratio), para clasificar a las tuberías sólidas según su capacidad para soportar más o menos presión.....	17
UTM = Sistema de referenciación internacional que nos permite ubicar un objeto en cualquier lugar de la tierra mediante coordenadas.....	22
Df : Nivel de fundación propuesta.....	22
NE : No encontrada.....	22
ND : No determinada.....	23
SUCS : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.....	24
LL : Límite Líquido.....	24

IP	: Índice Plástico.....	24
Is(50)	: Índice de carga puntual corregido.....	29
σ_c	: Resistencia a la compresión no confinada.....	29
CQA	=Aseguramiento de la Calidad en la Construcción (Construction Quality Assurance).....	32
PGA	= Aceleración Pico del Suelo.....	36
RMR	= Índice de Clasificación Geomecánica de Rocas de Bieniawski.....	39

INTRODUCCIÓN

El cliente se encuentra en la actualidad desarrollando el proyecto Tantahuatay, ubicado en el distrito y provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca. Las exploraciones mineras se vienen desarrollando sobre una altitud que varía entre los 3 800 a 4 000 msnm.

El cliente tiene planeado explotar minerales procedentes de los tajos Tantahuatay y Ciénaga Norte localizados dentro del área de la concesión minera. La extracción del metal aurífero se realizará por lixiviación de mineral, proceso que tendrá lugar en el Pad de Lixiviación Tantahuatay Fase 2A.

En este sentido el cliente solicitó el desarrollo de los estudios y diseños necesarios para poner en operación la infraestructura civil del proyecto. El alcance del estudio contempla efectuar los diseños a nivel de Ingeniería de Detalle del Pad de Lixiviación Fase 2A.

Previo a los estudios del Diseño de Ingeniería de Detalle de la Fase 2A, se llevó a cabo la revisión de la Ingeniería de Detalle del Pad de Lixiviación Fase 1 y Fase 2 y sus Pozas de Procesos

El pad de lixiviación se diseñará para ser operado en una etapa denominada Fase 2A, la cual será construida contigua a la Fase 2 y teniendo como base la tecnología convencional de lixiviación en pilas. De acuerdo con la estimación de reservas realizadas por el cliente, se solicita la configuración de la Fase 2A del pad de lixiviación con una capacidad aproximada de 4.9 millones de toneladas métricas de mineral ROM (Run-of-Mine).

El presente Informe de Suficiencia resume el diseño a nivel de Ingeniería de Detalle para la Fase 2A del Pad de Lixiviación enfocado en los aspectos geotécnicos del diseño mismo, incluyendo el análisis de estabilidad.

Para el desarrollo del estudio se realizaron ensayos de campo y laboratorio, que son anexados a este informe. Finalmente se incluyen los planos que son necesarios para complementar la información.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

El cliente viene desarrollando el proyecto Tantahuatay desde el año 2011, haciendo la explotación del mineral del tajo Tantahuatay y su posterior lixiviación de los minerales.

Inicialmente se ha proyectado la Fase 1 en la cual se ha incluido la plataforma de lixiviación, las pozas de procesos (ILS y PLS), la Poza de Mayores Eventos y una poza de control del agua proveniente del subdrenaje; estas pozas han sido proyectadas con una capacidad tal que puedan permitir la operación tanto de la Fase 1 como de las posibles ampliaciones a proyectarse posteriormente, es así que actualmente está construida la Fase 1 (incluido las pozas mencionadas), en construcción la Fase 2 y se proyectará la Fase 2A que es materia de este informe.

En el marco de Tesis para la obtención del título profesional de la facultad de Ingeniería Civil de la UNI tenemos una investigación respecto a las plataformas de lixiviación de manera general, realizada en el año 2005, en la cual se explica el procedimiento para el diseño de una plataforma de lixiviación de manera generalizada, de la cual podemos tomar como referencia muchos conceptos y/o criterios y al mismo tiempo implementar y plasmar los nuevos conceptos y metodologías que se han venido desarrollado desde entonces hasta la actualidad.

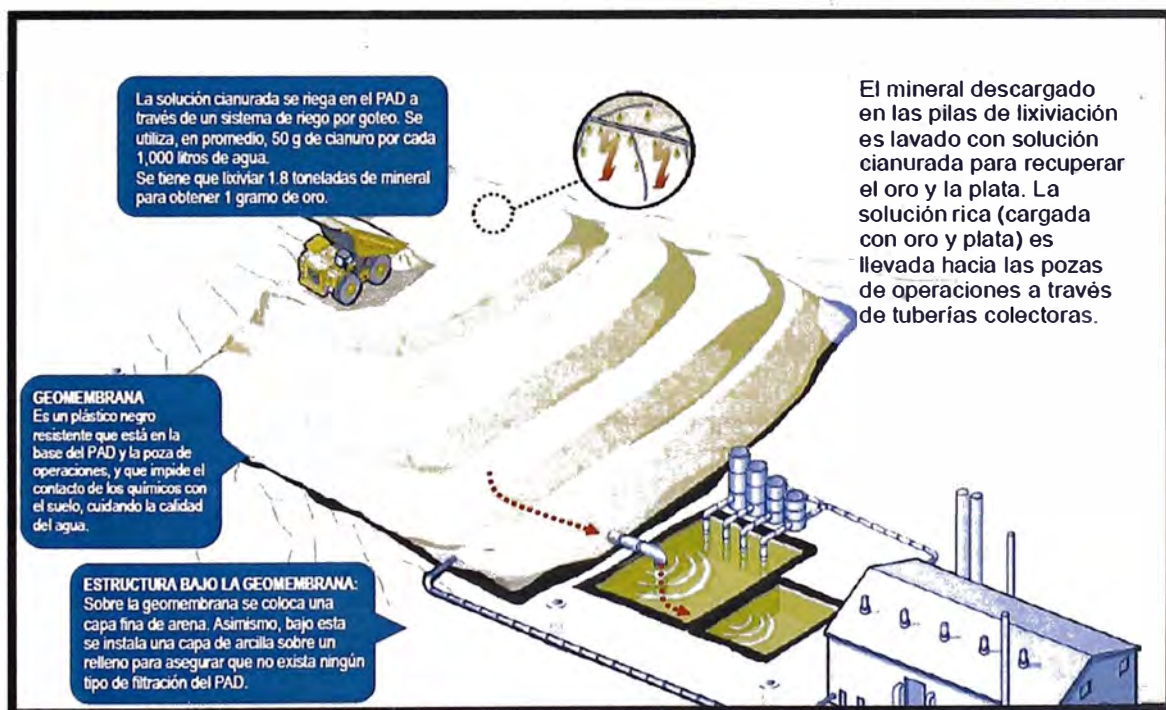
Es en este contexto que se desarrollará el diseño de la plataforma de lixiviación Fase 2A del proyecto Tantahuatay.

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las instalaciones que forman parte del diseño de la ingeniería de detalle en este estudio corresponden a: Pad de Lixiviación Fase 2A, aspectos geotécnicos. El diseño del pad de lixiviación está basado en la tecnología convencional de lixiviación en pilas, Figura 2.1. Las dimensiones del pad están basadas en la información de reservas de mineral, recibida del cliente y las condiciones del terreno existente.

FIGURA 2.1

PROCESO DE LIXIVIACIÓN POR PILAS



Se presentan los planos necesarios para complementar la información plasmada en este informe. A continuación se presenta una descripción resumida de dichas instalaciones:

Debido a la presencia de materiales no apropiados en la cimentación del pad, tales como turbas, suelos orgánicos, arcillas y limos blandos, se ha previsto su remoción hasta alcanzar el nivel de cimentación colocando, de ser necesario, un relleno.

TABLA 2.1`

CRITERIOS DE DISEÑO

Descripción	Unidad	Criterio Usado	Fuente
Pad de Lixiviación			
Producción promedio mineral	TM/año	6 480 000	A
	TM/mes	540 000	A
	TM/día	18 000	A
Ciclo de lixiviación			
capas	días	60	F
Características del Mineral de Mina (ROM)			
Humedad promedio en estación húmeda	%	4	A
Humedad máxima en estación húmeda	%	8	A
Humedad promedio en estación seca	%	3	A
Sistema de Transporte al Pad			
Método de transporte	Camiones a Apilamiento		A
Capacidad de los camiones	m³	60	A
Producto	Mineral ROM		A
Parámetros del Pad			
Densidad promedio mineral	t/m³	1,6	F
Período de retomo sismo de diseño	años	500	C
Evento sísmico de diseño¹	g	0,29	C
Coeficiente sísmico	Adimensional	0,15	C
Estabilidad estática corto plazo, mínimo	F.S.	1,3	C
Estabilidad estática largo plazo, mínimo	F.S.	1,5	C
Estabilidad pseudo-estática, mínimo	F.S.	1,0	C
Análisis de deformación²	si FS Pseudo-estático<1,0		C
Lluvia para el evento de diseño³	mm	variable	C
Período de retorno evento de diseño canal de derivación	años	100	C
Sistema revestimiento del Pad de Lixiviación	simple/doble	simple	B
Revestimiento Pad de Lixiviación	Tipo textura	LLDPE	C
		texturada	C

Descripción	Unidad	Criterio Usado	Fuente
Espesor del revestimiento	mm	2,0	C
Detección de fugas	S/N	no	C
Sistema de subdrenaje	S/N	si	C
Capacidad total	TM	4 916 800	C
	m ³	3 073 000	C
Área Total	m ²	7 8000	C
Tiempo de operación	meses	9.1	C
Sistema de colección de la solución	S/N	sí	B
Tipo de sistema de colección	gravedad/ bombeo	gravedad	B
Tuberías de colección de la solución	tipo	pared doble perforada	C
Diámetro de tuberías principales de colección	mm	300	C
Diámetro de tuberías laterales de colección	mm	100	C
Espaciamiento de tuberías laterales	m	15	C
Altura típica de capa para construcción	m	8	E
Parámetros de Lixiviación			
Tasa de aplicación nominal (operación)	L/h/m ²	10	B
Tasa de aplicación máximo	L/h/m ²	12	B
Área bajo irrigación ⁴	m ²	85 000	D
Flujo de solución de lixiviación total ⁵	m ³ /h	1 000	A
Pérdida de solución total	%	2	A
Contenido de humedad residual	%	6,0	A

DONDE:

A: Información o Criterio proporcionado por el cliente.

B: Práctica Industrial Estándar.

C: Recomendaciones dadas al Cliente.

D: Criterios a partir de Cálculos de Proceso.

F: Criterios a partir de las pruebas metalúrgicas (Proporcionado por el cliente).

Nota para la Tabla 2.1:

1. La aceleración pico en el lugar de la mina a nivel de roca basal es 0,29g, considerando un período de retorno de 500 años y 10% de excedencia. El coeficiente sísmico utilizado en el análisis pseudo-estático es de 0,15.
2. Ningún daño significativo deberá producirse en las instalaciones de procesos debido a la ocurrencia de un terremoto severo.
3. El área total que se ha considerado tiene como límite la berma perimetral.
4. El área bajo irrigación es calculada a partir de la producción diaria, ciclo de lixiviación, densidad del mineral y altura de capa típica. El valor obtenido es 85 000 m².
5. El flujo total de lixiviación es dato del cliente.

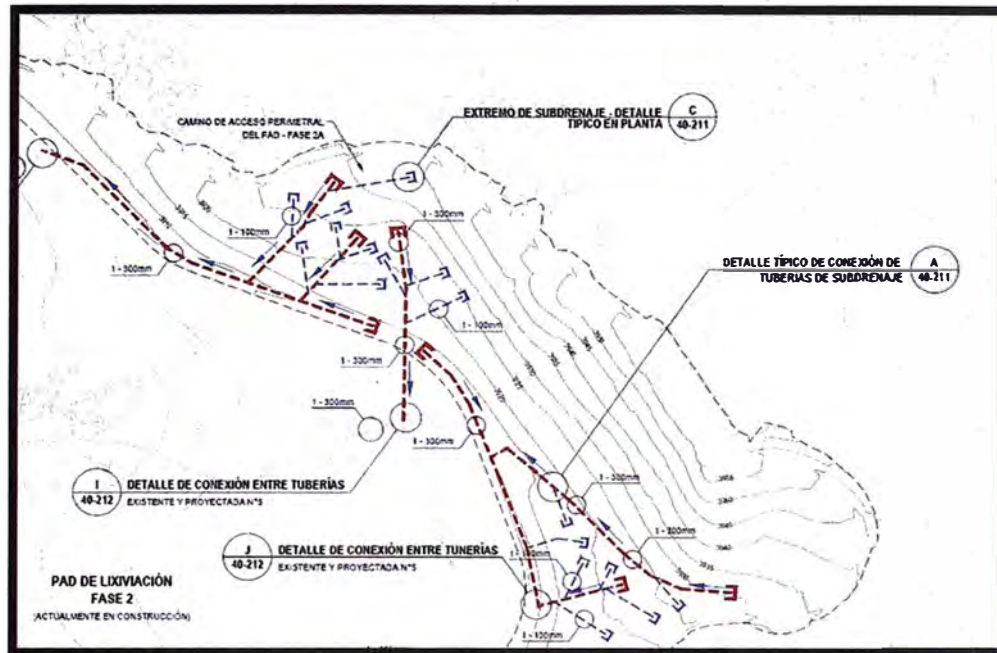
2.1.2 Sistema de Subdrenaje.

El sistema de subdrenaje tiene la finalidad de coleccionar y conducir el agua subterránea que fluye por debajo del pad de lixiviación. El subdrenaje será construido mediante tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 100 y 300 mm de diámetro, dentro de una trinchera rellena con grava y una tapa con geotextil. El sistema de subdrenaje será diseñado para coleccionar los flujos de agua subterránea dentro de los límites del pad como se muestra en la Figura 2.3.

El sistema de subdrenaje del Pad Fase 2A será conectado al existente de la Fase 2 en este último se ha previsto dejar las terminales (“mechas”) necesarias para la conducción y evacuación de los flujos subterráneos. El esquema del sistema de subdrenaje se muestra en el en el plano 05 y los detalles generales son mostrados en los Planos 06 y 07.

FIGURA 2.3

VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE

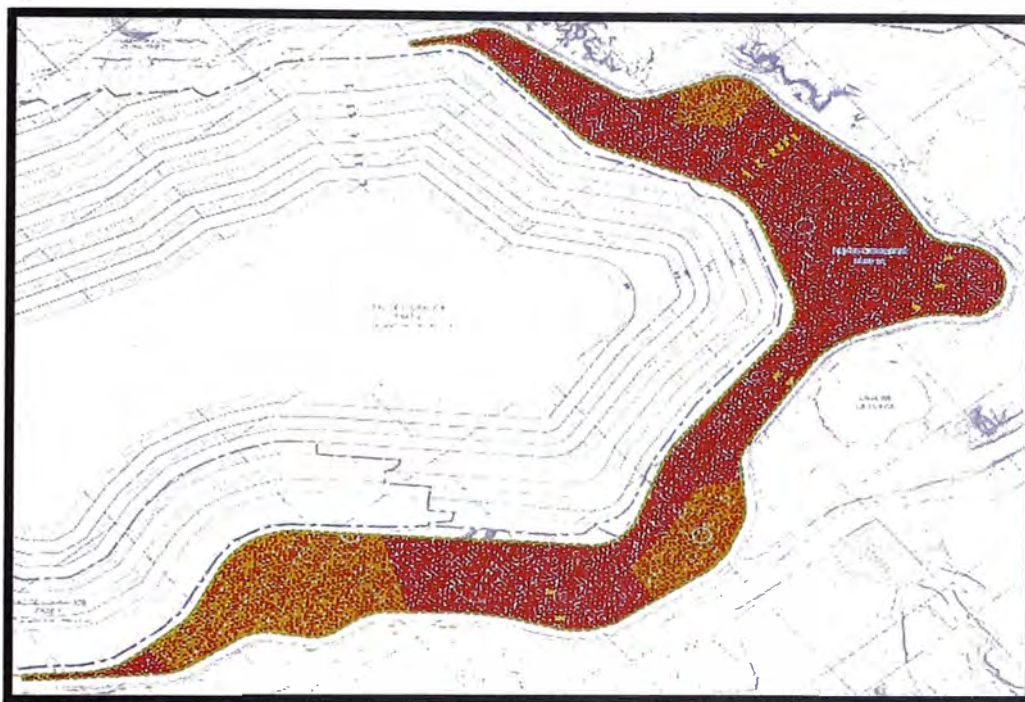


2.1.3 Sistema de Revestimiento

El sistema de revestimiento estará conformado por una capa de geomembrana texturada por un solo lado (SST) de LLDPE de 2,0 mm de espesor, instalada por encima de una base de suelo de baja permeabilidad de 300 mm de espesor o de GCL según las condiciones del terreno. Para proteger la geomembrana contra el punzonamiento y rasgaduras, se instalará cobertura de material de sobre-revestimiento de 500 mm de espesor, el cual puede variar dependiendo de las condiciones del terreno y de los equipos a usar. En la Figura 2.4 se muestra el límite de revestimiento con geomembrana y las zonas de suelo de baja permeabilidad y GCL para completar el sistema de revestimiento en el pad.

FIGURA 2.4

VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE REVESTIMIENTO



2.1.4 Colección, Conducción y Distribución de la Solución

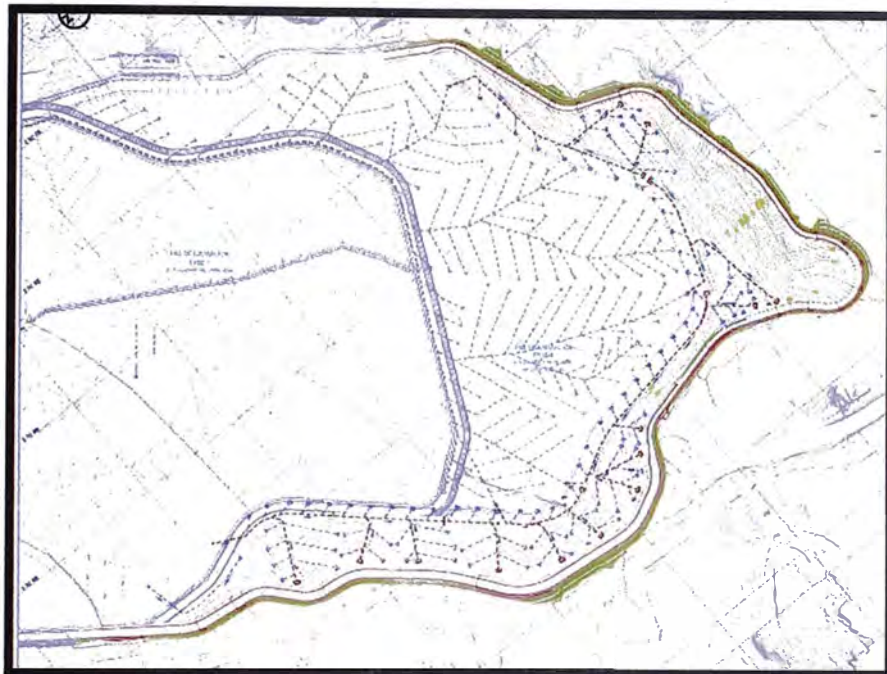
El sistema de colección de solución de la Fase 2A del pad de lixiviación se realizará de acuerdo con los sistemas convencionales de lixiviación en pilas, el cual consiste en la instalación de tuberías laterales perforadas de HDPE de pared doble de 100 mm de diámetro y tuberías de colección principal perforadas de HDPE de pared doble de 300 mm de diámetro.

Las tuberías de conducción principales se conectarán a tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 300 mm existentes de la Fase 2 y la Fase 1 respectivamente; que se empalmarán a tuberías sólidas de HDPE SDR 21 de 450 mm de diámetro mediante accesorios, especiales y conducirán la solución hacia la esquina Suroeste del pad, donde se encuentra la caja de distribución de solución.

En la Figura 2.5 se muestra el arreglo general del sistema de colección de solución.

FIGURA 2.5

VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN



2.1.5 Camino de Acceso Perimetral y Canal de Derivación.

El camino de acceso perimetral de la Fase 2A define el límite de extensión del pad de lixiviación, empalmándose al camino perimetral de las fases 1 y 2 de diseño. Los canales de derivación transitan siguiendo el mismo alineamiento a fin de derivar los flujos de escorrentía, tanto del acceso como de los taludes de cortes adyacentes y de las cuencas tributarias alrededor y fuera del pad.

El camino de acceso perimetral tendrá un ancho nominal de 3 m. A lo largo de todo el alineamiento del camino de acceso perimetral se colocará una capa de rodadura de 200 mm de espesor, que deberá tener una inclinación (bombeo) de 2% hacia el canal de derivación adyacente, para derivar el agua de escorrentía superficial. En los tramos en los cuales el canal de derivación adyacente al camino de acceso perimetral, presente una profundidad superior a 1 m, y pueda generar algún tipo de peligro para el tránsito vehicular, se deberá instalar en el camino perimetral una berma de seguridad de 500 mm de altura o guardavía de 700 mm altura.

En las Figuras 2.6, 2.7, y 2.8 se muestran el alineamiento horizontal del camino de acceso perimetral del pad de lixiviación.

FIGURA 2.6

VISTA EN PLANTA DEL ACCESO PERIMETRAL, TRAMO I

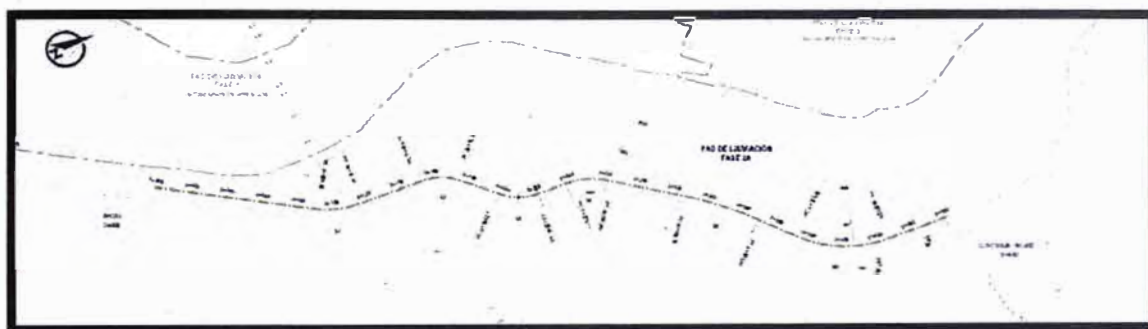


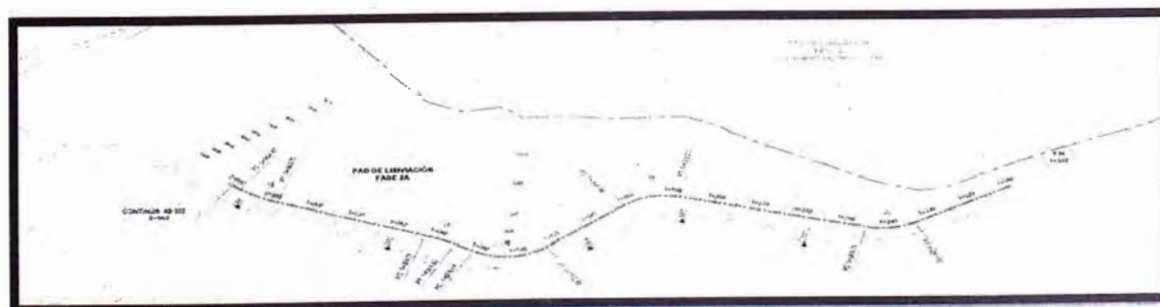
FIGURA 2.7

VISTA EN PLANTA DEL ACCESO PERIMETRAL, TRAMO II



FIGURA 2.8

VISTA EN PLANTA DEL ACCESO PERIMETRAL, TRAMO III



CAPÍTULO III: INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

3.1 GENERALIDADES

Para la ejecución de este estudio, se revisó la información existente de estudios desarrollados en la campaña de investigaciones geotécnicas llevadas a cabo en el año 2007 y 2011, como parte del estudio “Diseño del Pad de Lixiviación Fase 1, Pozas, Botaderos y Accesos - Proyecto Tantahuatay” y Estudio de “Ingeniería de Detalle del Pad de Lixiviación Fases 1 y 2” respectivamente, en función a ello se efectuó un programa de investigación geotécnica de campo complementaria que consistió en el mapeo geológico-geotécnico del área de estudio y la supervisión de la excavación de calicatas. Asimismo se realizó el muestreo representativo de los materiales de cimentación y de los materiales de préstamo para ser adecuadamente ensayados en los laboratorios de mecánica de suelos y mecánica de rocas.

A continuación se detallan las investigaciones geotécnicas que se desarrollarán para el presente estudio.

3.2 TRABAJOS DE CAMPO

3.2.1 Mapeo Geológico - Geotécnico

El mapeo geológico-geotécnico detallado del área de estudio y de las áreas circundantes, permitió identificar y registrar los rasgos geológicos y unidades geotécnicas presentes, los cuales se muestran en la Figura 3.1 y Plano 02.

Morfológicamente, el área que comprende el pad lixiviación Fase 2A, se encuentra emplazada en la cabecera de un valle glaciar, de sección típica en “U” y fondo amplio, adyacente a la divisoria de aguas; limita aguas abajo con el pad de lixiviación actual. Sus flancos presentan mayormente pendiente moderada a fuerte, donde sobresalen masas rocosas de relieve escarpado. Litológicamente, este sector está constituido por tobas, y cuerpos subvolcánicos, de naturaleza andesíticas y dacíticas, moderada a fuertemente alteradas y fracturadas, conformando suelos residuales de espesor variable. Cubriendo al basamento rocoso se presentan depósitos coluviales que se distribuyen en su mayor extensión en el sector norte del área de estudio. Adyacente al área de estudio se presenta una pequeña laguna

bordeada de pajonal inundado, el cual será removido en su totalidad para la cimentación.

No se ha registrado evidencias de procesos de geodinámica externa.

3.2.2 Calicatas

El programa de investigación de campo mediante calicatas, se desarrolló en setiembre del 2012. Se ejecutó un total de 19 calicatas convenientemente ubicadas y distribuidas dentro del área de interés, con la finalidad de evaluar las condiciones geotécnicas de los materiales de cimentación para la construcción del pad de lixiviación en su Fase 2A. En cada una de las calicatas se llevó a cabo una detallada descripción de los tipos de suelos encontrados. Asimismo, se tomaron muestras disturbadas, las cuales fueron identificadas y almacenadas en bolsas plásticas con la finalidad de efectuar ensayos posteriores de caracterización física y mecánica en el laboratorio.

Algunas calicatas fueron llevadas a cabo manualmente y otras utilizando una excavadora modelo CAT 336 proporcionadas por el cliente. Las Tablas 3.1 y 3.2 presentan un resumen de las calicatas realizadas. Como se puede observar la profundidad máxima alcanzada fue de 4,50 m (corte existente), en muchas de ellas se alcanzó el nivel del basamento rocoso. En cada una de las calicatas se realizó el muestreo y registro detallado de los diferentes tipos de materiales existentes. Adicionalmente se obtuvieron fotografías en cada ubicación. En el Anexo A se presentan los registros de las calicatas efectuadas. En la Figura 3.1 se presentan las ubicaciones en planta de las calicatas realizadas para el presente estudio.

FIGURA 3.1
VISTA EN PLANTA DE CALICATAS

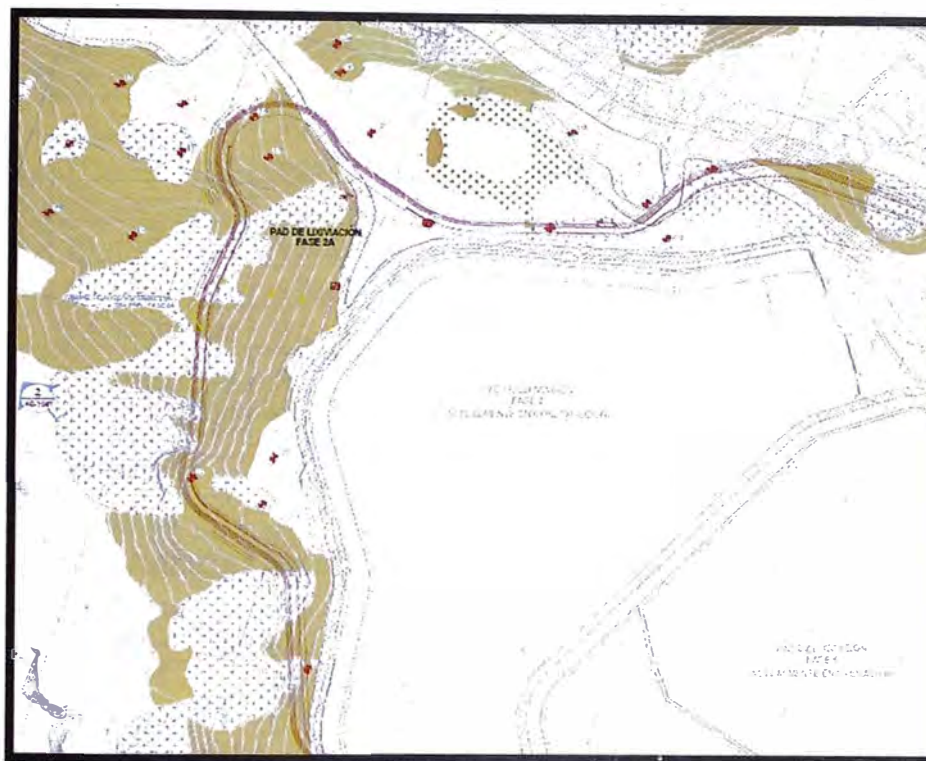


TABLA 3.1
RESUMEN DE CALICATAS – PAD DE LIXIVIACIÓN FASE 2A

Área	Código de Calicata	Coordenadas UTM		Nivel Agua (m)	Topsoil (m)	Dfr (m)	Nivel Roca (m)	Prof. Total (m)
		Norte	Este					
Pad de Lixiviación Fase 2A	TP_TAN12-101	9 254 976	757 603	NE	0,40	0,60	0,60	0,60
	TP_TAN12-105	9 255 118	757 610	NE	0,40	0,40	0,50	0,50
	TP_TAN12-106	9 255 086	757 643	NE	0,30	3,20	3,20	3,20
	TP_TAN12-107	9 255 071	757 620	NE	0,30	2,00	2,00	2,00
	TP_TAN12-108	9 255 129	757 550	NE	0,40	1,70	1,70	2,20
	TP_TAN12-109	9 255 177	757 552	NE	0,30	3,20	3,20	3,20
	TP_TAN12-110	9 255 178	757 598	NE	0,30	0,90	0,30	0,90

Área	Código de Calicata	Coordenadas UTM		Nivel de Agua (m)	Topsoil (m)	D _r (m)	Nivel de Roca (m)	Prof. Total (m)
		Norte	Este					
Pad de Lixiviación Fase 2A	TP_TAN12-111	9 255 162	757 643	NE	0,30	2,10	2,10	2,10
	TP_TAN12-112	9 255 126	757 640	NE	0,20	1,80	2,40	2,40
	TP_TAN12-113	9 255 023	757 608	NE	0,20	1,00	1,00	3,00
	TP_TAN12-114	9 254 911	757 618	NE	-	0,70	0,70	0,70
	TP_TAN12-115	9 254 847	757 629	NE	0,30	0,60	1,10	1,10
	TP_TAN12-116	9 254 835	757 680	NE	-	0,20	0,20	0,20
	TP_TAN12-117	9 254 864	757 648	NE	0,20	1,00	1,80	1,80
	TP_TAN12-119	9 255 013	757 549	NE	0,40	ND	NE	4,50
	TP_TAN12-120	9 255 015	757 433	NE	-	0,20	0,20	0,20
	TP_TAN12-121	9 255 055	757 408	NE	0,10	1,20	1,20	1,20
	TP_TAN12-122	9 255 013	757 402	NE	-	0,10	0,10	3,00
	TP_TAN12-123	9 254 960	757 306	NE	-	1,00	NE	1,00

TABLA 3.2

RESUMEN DE CALICATAS - CANTERAS

Cantera	Material	Código de Calicata	Coordenadas UTM		Nivel de Roca (m)	Potencia (m)	Prof. Total (m)
			Norte	Este			
Cantera Km 92 Chilete	Grava de Drenaje	TP_TAN12-306	9 255 138	757 976	-	Acopio	-

3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Durante el desarrollo de la exploración geotécnica de campo se obtuvieron muestras representativas de las calicatas.

En los materiales indicados se llevaron a cabo ensayos de Mecánica de Suelos para determinar los parámetros geotécnicos a emplearse en los diseños de las diferentes instalaciones que se construirán en la mina.

Todos los ensayos fueron llevados a cabo en el laboratorio en la ciudad de Lima, siguiendo los procedimientos recomendados según las versiones actualizadas de la American Society for Testing and Materials (ASTM). El detalle de los ensayos de laboratorio se presenta en el Anexo B.

A continuación se presenta la descripción de los ensayos realizados y algunos comentarios de los resultados obtenidos.

3.3.1 Ensayos Índice de Mecánica de Suelos.

En las muestras seleccionadas (representativas) 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 3.3 en términos de granulometría, límites de plasticidad y contenido de humedad natural.

TABLA 3.3
RESUMEN DE ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Área / Muestra	Calicata	Prof. (m)	Clasif. Sucs	D. Granulométrica			Límites de Atterberg		Contenido de Humedad (%)
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL	IP	
Pad de Lixiviación Fase 2A	TP_TAN12-101 / M-1	0,00-0,60	SC	14,7	47,3	38,0	28	13	12,4
	TP_TAN12-106 / M-1	0,50-2,60	GP-GC	82,4	9,5	8,0	27	9	6,4
	TP_TAN12-108 / M-1	0,40-1,70	SC	20,1	41,4	38,5	37	13	18,5
	TP_TAN12-117 / M-1	0,20-1,80	GC	44,3	37,0	18,7	24	10	14
	TP_TAN12-119 / M-1	0,40-4,50	GP	99,2	0,4	0,4	NP	NP	0,2
	TP_TAN12-121 / M-1	0,50-1,20	GP-GC	71,6	17,7	10,7	27	9	7,3

3.3.2 Ensayo de Conductividad Hidráulica.

Descripción del Ensayo

La conductividad hidráulica es la facilidad con la que el agua se mueve a través de espacios porosos y fracturas porosas en el suelo o rocas, sujeta a un gradiente hidráulico y condicionada por el nivel de saturación y la permeabilidad del material. La conductividad hidráulica es en general determinada ya sea a través un enfoque empírico, por el cual la misma está correlacionada con las propiedades del suelo, o bien a través de un enfoque experimental, calculándola mediante ensayos. Los métodos de cada uno de los enfoques son presentados en este informe.

Este ensayo calcula la conductividad hidráulica empíricamente seleccionando un método basado en la distribución del tamaño de grano a través del material. Cada método deriva de una ecuación general, la cual es:

$$K = \left(\frac{g}{v}\right) C f(n) (d_e)^2$$

En donde:

K= conductividad hidráulica

g= aceleración gravitatoria

v= viscosidad cinética

C= coeficiente empírico de Hazen

f(n)= función porosidad

d_e= diámetro de grano efectivo

La viscosidad cinética está determinada por la viscosidad dinámica (μ) y el fluido (agua) como $v=\mu/\rho$. Los valores de C, f(n) y d dependen del método utilizado en el análisis del tamaño de grano. La porosidad (n) deriva de la relación empírica:

$$n = 0.255(1 + 0.83^U)$$

Donde el coeficiente de uniformidad del grano (U) está dado por:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

La muestra, d₆₀ representa el diámetro de grano (en milímetros) para el cual el 60% de la muestra es más fina y d₁₀ representa el diámetro de grano (en milímetros) para el cual el 10% de la muestra es más fina. Las diferentes fórmulas empíricas están basadas en esta ecuación general.

Utiliza la ecuación de Kozeny-Carman para la mayoría de las texturas de suelo. Ésta es la más ampliamente aceptada y utilizada empíricamente, basada en el tamaño del grano del suelo, pero no es apropiada para utilizar en suelos con un tamaño efectivo de grano superior a los 3 milímetros, o para suelos arcillosos:

$$U = \left(\frac{g}{v}\right) 8.3 \times 10^{-3} \left[\frac{n^3}{(1-n)^2} \right] (d_{10})^2$$

A fin de evaluar y determinar la permeabilidad de los materiales de préstamo para grava de drenaje, se llevó a cabo el ensayo de conductividad hidráulica de pared rígida. Este ensayo se ejecutó siguiendo los procedimientos de la norma ASTM D-2434 (pared rígida). El resultado obtenido se presenta en la Tabla 3.4

TABLA 3.4

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA

Cantera / material	Calicata / muestra	Clasif. SUCS	Permeab. (cm/s)	Tipo de ensayo
Cantera Km 92 Carretera Chilete – Cajamarca/Grava de Drenaje	TP_TA12–306 / Acopio	GP	1,60 E+01	Pared Rígida

3.3.3 Ensayo de Carga Puntual.

Descripción del Ensayo

El ensayo de carga puntual se utiliza para determinar la resistencia a la compresión simple de fragmentos irregulares de roca, testigos cilíndricos de sondajes o bloques, a partir del índice de resistencia a la carga puntual (I_s), de tal forma que el esfuerzo aplicado se convierte a valores aproximados de UCS, según el diámetro de la muestra. El procedimiento consiste en romper una muestra entre dos puntas cónicas metálicas accionadas por una prensa.

Las ventajas de este ensayo son que se pueden usar muestras de roca irregulares sin preparación previa alguna y que la máquina es portátil.

Procedimiento:

1. Concebir una idea general de la roca en cuanto a su litología y estructuras.
2. Identificar las muestras.
3. Medir las dimensiones de la muestra.
4. Dependiendo del tipo de muestra (ver Figura 3.2), se sitúa el testigo entre las puntas cónicas de la máquina, resguardando que se cumplan las configuraciones de carga y requerimientos de forma del testigo.
5. Se recubre la máquina con una bolsa resistente cuyo fin será el de evitar que al momento de fallar la roca no salten fragmentos y dañen a personas u objetos de alrededor.
6. Una persona se encarga de medir la presión a la cual está siendo sometida la muestra mediante un nanómetro conectado directamente a la prensa hidráulica.
7. Una segunda persona será la encargada de ir aumentando paulatinamente la presión en la prensa hidráulica.
8. Una vez falle el testigo se retira y se analizan las condiciones y modo de ruptura (Figura 3.3).

FIGURA 3.2

CONFIGURACIÓN DE CARGA Y FORMA DE LOS TESTIGOS (A) MUESTRA DIAMETRAL, (B) MUESTRA AXIAL, (C) BLOQUE Y (D) MUESTRA IRREGULAR. L = LARGO, W = ANCHO, D = DIÁMETRO, Y DE = DIÁMETRO DEL NÚCLEO EQUIVALENTE.

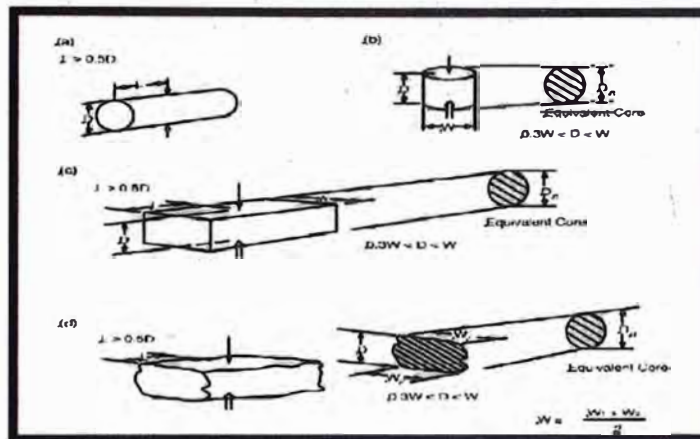
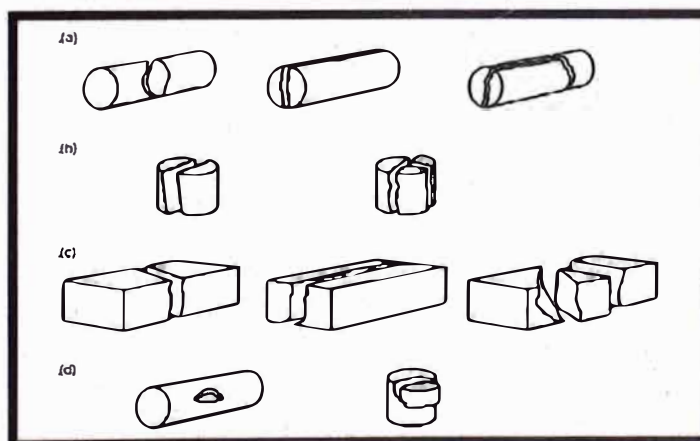


FIGURA 3.3

MODOS TÍPICOS DE FALLA PARA LOS TESTIGOS (A) MUESTRAS DIAMETRALES VÁLIDAS; (B) MUESTRAS AXIALES VÁLIDAS; (C) BLOQUES VÁLIDOS; (D) MUESTRAS INVÁLIDAS.



Se realizó el ensayo de carga puntual a la muestra de la cantera Chilete de grava de drenaje, con la finalidad de obtener su resistencia compresiva. Este ensayo sigue

los procedimientos de la norma ASTM D-5731 y el resultado se presenta en la Tabla 3.5 en términos de la resistencia a la compresión no confinada equivalente a σ_c y de la dureza de la roca.

TABLA 3.5
RESUMEN DE ENSAYO DE CARGA PUNTUAL

Área	Calicata y Perforaciones	Prof. (m)	Carga Puntual		Grado de Dureza
			Is(50) (Mpa)	σ_c (Mpa)	
Cantera Km 92 Carretera Chilete - Cajamarca	TP_TA12-306	----	6,06	145	R5 (Anexo B)

3.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN

Las investigaciones geotécnicas planteadas en campo sirvieron para identificar y definir las propiedades geotécnicas del material de fundación de las diferentes estructuras contempladas en este informe.

A continuación una descripción de la caracterización geotécnica realizada en el área de interés.

3.4.1 Unidades Geotécnicas

Las unidades geotécnicas definidas en el área del pad de lixiviación Fase 2A corresponden a cuatro unidades: Pajonal Inundado (Unidad Geotécnica I), Depósito Coluvial (Unidad Geotécnica II), Depósito Residual (Unidad Geotécnica III) y Basamento Rocosó (Unidad Geotécnica IV). Estas unidades son descritas a continuación.

Pajonal Inundado (Unidad Geotécnica I)

Unidad conformada por suelos hidromórficos y orgánicos, con presencia de turba, de espesor variable, se caracteriza por presentar áreas de baja pendiente que no permiten un drenaje superficial adecuado. Es atravesada en un pequeño sector por el acceso perimetral.

Esta unidad, dada sus características de suelo orgánico, matriz arcillo limosa, fina y saturada es inadecuada para propósitos de cimentación, por lo que durante la construcción del acceso deberá ser removida en su totalidad y remplazarlo con material de préstamo.

Depósito Coluvial (Unidad Geotécnica II).

Está compuesta por grava pobremente gradada con arcilla, grava arcillosa, grava limosa con arena, arena limosa a arcilla limosa con grava, clasificando como GP, GP-GC, GM, SM, CL, en el sistema SUCS; de plasticidad nula a media, con compacidad suelta a densa, en condición húmeda y con presencia de bolonería y bloques aislados.

Estos depósitos, por sus características gruesas, son adecuados para propósitos de cimentación, por lo que durante la construcción no necesariamente deberán ser removidos en su totalidad, dependiendo de su compacidad. Asimismo, estos depósitos son susceptibles a erosión, deslizamientos y caída de rocas, por lo que durante la construcción de los caminos de accesos los taludes de corte no deberán tener un talud mayor a 1H: 1.5V.

Depósito Residual (Unidad Geotécnica III)

Esta unidad consiste de suelo de matriz fina a gruesa, compuestos por arena limosa con grava, arena arcillosa, grava limosa con arena a grava arcillosa con arena, clasificando como SM, SC, GM y GC según el sistema SUCS. De plasticidad baja a media, medianamente densa a muy densa.

Esta unidad geotécnica es adecuada para nivel de desplante de cimentación dependiendo del grado de consistencia ó compacidad en el que se encuentre siendo necesario un tratamiento de su techo (limpieza). Se encuentra presente en gran parte del área de estudio.

De acuerdo a registros de sondajes realizados en estudios anteriores, los suelos residuales se presentan yaciendo y subyaciendo al basamento rocoso presente (rocas de dureza igual o mayor que 2), formando un complejo modelo geotécnico.

Basamento Rocoso (Unidad Geotécnica IV)

Durante la investigación de campo, se determinó la presencia del basamento rocoso a través del mapeo de afloramientos, y registros de calicatas y perforaciones.

El basamento rocoso consiste de tobas brechosas de grano fino a grueso, color gris blanquecino y de resistencia débil que afloran mayormente en el flanco derecho de la quebrada, y hacia el flanco izquierdo cuerpos de naturaleza andesítica de grano fino a medio, color gris verdoso a plumizo, fracturada con tramos brechados, de resistencia mayormente débil a media. En general esta unidad geotécnica es adecuada para cimentación.

3.4.2 Nivel de Agua

Las calicatas efectuadas en el área del pad de lixiviación Fase 2A no han reportado nivel freático, sin embargo de acuerdo a registros de estudios anteriores hacia el fondo de quebrada éste es relativamente superficial.

3.4.3 Nivel de Cimentación

Durante la investigación geotécnica se determinaron los niveles de desplante para la cimentación en toda el área correspondiente a la Fase 2A del pad de lixiviación. El criterio de inspección de estos niveles se basa principalmente en encontrar un basamento rígido ó un material no cedente que permita soportar las solicitaciones de carga del mineral a disponer y evite los asentamientos diferenciales pronunciados, asegurándose que los depósitos subyacentes a este nivel sean de las mismas características en profundidad o hasta el encuentro del basamento rocoso.

El nivel de cimentación varía sustancialmente de 0,3 m en los afloramientos rocosos, a 3,5 m en las áreas de suelos residuales. En los suelos muy blandos o sueltos el nivel de cimentación llega hasta los 4,70 m, que es el contacto con el basamento rocoso.

3.5 ESTUDIO DE CANTERAS

Durante la investigación geotécnica de campo se definieron las áreas de préstamo ó canteras correspondientes a los materiales a utilizar durante la construcción del pad de lixiviación Fase 2A, estas áreas fueron delimitadas calculándose su potencia y

distancia a la futura zona de trabajo. De cada cantera se obtuvieron muestras representativas para ensayos de laboratorio los que a continuación se detallan para cada tipo de material.

3.5.1 Relleno Estructural

El material de relleno estructural determinado durante la investigación de campo fue delimitada a través del área representada por los cortes que se realizarán para alcanzar el nivel de cimentación y/o nivelación del pad de lixiviación Fase 2A, se reporta una clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) correspondiente a arena arcillosa con grava (SC), grava pobremente gradada (GP) y grava pobremente gradada con arcilla con arena (GP-GC) con una distribución granulométrica aproximada de entre 99,2% y 14,7% de grava, 0,4% y 47,3 de arena, y 0,4% y 38,5% de finos; índice de plasticidad entre 9% y 13%, en algunos caso de plasticidad nula, y humedad natural entre 0,2% y 18,5%.

El material de relleno estructural antes de su disposición deberá de ser evaluado por personal de CQA, cumpliendo con lo establecido en las Tablas 3.6 y 3.7.

Especificación Técnica

TABLA 3.6
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL RELLENO ESTRUCTURAL

Tamaño de Malla	Porcentaje que Pasa
200 mm (8")	100
150 mm (6")	100 - 100
75 mm (3")	80 - 100
38 mm (1.5")	65 - 100
19 mm (3/4")	55 - 90
4.75 mm (N° 4)	45 - 80
0.45 mm (N° 40)	30 - 60
0.075 mm (N° 200)	20 - 40

TABLA 3.7

ÍNDICE DE PLASTICIDAD DEL RELLENO ESTRUCTURAL

Porcentaje que pasa la Malla N° 200	Índice de Plasticidad (IP) (Valor máximo)
30 - 40	15
25 - 30	17
16 - 25	20
5 - 15	25
MENOR A 5	30

3.5.2 Grava de Drenaje

El material de grava de drenaje estará compuesto por material procesado (zarandeado) proveniente de la cantera ubicada en el Km 92 de la carretera Chilote – Cajamarca, se obtuvo muestra del material acopiado en la mina, para ser ensayada en el laboratorio. De acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio el material obtenido posee características granulométricas de 94,4% de gravas, 4,7% de arenas y 4,7% de finos, no presentando plasticidad, cuyas especificaciones y curva granulométrica se puede ver en la Tabla 3.8 y Figura 3.4 respectivamente.

Especificación Técnica

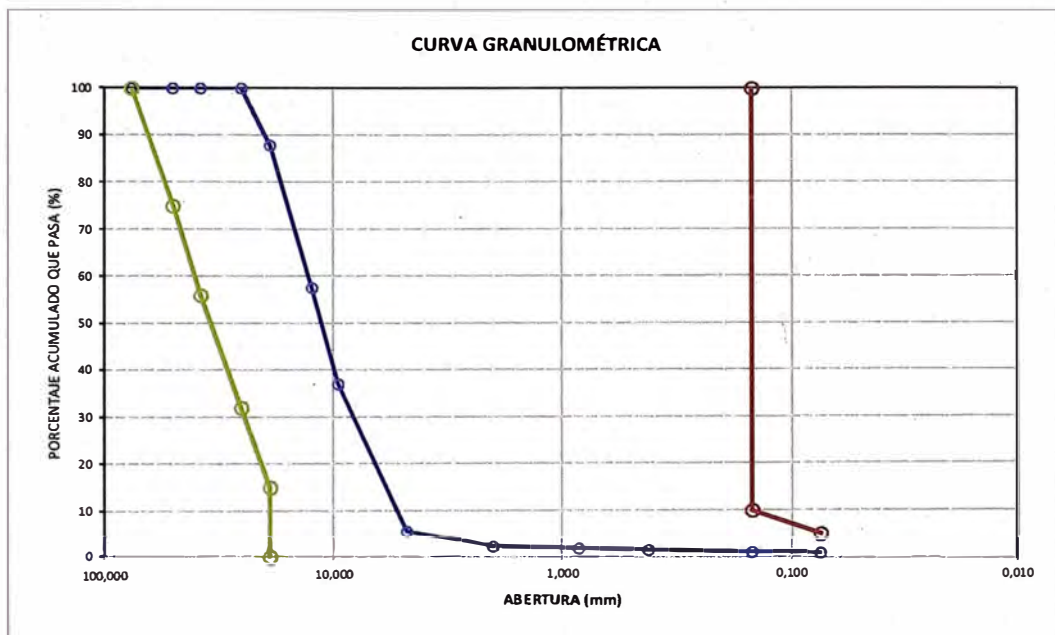
TABLA 3.8

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE LA GRAVA DE DRENAJE

Tamaño de Malla		% que pasa
SI	Norma EE.UU.	
75 mm	3 pulgada	100
38 mm	1,5 pulgada	50 – 100
19 mm	3/4 pulgada	20 - 100
4,75 mm	#4	0 - 30
0,45 mm	#40	0 - 10
0,075 mm	#200	0 - 5
Índice de Plasticidad (ASTM D4318)		No Plástico
Permeabilidad de la Matriz, menor a 19 mm (ASTM D2434)		$> 1 \times 10^{-1}$ cm/s
Índice de Carga Puntual Corregido Promedio Mínimo (Is50)*, (ASTM D5731)		$> 2,7$ N/mm ²

FIGURA 3.4

CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA GRAVA DE DRENAJE



CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DEL DISEÑO GEOTÉCNICO

4.1 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Los análisis de estabilidad de taludes han sido efectuados como parte del diseño de la Fase 2A del pad de lixiviación, este análisis incluye el apilamiento del pad Fase 1 y Fase 2.

A continuación se describen las consideraciones del diseño geotécnico tomadas en cuenta para la ejecución de los análisis de estabilidad.

4.1.1 Metodología de Análisis

Para el análisis de estabilidad de taludes en general, se utilizó el programa de cómputo SLIDE versión 6. Este es un programa de análisis de estabilidad de taludes completamente integrado, que permite desarrollar la geometría del talud interactivamente y la definición de los tipos y propiedades de los materiales de manera muy amigable para el usuario.

El análisis para calcular el factor de seguridad se llevó a cabo de manera bidimensional usando el concepto de equilibrio límite, aproximando el problema a un estado de deformación plana. El programa tiene la opción de utilizar diferentes métodos de análisis de estabilidad de manera simultánea; sin embargo, para el presente análisis se ha utilizado el Método de Spencer empleando dovelas para el cálculo de superficies de falla. La superficie de falla crítica es definida como aquella que proporciona el menor factor de seguridad, y fue encontrada en forma interactiva modificando las condiciones de búsqueda de la misma evaluándose superficies de falla tanto circulares, como en bloque.

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

Para el análisis pseudo-estático se considera que la masa involucrada en la falla está sometida a una aceleración horizontal igual a un coeficiente sísmico

multiplicado por la aceleración de la gravedad, de modo de tomar en cuenta el efecto de las fuerzas inerciales producidas por el terremoto de diseño.

De acuerdo con la literatura técnica existente, 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 de 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 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 lo tanto, para el análisis pseudo-estático de taludes en el proyecto Tantauatay Fase 2A se recomienda usar un coeficiente sísmico lateral de $\alpha = 0,15$, el cual es aproximadamente 50% de la máxima aceleración esperada en la zona de acuerdo a la Tabla 2.1.

4.1.2 Criterios de Diseño

Los criterios de diseño establecidos para el presente análisis fueron los siguientes:

- Mínimo factor de seguridad estático a largo plazo igual a 1,5. Basado en los criterios de Diseño de Presas de la USACOE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos)
- Mínimo factor de seguridad pseudo-estático a largo plazo y para taludes permanentes igual a 1,0. Basado en los criterios de Diseño de Presas de la USACOE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos)

- Desplazamientos inducidos por sismo que no comprometan la seguridad del apilamiento o la integridad del sistema de revestimiento.

Se debe indicar que un factor de seguridad pseudo-estático mayor que 1,0 no significa que el apilamiento de mineral o desmonte no se moverá durante un evento sísmico. Lo que probablemente ocurrirá es que los desplazamientos serán mínimos y no se producirán daños permanentes en el sistema de revestimiento, asociados al terremoto de diseño.

4.1.3 Condiciones Analizadas

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

- El análisis ha considerado la condición más crítica representada por las secciones de mayor altura y de mayor pendiente en su base. En las Figuras 4.1 a 4.4 se presentan la planta y secciones analizadas considerando el apilamiento de la Fase 1, Fase 2 y la Fase 2A.
- De acuerdo con las calicatas y estaciones estructurales realizadas en el área del proyecto, los depósitos de suelo residual se encuentran yaciendo y subyaciendo al basamento rocoso presente, formando así un modelo geotécnico en el cual se utilizó la presencia intercalada de suelos residuales y basamento rocoso.
- Para el análisis de estabilidad del pad de lixiviación, se ha asumido que el nivel de la solución estará como máximo a 2 m por encima del fondo del revestimiento de geomembrana, lo cual es una hipótesis conservadora para instalaciones revestidas que colectarán solución más no la almacenarán. Este nivel de solución actuará como un nivel freático afectando principalmente las propiedades del mineral localizado en el fondo del pad y eventualmente el de la interfase, lo que también es una asunción conservadora puesto que la interfase estará aislada del contacto con la solución a través de la geomembrana.

- Para el análisis, se ha asumido que el nivel freático estará como máximo a 0,5 m debajo de la superficie de nivelación proyectada. Este nivel de agua actuará como un nivel piezométrico afectando principalmente al depósito residual y el basamento rocoso, lo cual es una hipótesis conservadora ya que como se acotó anteriormente los niveles de agua encontrados son continuos en toda el área del pad de lixiviación.
- Se considera la existencia de superficies de falla tipo circular en la evaluación de la estabilidad a través del mineral del apilamiento. Asimismo, debido a la presencia del revestimiento de geomembrana, se ha analizado superficies de falla no circulares o de tipo bloque, con la finalidad de evaluar la estabilidad del apilamiento a través del sistema de revestimiento.
- El análisis estático y pseudo-estático a largo plazo del pad de lixiviación, han sido modelados considerando los parámetros drenados de los materiales involucrados en los análisis.

4.1.4 Propiedades de los Materiales

Las propiedades de los materiales fueron obtenidas a partir de ensayos de laboratorio realizados en muestras representativas de cada uno de los materiales involucrados en los análisis. A continuación se presenta un breve resumen de la estimación de los parámetros de resistencia.

Cabe indicar que los materiales que controlan las condiciones de estabilidad en pilas de lixiviación corresponden al mineral que será apilado y a la interfase más débil suelo/geomembrana, que generalmente corresponde al contacto GCL con la geomembrana. Por lo tanto, para la determinación de los parámetros geotécnicos de estos materiales se realizaron ensayos de resistencia cortante y ensayos de compresión triaxial.

Mineral

El mineral que será depositado en el pad de lixiviación corresponde a materiales gruesos de apropiadas características geotécnicas, con 86% de grava, 11% de arena y 3% de finos, clasificación GP y GW según SUCS; y coeficiente de

permeabilidad de 3,6 y 5,1 cm/s al 95% del Proctor Estándar. Asimismo, se realizó un ensayo de compresión triaxial (*CU*) para obtener las propiedades de resistencia cortante, los resultados indican una cohesión nula y un ángulo de fricción de 41°. De acuerdo a lo anterior, para el análisis se estima un ángulo de fricción de 37° y cohesión nula como valores conservadores previniendo así la variabilidad de propiedades geotécnicas que el mineral pueda tener durante la operación.

Interfase GCL – Geomembrana

Los parámetros de resistencia cortante se han asumido de acuerdo a las especificaciones técnicas de este material dadas por el proveedor. Para el análisis de estabilidad se ha asumido conservadoramente una envolvente no lineal de esfuerzos.

Relleno Estructural

Los materiales identificados como relleno estructural presentan granulometría gruesa y apropiadas características geotécnicas. Su granulometría varía entre 99,2% y 14,7% de grava, 0,4% y 47,3 de arena, y 0,4% y 38,5% de finos, con una clasificación SUCS SC, GP y GP-GC. De acuerdo a los resultados considerados en el estudio de la Fase 1 y dada la similitud en características con este material de relleno se estima conservadoramente un ángulo de fricción de 36° y cohesión nula.

Depósito Residual

Este material corresponde a la roca en estado de intemperismo alto a muy alto y que ha sido identificado en la recuperación de muestras en las perforaciones realizadas, presentando una dureza menor a 25 MPa (R2) y porcentajes de recuperación inferior al 50%, el valor de RMR Básico que se obtiene en estos sectores es menor a 25. Con estas características y empleando las correlaciones de Bieniawski se determinó una cohesión de 10 kPa y 28° de fricción como los parámetros a considerar en el modelo geotécnico de análisis.

Basamento Rocoso

La roca subyacente a poca profundidad en los depósitos cercanos a afloramientos y a mayor profundidad en la zona de humedales y pajonales fue identificada como toba andesítica. A partir de la clasificación geomecánica de estos materiales obtenidos de los datos de estaciones estructurales y ensayos de carga puntual, se consideró parámetros geotécnicos de 150 kPa y 35° para la cohesión y ángulo de fricción respectivamente.

Las propiedades de los materiales antes mencionados se pueden apreciar en las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3.

TABLA 4.1

RESUMEN DE PROPIEDADES DE MATERIALES PARA ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Material	γ_{total} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción (°)
Mineral	17,1	18,1	0	37
Interfase – Geomembrana /Suelo Baja Permeabilidad Cantera Condori	15,0	16,0	*	*
Interfase – Geomembrana / GCL	16,0	17,0	*	*
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36
Depósito Residual	16,0	28,0	10	28
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33
Basamento Rocoso	22,0	23,0	150	35

Nota

*: Envolvente No-Lineal de esfuerzos.

TABLA 4.2**ENVOLVENTE NO-LINEAL DE LA INTERFASE GEOMEMBRANA/SUELO BAJA PERMEABILIDAD CANTERA CONDORI**

Esfuerzo Normal (kPa)	Esfuerzo Cortante (kPa)
0,0	0,0
100	57
200	100
400	145
800	187

TABLA 4.3**ENVOLVENTE NO-LINEAL DE LA INTERFASE GEOMEMBRANA/GCL**

Esfuerzo Normal (kPa)	Esfuerzo Cortante (kPa)
0,0	0,0
100	20
200	45
400	80
800	125

4.2 RESULTADOS OBTENIDOS

En el Anexo C de este Informe se presenta las salidas del programa SLIDE, las cuales ilustran el análisis de estabilidad realizado para el pad de lixiviación. Dichas salidas contienen información de la sección transversal, propiedades de los materiales, nivel freático y ubicación de la superficie de falla crítica con el menor factor de seguridad.

En la Tabla 4.4 se presenta un resumen de los resultados obtenidos del análisis de estabilidad realizado. En esta tabla se presentan los resultados para los casos estático y pseudo-estático, según correspondan; y para el análisis con superficies de falla circular y tipo bloque.

TABLA 4.4
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Área	Sección geotécnica analizada	Ubicación	Caso	Factor de seguridad	
				Estático	Pseudo-estático $\alpha=0,15$
Pad de Lixiviación Fase 2A	Sección 1	Aguas abajo	Falla Circular	2,27	1,58
			Falla Tipo Bloque	1,85	1,25
	Sección 2	Aguas abajo	Falla Circular	2,23	1,47
			Falla Tipo Bloque	1,81	1,20
		Aguas arriba	Falla Circular	2,55	1,67
			Falla Tipo Bloque	2,19	1,34
			Falla Circular	1,91	1,31
			Falla Tipo Bloque	2,03	1,40
	Sección 3	Aguas arriba	Falla Circular	2,93	1,79
			Falla Tipo Bloque	2,24	1,42

CAPÍTULO V: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

El diseño del pad de lixiviación Fase 2A, del proyecto Tantahuatay, ha sido elaborado en base a la tecnología convencional de lixiviación en pilas, para lo cual se han tomado como referencia los criterios de diseño presentados anteriormente, con datos proporcionados por el cliente al inicio del proyecto, y que son incluidos en el Capítulo 2 de este documento.

El diseño del pad de lixiviación contempla el sistema de subdrenaje; nivelación de la superficie del pad; sistema de revestimiento y sistema de colección de la solución lixiviada (tuberías de colección de solución principales y laterales, y sistema de sobre-revestimiento). Asimismo, se ha incluido el diseño del camino de acceso perimetral y canales de derivación temporal y permanente de agua superficial.

A continuación se presenta un resumen de los principales aspectos desarrollados durante el diseño de las diversas estructuras antes mencionadas.

5.1 PAD DE LIXIVIACIÓN

El Pad de Lixiviación de la Fase 2A ha sido configurada tomando en cuenta las características topográficas existentes en el área del proyecto, la configuración de la Fase 1 y Fase 2 existentes y la capacidad requerida por el cliente. El pad abarca un área aproximada de 7,8 Ha (hasta el límite de corte y/o relleno del camino de acceso perimetral y canal de derivación adyacente).

Los taludes de apilamiento de diseño emplean bancos de 8 m de altura, taludes intermedios de 1,3H:1V y anchos de berma de 9,6 m, que definen un talud global de 2,5H:1V para el mineral a depositar. La capacidad de almacenamiento de mineral de la Fase 2A es de 4.9 millones de toneladas métricas, De acuerdo con esta disposición, el pad de lixiviación llega a alcanzar unos 100 m de altura en su condición de apilamiento último.

La solución captada es derivada posteriormente por gravedad mediante tuberías hacia las tuberías existentes de las Fases 1 y 2.

5.1.1 Sistema de Subdrenaje

Una vez concluida la eliminación de materiales inadecuados, se procederá con la instalación del sistema de subdrenaje. El sistema de subdrenaje de la Fase 2A ha sido diseñado para captar los flujos de aguas subterráneas provenientes de la zona y derivarlos por debajo del sistema de revestimiento y conectarlos con los extremos del sistema de subdrenaje de las Fases 1 y 2. El diseño contempla la instalación de una red de colectores principales y ramales secundarios dispuestos en planta según el esquema convencional denominado “espina de pescado”.

Los drenes principales están conformados por tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 300 mm de diámetro dispuestas en los puntos más bajos de la superficie de corte. Los drenes secundarios están conformados por tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 100 mm de diámetro, y se conectan a los drenes principales empleando accesorios que deberán ser proporcionados por el fabricante. Tanto los drenes principales como los drenes secundarios están confinados en una zanja trapezoidal de profundidad (500 mm mínimo) y ancho variable en función al diámetro de la tubería, que serán rellenas con grava para drenaje y tapa de geotextil no tejido.

En el Plano 05 se muestra la configuración del sistema de subdrenaje para el pad de lixiviación. Los detalles de construcción de este sistema son mostrados en el Planos 06 y 07.

5.1.2 Sistema de Revestimiento

El sistema de revestimiento consistirá en la colocación de una capa de suelo de baja permeabilidad (soil liner) de 300 mm (mínimo) de espesor en las zonas de pendientes suaves menores a 2.5:1(H:V), y en las zonas de pendiente fuertes se colocará GCL y Geocompuesto, según lo indicado en el plano de sistema de revestimiento. Sobre estas coberturas se colocará una geomembrana de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) de 2,0 mm de espesor, texturada por un solo lado (SST), la cual se cubrirá con una capa de sobre-revestimiento (material granular) de 500 mm de espesor. En el Plano 13 se muestra el arreglo en planta y en los Planos

14 y 15 se muestran los detalles típicos del sistema de revestimiento del pad de lixiviación.

Suelo de Baja Permeabilidad

El material para revestimiento de suelo (suelo de baja permeabilidad, soil liner), consistirá de suelos arcillosos, areno arcillosos y gravas arcillosas, acondicionado a una humedad adecuada y compactado de acuerdo con los requerimientos indicados en el Capítulo 3 de este documento. Asimismo, se debe garantizar que los 100 mm superiores de esta capa de revestimiento de suelo, no presente gravas angulosas de tamaño mayor a 25 mm, que podrían dañar la geomembrana durante su instalación o durante la descarga del mineral y las operaciones de lixiviado.

EL suelo de baja permeabilidad deberá ser extraído de una cantera que cumpla con las Especificaciones Técnicas del proyecto, Sin embargo, si las condiciones de humedad lo permiten, se podrá utilizar material proveniente de canteras externas, las cuales deberán ser evaluadas a fin de verificar que cumplan con los requisitos señalados en las especificaciones técnicas.

Revestimiento Geosintético de Arcilla (GCL)

El revestimiento geosintético de arcilla (GCL por sus siglas en inglés) conforma una capa delgada de baja permeabilidad como sustituto de capas más gruesas de suelo de baja permeabilidad compactada. Este material combina el geotextil como capas externas y la bentonita de baja permeabilidad como núcleo, que a su vez actúa como un sellador natural que reacciona en contacto con el agua. Una vez que el GCL se encuentra saturado, la bentonita aumenta de volumen formando una barrera que alcanza permeabilidades cercanas a 5×10^{-9} cm/s. Como resultado, una capa de GCL funcionando de forma apropiada puede proporcionar aproximadamente las mismas características hidráulicas que una capa de suelo de baja permeabilidad compactada de 1 m de espesor.

El GCL será colocado debajo del revestimiento de geomembrana, en taludes pronunciados o en áreas donde resulte difícil la colocación y compactación del suelo de baja permeabilidad.

El Plano 10 muestra las zonas donde deberá instalarse el geocompuesto, para protección de la geomembrana en zonas rocosas, y el GCL, este último a solicitud del cliente para facilitar el trabajo en campo y en caso de no contar con suelo de baja permeabilidad, mientras que en Planos 14 y 15 se muestra los detalles de instalación y/o anclaje de estos materiales.

Revestimiento de Geomembrana SST de LLDPE de 2,0 mm

El revestimiento de la Fase 2A del pad de lixiviación, se efectuará empleando geomembrana de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), texturada por un solo lado (SST) de 2,0 mm de espesor. Este tipo de geomembrana ha sido seleccionada para el pad debido a su flexibilidad y resistencia al punzonamiento que ofrece ante cargas impuestas por el peso del mineral. Asimismo, para verificar la integridad del revestimiento de geomembrana se efectuaron ensayos de punzonamiento. Los resultados obtenidos muestran que ante la aplicación de cargas debido al apilamiento del mineral, la geomembrana se comporta adecuadamente, experimentando cierto grado de fluencia pero sin comprometer su integridad.

Por otra parte, la instalación de la geomembrana de LLDPE se efectuará manteniendo la cara texturada en contacto con el suelo de baja permeabilidad o GCL, a fin de mejorar la resistencia al corte de los materiales empleados en la construcción del pad.

En el Plano 10, se muestran los límites del revestimiento con geomembrana para el pad, mientras que los detalles típicos de revestimiento simple y trincheras de anclaje son presentados en los Planos 11 y 12.

El Contratista deberá proporcionar anclajes temporales y permanentes a la geomembrana. El anclaje temporal podrá consistir en sacos de arena u otros materiales de lastre, que son necesarios para brindar sujeción y arriostre a la geomembrana, evitándose de ésta manera desplazamientos significativos durante las operaciones de despliegue y soldadura propios de la construcción.

Los anclajes permanentes son zanjas en las cuales se colocará los extremos de la capa de geomembrana para fijarse al terreno, empleando rellenos compactados de material común.

Los materiales de cobertura no pueden ser colocados en taludes de fuerte pendiente en dirección del avance del plan de apilamiento, por lo tanto, el revestimiento permanecerá expuesto hasta la colocación del mineral producido. En estas áreas, el anclaje de la geomembrana consistirá de trincheras de anclaje. En los planos 14 y 15 se ilustran los detalles de la trinchera de anclaje.

Las trincheras de anclaje cumplen diferentes funciones, entre las cuales se tiene:

- Anclaje del revestimiento para prevenir movimientos descendentes;
- Anclaje del revestimiento para prevenir movimientos excesivos causados por expansión y contracción debidos a cambios de temperatura;
- Anclaje para prevenir el levantamiento por acción del viento;
- Minimizar la migración lateral del agua bajo el revestimiento proveniente de fuentes externas tales como lluvia, ojos de aguas, etc.; y
- Establecer un límite fijo para la construcción (esto último no constituye un aspecto crítico en la mayoría de los casos).

Las trincheras de anclaje son dimensionadas para asegurar que la geomembrana sea arrancada de la trinchera antes que los esfuerzos generados produzcan el rasgado de la misma. Sin embargo, las trincheras de anclaje no deberían ser poco profundas, debido al peligro que existe de que la geomembrana sea retirada con un mínimo esfuerzo. En este sentido, se realizaron cálculos para asegurar que los materiales de revestimiento no fueran sobre esforzados y sean arrancados de la trinchera antes de que se produzca el rasgado. A partir de estos cálculos se concluye que las trincheras de anclaje de 800 mm de profundidad y 500 mm de ancho cumplen con los criterios anteriormente mencionados.

Se debe resaltar que si los materiales de revestimiento son arrancados de la trinchera de anclaje, la mejor forma de remediar la situación es soldar materiales adicionales al revestimiento ya colocado y re-anclar el nuevo revestimiento en la trinchera. Tratar de volver a colocar el revestimiento en su lugar puede causar un daño mayor.

Sobre – Revestimiento

Sobre la geomembrana se colocará la capa de sobre-revestimiento de 500 mm de espesor, cuya finalidad consiste en proteger el revestimiento de geomembrana y las tuberías de colección de solución de posibles daños ocasionados por el sistema de transporte y esparcido del mineral dentro del área de la Fase 2A del pad de lixiviación. A criterio del Ingeniero de CQA este espesor de sobre-revestimiento podrá ser aumentado en caso sea necesario, lo cual dependerá del tipo de maquinarias y procedimientos utilizados por el cliente para la colocación de los materiales sobre la geomembrana.

Asimismo, el sobre-revestimiento tiene la finalidad de facilitar la colección de solución, actuando como un elemento de drenaje.

Los materiales de sobre-revestimiento estarán conformados por mineral granular seleccionado y durable, con coeficientes de permeabilidad relativamente altos, los que deberán ser colocados alrededor del sistema de colección para la protección de las tuberías y del revestimiento de geomembrana.

5.1.3 Sistema de Colección de Solución

El propósito del sistema de colección de solución que será instalado dentro del pad de lixiviación (en el área de apilamiento del mineral), es proporcionar una evacuación relativamente rápida de la solución lixiviada y la infiltración del agua de tormentas dentro del pad. La red de tuberías ha sido diseñada para reducir la carga hidráulica de la solución en el sistema de revestimiento del pad de lixiviación, así como también para facilitar y acelerar la colección de solución. La distribución del sistema de tuberías de colección de solución se muestra en el Plano 13.

La solución lixiviada será captada mediante tuberías laterales perforadas de HDPE de pared doble, de 100 mm de diámetro, las cuales conducirán la solución hacia las tuberías principales perforadas de HDPE de pared doble de 300 mm de diámetro, dispuestas siguiendo el esquema denominado “espina de pescado”.

Las tuberías de colección principales se empalmarán a las tuberías existentes de la Fase 2, las cuales conducirán la solución hacia el Sur del Pad Fase 1, en donde se conectarán a tuberías sólidas de HDPE SDR 21 de 450 mm de diámetro mediante la instalación de accesorios especiales. La línea de solución recorrerá la pila de la Fase 1 por el pie del apilamiento hacia la caja de distribución de solución, ubicada al pie de la plataforma de estabilidad del pad. Las tuberías principales y laterales irán colocadas directamente sobre la geomembrana y deberán tener una pendiente mínima de 2%. Las tuberías principales estarán cubiertas por un material de grava para drenaje envuelta en geotextil no tejido de 270 g/m² que se coloca en las tuberías de colección.

Las operaciones en el pad de lixiviación se realizarán mediante el apilamiento de mineral en capas de 8 m de altura, 8 capas para la Fase 2A. Las capas serán lixiviadas en ciclos de 60 días.

A continuación se describe los criterios utilizados para el dimensionamiento de las tuberías de colección de solución:

Tuberías de Colección Principales

Las tuberías de colección principales mostradas en la distribución, ver plano 10, han sido ubicadas en las rutas de drenaje formadas durante la nivelación del pad o donde se requiera para drenar adecuadamente la solución hacia las áreas bajas del pad. Las tuberías principales serán de 300 mm, habiendo sido diseñadas para recibir el flujo de solución y de agua de tormentas colectado por las tuberías colectoras laterales. La capacidad de las tuberías de 300 mm fue calculada utilizando la ecuación de Manning.

Las tuberías principales serán de polietileno de alta densidad HDPE de pared doble, exterior corrugado o pared interior lisa, de primera clase.

En el Plano 13 se muestra el arreglo general en planta y en los Planos 14 y 15, se muestran las secciones y detalles típicos de instalación de las tuberías de colección de solución.

Tuberías de Colección Laterales

Los ramales laterales del sistema de colección de solución consisten en tuberías perforadas de polietileno de pared doble, exterior corrugado, pared interior lisa de 100 mm de diámetro colocadas a intervalos de 15 m. Estas tuberías han sido dimensionadas para coleccionar y transportar el 100% del flujo de solución y el flujo adicional debido a eventos de tormenta.

En el diseño de las tuberías también se ha tomado en cuenta la tasa de aplicación de la solución sobre la parte activa del apilamiento de mineral. De acuerdo con el cliente la solución será aplicada al apilamiento a una tasa de 12 l/h/m². Por lo tanto, se determinó (de manera conservadora), que las tuberías laterales deberán estar espaciadas cada 15 m para mantener una carga hidráulica máxima menor a 1,0 m bajo condiciones de operación normal. El cálculo del espaciamiento está basado en la ley de Darcy y la ecuación elíptica (un procedimiento estándar utilizado en la industria minera).

El tamaño de las tuberías laterales requeridas es una función del tamaño del área de colección y de su pendiente. Se ha asumido inicialmente que para la colección de la solución se emplearían tuberías de 100 mm de diámetro y que el flujo dentro de las tuberías de colección podría ser restringido por algún efecto asociado con el colapso, deflexión u obstrucción de la tubería, restringiendo el flujo hasta en un 50%. Por lo tanto, la capacidad de la tubería de 100 mm fue calculada considerando una reducción de hasta el 50% del diámetro aproximadamente.

Las tuberías laterales serán colocadas directamente sobre la capa de revestimiento con geomembrana. No será necesaria la colocación de grava para drenaje alrededor de estas tuberías, ya que el material de sobre-revestimiento que cubrirá a las mismas, tiene alta permeabilidad, facilitando el ingreso y la conducción de la

solución lixiviada. Los detalles de instalación de las tuberías de colección laterales son mostrados en los Planos 14 y 15.

5.1.4 Acceso Perimetral y Canal de Derivación

El camino de acceso perimetral ha sido diseñado al Suroeste del tajo Tantahuatay. Asimismo, se han considerado los diseños de un canal de derivación permanente, adyacentes a lo largo del acceso perimetral para derivar el flujo de escorrentía del acceso perimetral, los taludes de corte adyacentes y las cuencas de contribución alrededor y fuera del pad.

Como parte del diseño del pad de lixiviación se ha incluido el diseño de un camino de acceso que recorre el perímetro del pad, tiene 3 m de ancho libre, y permite el tránsito durante la construcción y operación del pad. Asimismo el acceso perimetral y el canal de derivación deberán contar con un plan de mantenimiento periódico que asegure su buen funcionamiento durante la operación.

La capa de rodadura de 200 mm de espesor del acceso perimetral deberá tener una ligera inclinación (aproximadamente 2%), con dirección al canal de derivación adyacente. Por razones de seguridad, se ha considerado la colocación de una berma de 500 mm de altura o guardavías de 700mm en aquellos tramos en los cuales el canal de derivación adyacente al acceso perimetral, tenga una profundidad igual o mayor a 1,0 m.

El canal de derivación tendrá revestimiento de tipo geoceldas con relleno de concreto; en las zonas de pendiente fuerte se colocarán adicionalmente dados de concreto para disipación de la energía.

El canal de derivación recorre paralelo al acceso perimetral del Pad Fase 2A.

Los taludes de corte del canal de derivación, tendrán inclinaciones variables de acuerdo con las condiciones del terreno encontradas durante la construcción. Todos los taludes deberán ser inspeccionados y aprobados por el cliente en coordinación con el Ingeniero de CQA, y deberán cumplir los lineamientos indicados en las Especificaciones Técnicas del proyecto.

Asimismo, de ser necesario se construirán cunetas cortacorriente a lo largo del alineamiento del acceso perimetral, con la finalidad de prolongar la vida útil de éste y, cuya localización a lo largo del alineamiento serán determinadas por el Ingeniero de CQA durante la construcción.

Diseño del Canal de derivación

La estimación de los caudales fue realizada a partir de la escorrentía máxima de 24 horas de duración, para un período de retorno de 100 y 500 años, sobre las cuencas adyacentes al canal.

Para el diseño hidráulico del canal de derivación se empleó la ecuación de Manning bajo condiciones de flujo uniforme. Los valores de los coeficientes de rugosidad de Manning fueron estimados en base a las propiedades del revestimiento y las condiciones del flujo.

El canal de derivación de la Fase 2A, ha sido diseñado con taludes laterales de 0.25H:1V, en la zona de roca, y 1H:1V en la zona donde se colocará geoceldas con concreto, con sección trapezoidal a lo largo de toda su longitud. Este canal requerirá de una inspección periódica y mantenimiento a lo largo de su vida útil. Esta inspección deberá incluir revisiones continuas a lo largo del alineamiento del canal con la finalidad de detectar tramos en los cuales el revestimiento del canal se ha dañado o alterado en comparación con las condiciones iniciales de construcción, en cuyo caso, se deberá realizar las reparaciones necesarias a fin de restituir las condiciones iniciales que tenía el revestimiento.

Diseño del Acceso Perimetral

El acceso perimetral comienza en el sector Suroeste del pad de lixiviación en la Estación 0+000 y termina en la Estación 1+380. El acceso ha sido diseñado con un radio mínimo de curvatura de 20 m y una pendiente máxima de 20%, en los cuales solamente habrá circulación de vehículos de inspección.

Los empalmes con las Fases 1 y 2 se han proyectado en base a la información enviada por el cliente, de acuerdo a la topografía enviada por el cliente, es decir los As-built del proyecto.

El acceso perimetral será construido a partir de la nivelación del terreno natural existente, con la ejecución de cortes y rellenos según sea requerido para la conformación de la banqueta del acceso. En el diseño del acceso perimetral se ha considerado la construcción de dos bermas, una perimetral del pad y otra berma de seguridad del canal adyacente; el ancho de rodadura (sin considerar las áreas para las bermas antes mencionadas) es de 3,0 m, y proporciona un espacio adecuado para el tránsito vehicular tanto para el proceso constructivo como para la operación del pad.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación de campo efectuada, el análisis de la información disponible y los resultados de los ensayos de laboratorio en el área del proyecto, se concluye lo siguiente:

- En el área del pad de lixiviación se han reconocido cuatro unidades geológicas-geotécnicas (ver Planos 01 y 02 del Anexo D).
- La cimentación del pad de lixiviación, se ubicará mayormente sobre las unidades geotécnicas III y IV, que están conformados básicamente por depósitos residuales y basamento rocoso, respectivamente.
- De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de estabilidad física de las secciones geotécnicas 1-1 al 3-3 proyectadas, se puede afirmar que la configuración del pad de lixiviación resulta estable bajo solicitaciones estáticas y pseudo-estáticas.
- Para la Fase 2A del pad de lixiviación se utilizará como suelo de baja permeabilidad el material extraído de la cantera Condori.
- Dada la calidad de los suelos naturales que se encuentran compactos, y del basamento rocoso, se estima que los asentamientos esperados serán muy pequeños, los cuales no comprometerán el sistema de revestimiento, ni se espera una ocurrencia de asentamientos a considerarse crítico para la operación de la Fase 2A del pad de lixiviación.

- Finalmente, es importante recalcar que el modelamiento geotécnico usado para los análisis pertinentes de este estudio fue construido tomando como base auscultaciones geotécnicas directas de carácter local (calicatas, estaciones geomecánicas, etc.). En ese sentido, resulta posible la ocurrencia de condiciones distintas que pudieran encontrarse durante la etapa de construcción del pad de lixiviación Fase 2A; los cuales deberán solucionarse en campo con el apoyo del ingeniero de CQA.

6.2 RECOMENDACIONES

- Durante la construcción del pad de lixiviación se deberá evaluar constantemente los materiales encontrados durante las excavaciones y los taludes resultantes de estos a fin de prevenir posibles inestabilidades como producto de la aparición de lentes débiles que no hayan sido identificados durante la investigación de campo dada las unidades geotécnicas presentes.

BIBLIOGRAFIA

- Corsino Guerrero, Richard Julian, "Lixiviación en pilas y recuperación de oro con carbón activado (proceso CIC) en la mina de Quicay". Informe de competencia profesional UNI-FIGMM. Lima, Perú 2007.
- Quijano Uribe, Joel, "Diseño de Plataformas de Lixiviación". Tesis para optar el Título Profesional UNI-FIC. Lima, Perú 2005.
- Serrato Reyna, Rolando Mario, "Ampliación de la Plataforma de Lixiviación compañía minera aurífera Santa Rosa S.A." Informe de Suficiencia UNI-FIGMM. Lima, Perú 2006.
- Alva, J. (2005). "Estudio de Peligro Sísmico. Proyecto Cerro Corona". Para Knight Piésold Consultores S.A.
- Vector Perú, S.A.C., (2011). "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Tantahuatay - Ciénaga Norte". Para Compañía Minera Coimolache S.A.
- Hynes, M.E., and Franklin, A.G. (1984). "Rationalizing the Seismic Coefficient Method", U.S. Army Corp of Engineers, Department of the Army, Waterways Experimental Station, Miscellaneous Paper GL-84-13.
- Newmark, N.M. (1965). "Effects of Earthquakes on Dams and Embankments", Geotechnique 14(2):139-160.
- SLIDE (2003). "2D Limit Equilibrium Slope Stability for Soil and Rock Slopes". User's Guide. Rocscience.

- Van Zyl, Hutchitson, Kiel (1988). "Introduction to Evaluation, Design and Operation of Precious Metal Heap Leaching Projects". Society of Mining Engineers, Inc. Littleton, Colorado.
- Vector Perú, S.A.C., (2007). "Diseño de Factibilidad del Pad de Lixiviación y Botaderos", proyecto Tantahuatay. Informe Técnico preparado para la Compañía Minera Coimolache S.A.
- Vector Perú, S.A.C., (2011). "Diseño del Pad de Lixiviación Fase 1, Pozas, Botaderos y Accesos – Proyecto Tantahuatay".

ANEXO A

REGISTRO DE EXCAVACIONES

ANEXO B

ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO C

ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE ESTABILIDAD

ANEXO D

PLANOS

Plataforma de Lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 101	
		Fecha de Exacavación : 21/09/2012 Fecha de Registro : 21/09/2012 Método : Manual Equipo : --- Dimensión de Calicata : 0,40 m x 0,60 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 976 Este : 757 603 Elevación (msnm) : 3 940 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 0,60			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de muestra		Muestra	Código Muestra	Comentarios
			DESCRIPCION				
0	SC		Arena arcillosa, baja plasticidad, densa a muy densa, húmeda, amarillenta con oxidaciones, estructura homogénea, grava angulosa y bolonería aislada de tamaño máximo de 6"			M-1	Suelo Residual Df = Superficial
			Grava: 14,7% Arena: 47,3% Finos: 38,0%				Rechazo a la excavación (basamento rocoso)
1							
2							
3							
4							
5							

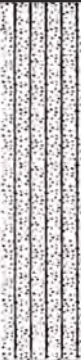
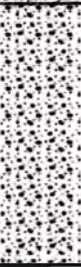
Notas:
Df = Profundidad de fundación propuesta

Plataforma de Lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 105	
		Fecha de Excavación		: 21/09/2012		(Página) 1 de 1	
		Fecha de Registro		: 21/09/2012			
		Método		: Mecánico		Sist. de Coordenadas	
		Equipo		: CAT 336 D		: PSAD 56	
		Dimensión de Calicata		: 2,00 m x 4,00 m		Norte	
		Registrado por		: M.O.V		: 9 255 118	
		Condición Superficial		: Ladera de Pendiente Media		Este	
						: 757 610	
						Elevación (msnm)	
						: 3 947	
						Nivel freático (m)	
						: No encontrado	
						Prof. Calicata (m)	
						: 0,50	
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de muestra		Muestra	Código Muestra	Comentarios
			 Disturbada	 En bloque			
			DESCRIPCION				
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea				Presencia de raíces y vegetacion superficial
			Roca Volcánica Andesita, dura (R3), fracturada, amarillenta				Df = 0,40 m.
Rechazo a la excavación (basamento rocoso)							
1							
2							
3							
4							
5							
Notas: Df = Profundidad de fundación propuesta							

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 106	
		Fecha de Excautación : 21/09/2012 Fecha de Registro : 21/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 2,20 m x 5,00 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		(Página) 1 de 1 Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 086 Este : 757 643 Elevación (msnm) : 3 947 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 3,20			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			 Disturbada  En bloque				
			DESCRIPCION				
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea			M - 1	Presencia de raíces y vegetación superficial
	SM		Arena limosa, plasticidad baja a media, medianamente densa, húmeda, gris, estructura homogénea				Depósito coluvial
1	GP - GC		Grava pobremente gradada con arcilla y bolonería, plasticidad nula, suelta, húmeda, amarillenta, estructura homogénea, grava subangulosa y bolonería aislada de tamaño máximo 6"				Depósito coluvial
			Grava: 82.4 % Arena: 9.5% Finos: 8.0%				
2							
3	SC		Arena arcillosa con grava, plasticidad media, medianamente densa, húmeda, gris verdusco, estructura homogénea, grava subangulosa				Suelo residual Df = 2,60 m
4							Rechazo a la excavación (basamento rocoso)
5							Notas: Df = profundidad de fundación propuesta

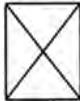
Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A			Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 107	
			Fecha de Excavación : 21/09/2012 Fecha de Registro : 21/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 1,50 m x 4,10 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		(Página) 1 de 1 Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 071 Este : 757 620 Elevación (msnm) : 3 944 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 2,00			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios	
			☒ Disturbada ☐ En bloque	DESCRIPCION				
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea		☒	M - 1	Presencia de raíces y vegetación superficial	
1	GM		Grava limosa con arena, plasticidad baja, medianamente densa, húmeda, gris, estructura homogénea, grava subangulosa y bolonería aislada de tamaño máximo 8"				Depósito coluvial Df = 0,50 m	
2							Rechazo a la excavación (pasamento rocoso)	
3								
4								
5							Notas: Df = profundidad de fundación propuesta	

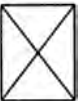
Plataforma de lixiviación Tantauatay Fase 2A			Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 108	
			Fecha de Excavación : 21/09/2012 Fecha de Registro : 21/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 2,00 m x 4,20 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		(Página) 1 de 1 Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 129 Este : 757 550 Elevación (msnm) : 3 975 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 2,20			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios	
			 Disturbada  En bloque	DESCRIPCION				
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea			M - 1	Presencia de raíces y vegetación su perfcial	
1	SC		Arena arcillosa con grava, plasticidad baja, medianamente densa, húmeda, amarillenta con oxidaciones, estructura homogénea, grava subangulosa. Grava: 20.1 % Arena: 41.4% Finos: 38.5%				Depósito coluvial Df = 0,80 m	
2			Roca volcánica andesita, dura (R3), fracturada, gris					
3							Rechazo a la excavación (basamento rocoso)	
4								
5							Notas: Df = profundidad de fundación propuesta	

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A			Ubicación Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 109 (Página) 1 de 1		
			Fecha de Excavación : 21/09/2012 Fecha de Registro : 21/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 1,90 m x 2,80 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 177 Este : 757 552 Elevación (msnm) : 3 982 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 3,20		
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			 Disturbada  En bloque	DESCRIPCION			
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea			M - 1	Presencia de raíces y vegetación su perfcial
1	SM		Arenas limosas, plasticidad baja, medianamente densa, húmeda, amarillenta con oxidaciones, estructura homogénea, grava subangulosa aislada de tamaño máximo 3"				Depósito coluvial
2	GP		Grava pobremente gradada con bolonería y bloques, plasticidad nula, suelta, húmeda, amarillenta con oxidaciones, estructura homogénea, bloques y bolonería en 60% de tamaño máximo 16".				Depósito coluvial
3							Df = 3,20 m
4							Rechazo a la excavación (basamento rocoso)
5							Notas: Df = profundidad de fundación propuesta

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 110	
		Fecha de Excavación : 21/09/2012 Fecha de Registro : 21/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 2,00 m x 4,00 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 178 Este : 757 598 Elevación (msnm) : 3 968 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 0,90			
(E)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			 Disturbada  En bloque				
P			DESCRIPCION				
	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea			M - 1	Presencia de raíces y vegetación superficial
			Roca volcánica Toba Andesítica dura (R3), fracturada, amarillenta con oxidaciones				Df = 0,30 m
1	Rechazo a la excavación (basamento rocoso)						
2							
3							
4							
5							

Notas:
 Df = profundidad de fundación propuesta

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 111	
		Fecha de Excavación : 21/09/2012 Fecha de Registro : 21/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 2,00 m x 4,00 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 126 Este : 757 640 Elevación (msnm) : 3 955 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 2,40			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			 Disturbada  En bloque	DESCRIPCION			
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea			M - 1	Presencia de raíces y vegetación su perfcial
1	SM		Arenas limosas con grava, plasticidad baja, medianamente densa, húmeda, amarillentas con oxidaciones, estructura homogénea, grava subangulosa aislada de tamaño máximo 3"				Depósito coluvial
2	SM		Arenas limosas con grava, plasticidad baja, medianamente densa, húmeda, amarillentas, estructura homogénea, grava subangulosa de tamaño máximo 3"				Df = 1,00 m
3							Suelo residual
4							
5							Rechazo a la excavación (basamento rocoso)
							Notas: Df = profundidad de fundación propuesta

Plataforma de lixiviación Tantauatay Fase 2A		Ubicación: Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 112 (Página) 1 de 1		
		Fecha de Excavación : 21/09/2012 Fecha de Registro : 21/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 2,00 m x 4,00 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 023 Este : 757 608 Elevación (msnm) : 3 947 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 2,40		
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra  Disturbada  En bloque	Muestra	Código muestra	Comentarios
			DESCRIPCION			
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea		M - 1	Presencia de raíces y vegetación su perfcial
1	SM		Arena limosa con grava, plasticidad baja, medianamente densa, húmeda, amarillenta con oxidaciones, estructura homogénea, grava subangulosa aislada de tamaño máximo 3"			Df = 1,00 m
2	SM		Arena limosa, plasticidad nula, densa a muy densa, húmeda, gris, estructura homogénea			Suelo residual
3						Rechazo a la excavación (basamento rocoso)
4						
5						

Notas:
Df = profundidad de fundación propuesta

Profundidad (m)		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 113	
		Fecha de Excauación : 21/09/2012		Fecha de Registro : 21/09/2012		(Página) 1 de 1	
plataforma de lixiuación Tantauatay Fase 2A		Método : Mecánico		Sist. de Coordenadas : PSAD 56		Norte : 9 255 023	
		Equipo : CAT 336 D		Este : 757 608		Elevación (msnm) : 3 931	
		Dimensión de Calicata : 2,00 m x 4,00 m		Nivel freático (m) : No encontrado		Prof. Calicata (m) : 3,00	
		Registrado por : M.O.V					
		Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media					
SUCS		Gráfico		Condición de la muestra		Muestra	
				Disturbada En bloque		Código muestra	
				DESCRIPCION		Comentarios	
OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea			M - 1	Presencia de raíces y vegetación su perfiacial	
GM		Grava limosa con arena, bolonería y bloques, plasticidad baja, suelta, seca, pardo amarillento, estructura homogénea, grava, bolonería y bloques de tamaño máximo 14"				Depósito coluvial	
		Roca volcánica Toba Andesítica dura (R3), fracturada, amarillenta con oxidaciones				Dt = 1,00 m	
Rechazo a la excavación (basamento rocoso)							
Notas: Df = profundidad de fundación propuesta							

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 114		
		Fecha de Excavación		: 22/09/2012		(Página) 1 de 1		
		Fecha de Registro		: 22/09/2012				
		Método		: Manual		Sist. de Coordenadas		: PSAD 56
		Equipo		: —		Norte		: 9 254 911
		Dimensión de Calicata		: 0,40 m x 1,00 m		Este		: 757 618
		Registrado por		: M.O.V		Elevación (msnm)		: 3 918
		Condición Superficial		: Ladera de Pendiente Media		Nivel freático (m)		: No encontrado
						Prof. Calicata (m)		: 0,70
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios	
			 Disturbada	 En bloque				
			DESCRIPCION					
0	GM		Grava limosa con arena, plasticidad baja, densa, húmeda, gris con oxidaciones, estructura homogénea, grava subangulosa de tamaño máximo 1".			M - 1	Suelo residual	
								Df = 1,00 m
1							Rechazo a la excavación (pasamento rocoso)	
2								
3								
4								
5								
							Notas: Df = profundidad de fundación propuesta	

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación: Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 15 (Página) 1 de 1		
		Fecha de Exacavación : 22/09/2012 Fecha de Registro : 22/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 0,40 m x 0,80 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 254 847 Este : 75 7 629 Elevación (msnm) : 3 918 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 1,10		
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra  Disturbada  En bloque	Muestra	Código muestra	Comentarios
			DESCRIPCION			
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea		M - 1	Presencia de raíces y vegetación su perfiacial Depósito residual Depósito residual Df = 0,60 m
	SM		Arena limosa, plasticidad baja, medianamente densa, húmeda, pardo amarillenta con oxidaciones, estructura homogénea, grava subangulosa aislada de tamaño máximo 1"			
	GM		Grava limosa con arena, plasticidad baja, densa a muy densa, húmeda, gris, estructura homogénea, grava subangulosa.			
1	Rechazo a la excavación (basamento rocoso)					
2						
3						
4						
5						
Notas: Df = profundidad de fundación propuesta						

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 16	
		Fecha de Excavación : 22/09/2012 Fecha de Registro : 22/09/2012 Método : Mecánico Equipo : CAT 336 D Dimensión de Calicata : 0,80 m x 1,50 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 254 835 Este : 757 680 Elevación (msnm) : 3 918 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 0,20			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			☐ Disturbada ☒ En bloque	DESCRIPCION			
0	OL	+++++	Roca volcánica Andesita, dura (R3), fracturada, gris con oxidaciones		☒	M - 1	Presencia de raíces y vegetación superficial
1							Depósito residual
2							Df = 0,40 m
3							
4							
5							

Notas:
Df = profundidad de fundación propuesta

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación: Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 117 (Página) 1 de 1		
		Fecha de Excavación: 22/09/2012 Fecha de Registro: 22/09/2012 Método: Manual Equipo: — Dimensión de Calicata: 0,40 m x 0,60 m Registrado por: M.O.V Condición Superficial: Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas: PSAD 56 Norte: 9 254 864 Este: 757 648 Elevación (msnm): 3 921 Nivel freático (m): No encontrado Prof. Calicata (m): 1,80		
SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
		 Disturbada  En bloque	DESCRIPCION			
OL		Lino orgánico, plasticidad baja, firme, húmedo, seco, marrón <u>negruzco, estructura homogénea</u>			M - 1	Presencia de raíces vegetación superficial
SG		Grava arcillosa con arena, plasticidad nula a baja, densa a muy densa, gris con oxidaciones, estructura homogénea Grava: 44,3 % Arena: 37,0% Finos: 18.7%				Suelo residual Df = 1,00 m
Rechazo a la excavación (basamento rocoso)						
Notas: Df = profundidad de fundación propuesta						

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 119	
		Fecha de Excavación : 22/09/2012 Fecha de Registro : 22/09/2012 Método : Manual Equipo : Dimensión de Calicata : 0,40 m x 0,80 m Registrado por : M.O.V Condición Superficial : Ladera de Pendiente Media		(Página) 1 de 1 Sist. de Coordenadas : PSAD 56 Norte : 9 255 013 Este : 757 549 Elevación (msnm) : 3 923 Nivel freático (m) : No encontrado Prof. Calicata (m) : 4,50			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			 Disturbada  En bloque	DESCRIPCION			
0	OL		Limo orgánico, plasticidad baja, blando, húmedo, marrón negruzco, estructura homogénea			M - 1	Presencia de raíces y vegetación su perfcial
	GP		Arena limosa, plasticidad baja, medianamente densa, húmeda, amarillenta con oxidaciones, estructura homogénea, grava subangulosa aislada de tamaño máximo 3"				Depósito coluvial
							Df = No determinado Límite de corte existente (continúa material suelto)
							Notas: Df = profundidad de fundación propuesta

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación		Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 120	
		Fecha de Exacavación		: 22/09/2012		(Página) 1 de 1	
		Fecha de Registro		: 22/09/2012			
		Método		: Manual		Sist. de Coordenadas	
		Equipo		: ---		Norte	
		Dimensión de Calicata		: 0,30 m x 0,60 m		Este	
		Registrado por		: M.O.V		Elevación (msnm)	
		Condición Superficial		: Ladera de Pendiente Media		Nivel freático (m)	
						Prof. Calicata (m)	
						: 0,20	

Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			☐ Disturbada ☐ En bloque	DESCRIPCION			
0	OL		Grava limosa, plasticidad baja, densa a muy densa, seca, gris, estructura homogénea				Df = 0,20 m
1							Rechazo a la excavación (basamento rocoso)
2							
3							
4							
5							

Notas:
 Df = profundidad de fundación propuesta

Forma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación: Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 121 (Página) 1 de 1		
		Fecha de Excavación: 22/09/2012 Fecha de Registro: 22/09/2012 Método: Manual Equipo: --- Dimensión de Calicata: 0,60 m x 1,20 m Registrado por: M.O.V Condición Superficial: Ladera de Pendiente Media		Sist. de Coordenadas: PSAD 56 Norte: 9 254 055 Este: 757 643 Elevación (msnm): 3 941 Nivel freático (m): No encontrado Prof. Calicata (m): 1,20		
SUCS	Gráfico	Condición de la muestra  Disturbada  En bloque		Muestra	Código muestra	Comentarios
		DESCRIPCION				
OL		Limo orgánico, plasticidad baja, firme, seco, marrón negruzco, estructura homogénea			M - 1	Presencia de raíces y vegetación superficial
GP		Grava pobremente gradada, plasticidad nula, suelta húmeda, marrón, grava subangulosa y bolonería aislada de tamaño máximo 10"				Depósito coluvial
GP - GC		Grava pobremente gradada con arcilla y arena, plasticidad baja a nula, suelta a medianamente densa, húmeda, marrón, estructura homogénea, grava subangulosa y bolonería aislada de tamaño máximo 10" Grava: 71,1 % Arena: 17,7% Finos: 10.7%				Depósito coluvial
Df = 1,20 m						
Notas: Df = profundidad de fundación propuesta						

Plataforma de lixiviación Tantauatay Fase 2A		Ubicación: Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 122 (Página) 1 de 1			
		Fecha de Excavación: 22/09/2012 Fecha de Registro: 22/09/2012 Método: Manual Equipo: — Dimensión de Calicata: — Registrado por: M.O.V Condición Superficial: Corte en Talud existente		Sist. de Coordenadas: PSAD 56 Norte: 9 255 013 Este: 757 402 Elevación (msnm): 3 926 Nivel freático (m): No encontrado Prof. Calicata (m): 3,00			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra ☒ Disturbada ☐ En bloque		Muestra	Código muestra	Comentarios
			DESCRIPCION				
0		+++++	Roca volcánica Andesita dura (R3), fracturada, gris con oxidaciones.				Df = superficial
1		+++++					
2		+++++					
3		+++++					
			Limite de corte existente				
4							
5			Notas: Df = profundidad de fundación propuesta				

Plataforma de lixiviación Tantahuatay Fase 2A		Ubicación: Pad de Lixiviación Fase 2A		CALICATA TP_TAN12 - 123 (Página) 1 de 1		
		Fecha de Excavación: 22/09/2012 Fecha de Registro: 22/09/2012 Método: Manual Equipo: — Dimensión de Calicata: 0,80 x 0,90 Registrado por: M.O.V Condición Superficial: Corte en Talud existente		Sist. de Coordenadas: PSAD 56 Norte: 9 254 960 Este: 757 306 Elevación (msnm): 3 911 Nivel freático (m): No encontrado Prof. Calicata (m): 1,00		
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra  Disturbada  En bloque	Muestra	Código muestra	Comentarios
			DESCRIPCION			
0	SM		Arena limosa con grava, plasticidad baja, densa húmeda, pardo amarillento, estructura homogénea, grava angulosa			Depósito coluvial Df = 1.00 m. Rechazo a la excavación (material muy denso)
1						
2						
3						
4						
5						

Notas:
 Df = profundidad de fundación propuesta

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**
 Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**
 N° de muestra: **TP_TAN12-101 M-1** N° Informe Lab : **AP-239-12**
 Prof(m): **0,00-0,60** N° de Proyecto: **PEVC00392**
 Solicitado por: **DGA/JSG** Fecha: **18-oct-12**
 Ubicación: **Cajamarca**

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : 14.7 D10 :
 Arena (%) : 47.3 D30: 0.45
 Limos y Arcillas (%) : 38.0 Cu:
 Cc:

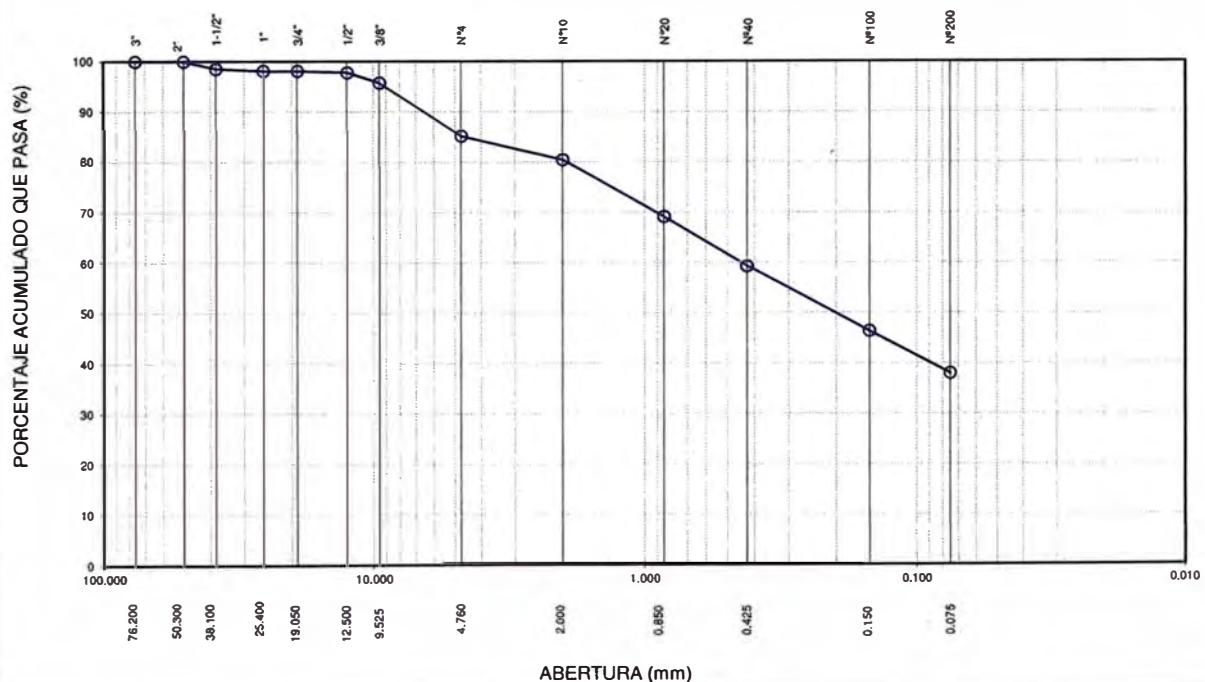
Límites de Atterberg:

LL (%) : 28
 LP (%) : 15
 IP (%) : 13

Humedad (%) : 12.4
 Clasificación SUCS : SC
 Arena arcillosa

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.300	100.0
1 1/2"	38.100	98.6
1"	25.400	98.2
3/4"	19.050	98.2
1/2"	12.500	97.9
3/8"	9.525	95.8
Nº4	4.760	85.3
Nº10	2.000	80.5
Nº20	0.850	69.2
Nº40	0.425	59.3
Nº100	0.150	46.4
Nº200	0.075	38.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

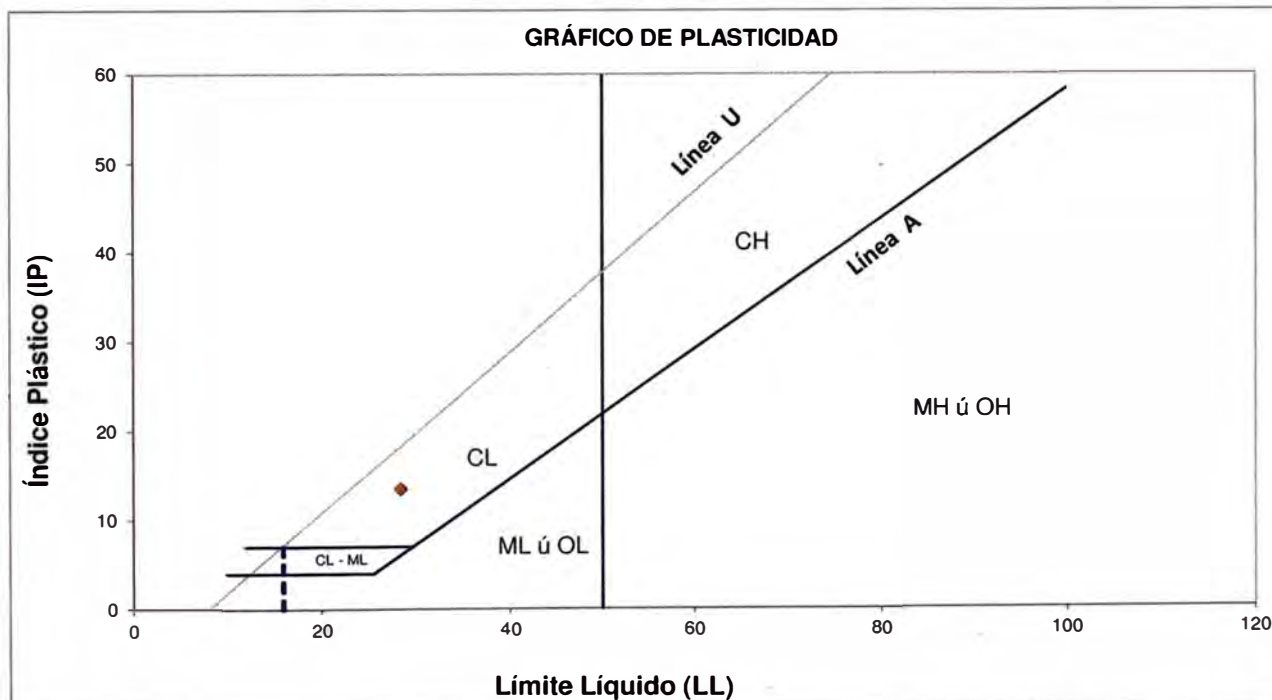
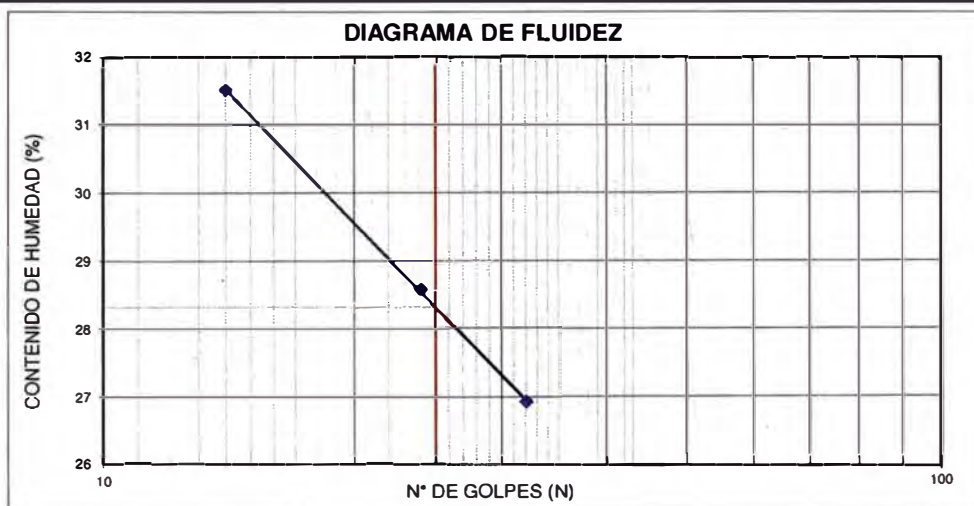
Realizado por: **JET/JF** Ingresado por: **TOM** Revisado por: **TOM** Laboratorio: **AP-239-12**

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

Nombre del Proyecto:	Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación		
Cliente:	Cía. Minera Coimolache S.A		
Nº de muestra:	TP_TAN12-101 M-1	Nº Informe Lab :	AP-239-12
Prof(m):	0,00-0,60	Nº de Proyecto:	PEVC00392
Solicitado por:	DGA/JSG	Fecha:	18-oct-12
Ubicación:	Cajamarca		

Límites de Atterberg

LL (%): 28
LP (%): 15
IP (%): 13



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
CG	TOM	TOM	AP-239-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**
 Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**
 N° de muestra: **TP_TAN12-106 M-1** N° Informe Lab : **AP-239-12**
 Prof(m): **0,50-2,60** N° de Proyecto: **PEVC00392**
 Solicitado por: **DGA/JSG** Fecha: **17-oct-12**
 Ubicación: **Cajamarca**

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : 82.4 D10 : 0.20
 Arena (%) : 9.5 D30 : 16.05
 Limos y Arcillas (%) : 8.0 D60 : 35.86
 Cu : 183.40
 Cc : 36.75

Límites de Atterberg:

LL (%) : 27
 LP (%) : 18
 IP (%) : 9

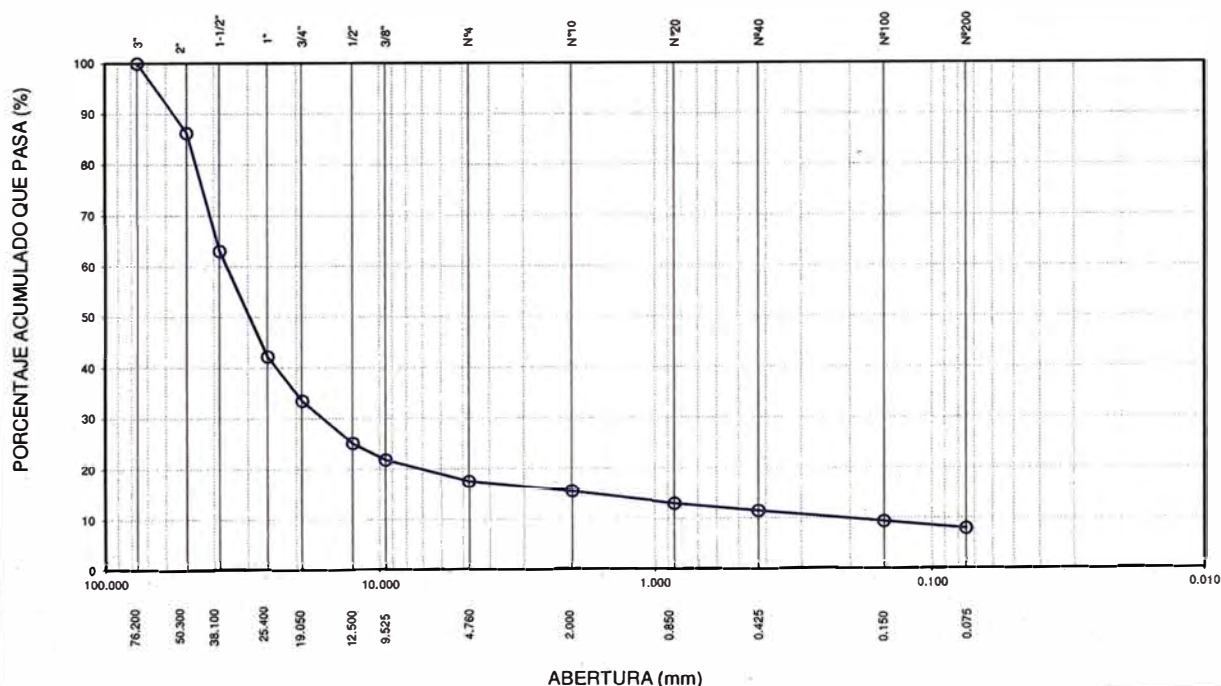
Humedad (%) : 6.4

Clasificación SUCS : GP-GC

Grava pobremente gradada con arcilla

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.300	86.3
1 1/2"	38.100	63.1
1"	25.400	42.3
3/4"	19.050	33.5
1/2"	12.500	25.2
3/8"	9.525	21.9
Nº4	4.760	17.6
Nº10	2.000	15.6
Nº20	0.850	13.1
Nº40	0.425	11.6
Nº100	0.150	9.5
Nº200	0.075	8.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

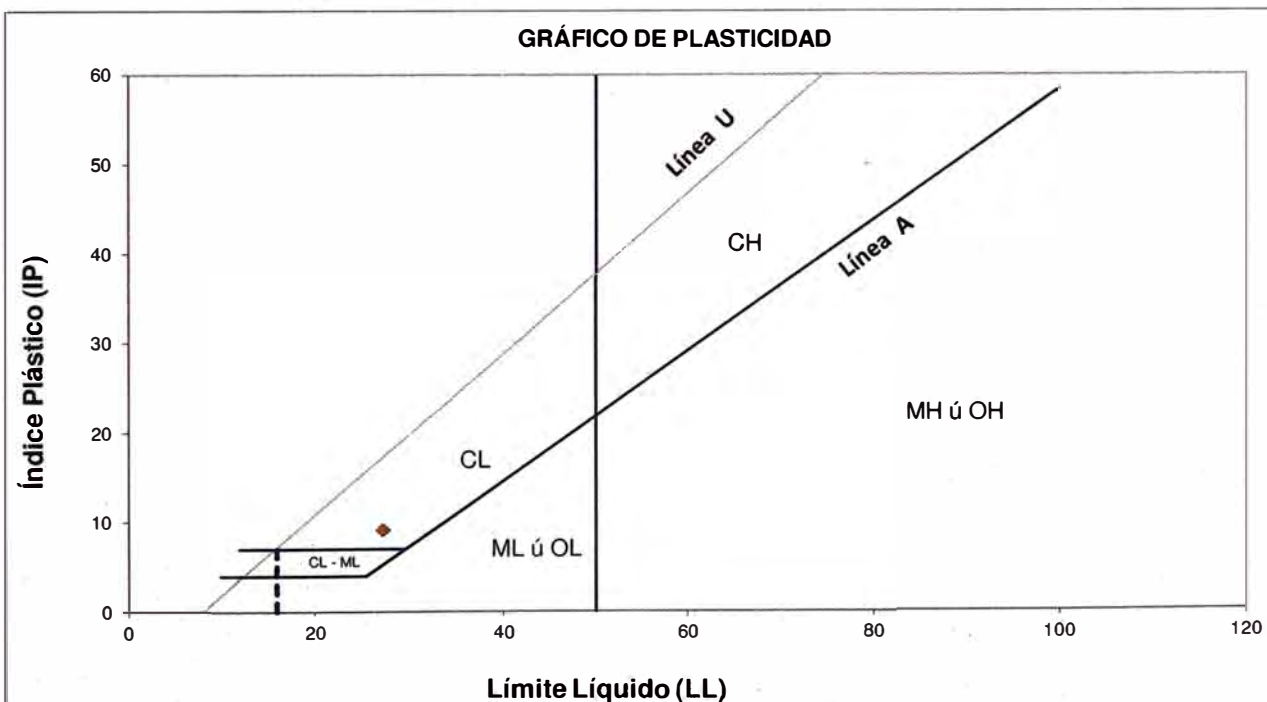
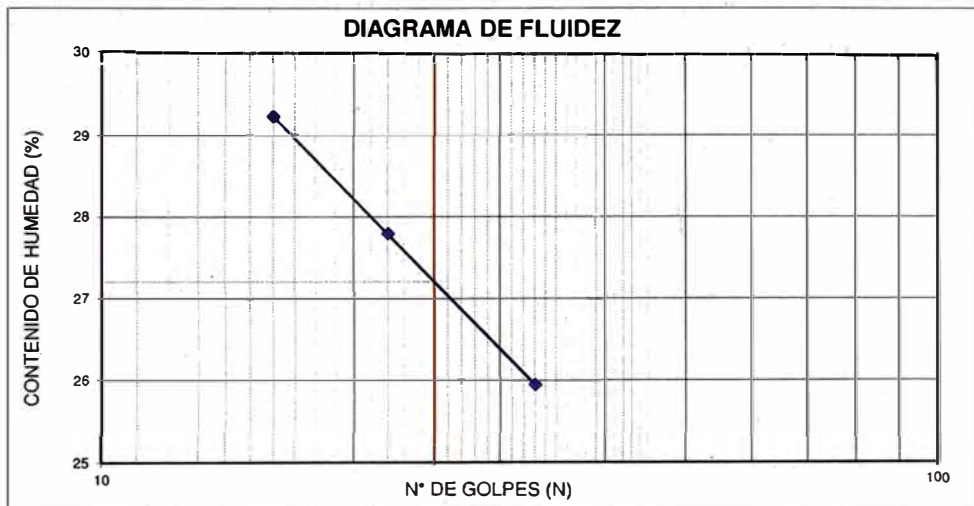
Realizado por: **JET/JF** Ingresado por: **TOM** Revisado por: **TOM** Laboratorio: **AP-239-12**

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

Nombre del Proyecto:	Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación		
Cliente:	Cía. Minera Coimolache S.A		
Nº de muestra:	TP_TAN12-106 M-1	Nº Informe Lab :	AP-239-12
Prof(m):	0,50-2,60	Nº de Proyecto:	PEVC00392
Solicitado por:	DGA/JSG	Fecha:	17-oct-12
Ubicación:	Cajamarca		

Límites de Atterberg

LL (%): 27
LP (%): 18
IP (%): 9



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
CG	TOM	TOM	AP-239-12

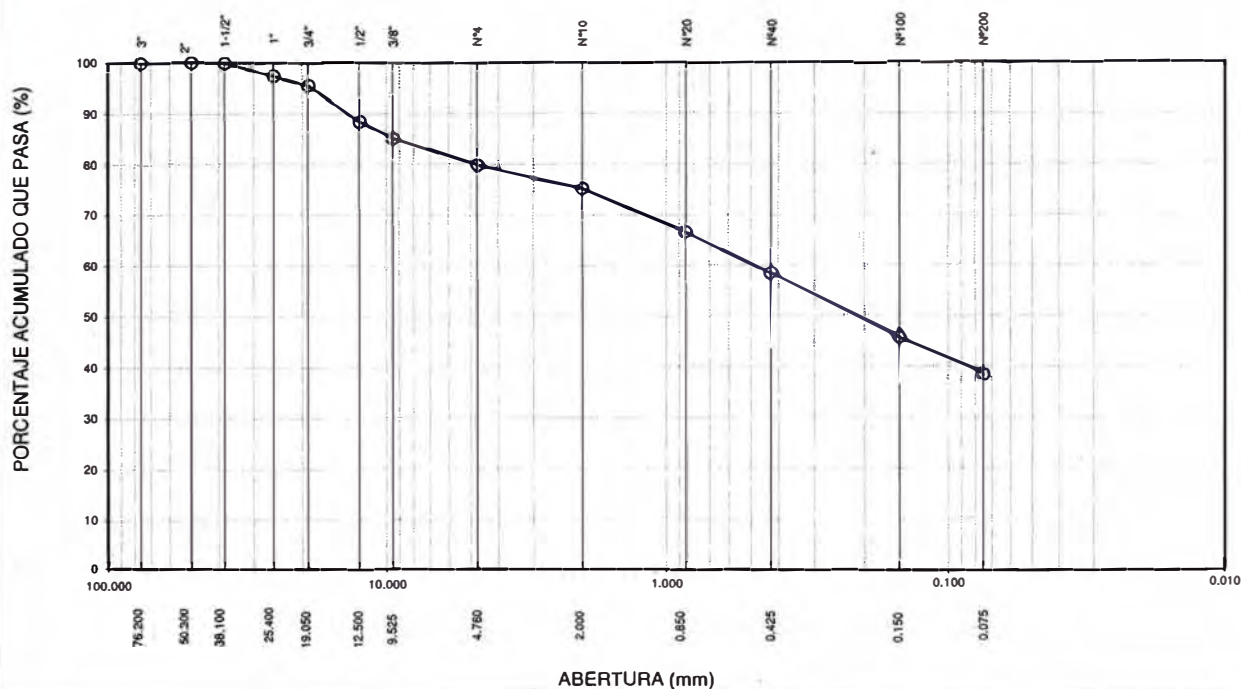
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**
 Cliente: **Cía. Minera Colmolache S.A**
 N° de muestra: **TP_TAN12-108 M-1** N° Informe Lab : **AP-239-12**
 Prof(m): **0,40-1,70** N° de Proyecto: **PEVC00392**
 Solicitado por: **DGA/JSG** Fecha: **17-oct-12**
 Ubicación: **Cajamarca**

Partículas >3" (%) : ---
 Grava (%) : 20.1 D10 :
 Arena (%) : 41.4 D30: 0.48
 Limos y Arcillas (%) : 38.5 Cu:
 Cc:
 Límites de Atterberg:
 LL (%) : 37
 LP (%) : 24
 IP (%) : 13
 Humedad (%) : 18.5
 Clasificación SUCS : SC
 Arena arcillosa con grava

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	97.6
3/4"	19.050	95.6
1/2"	12.500	88.5
3/8"	9.525	85.3
Nº4	4.760	79.9
Nº10	2.000	75.2
Nº20	0.850	66.7
Nº40	0.425	58.5
Nº100	0.150	45.6
Nº200	0.075	38.5

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

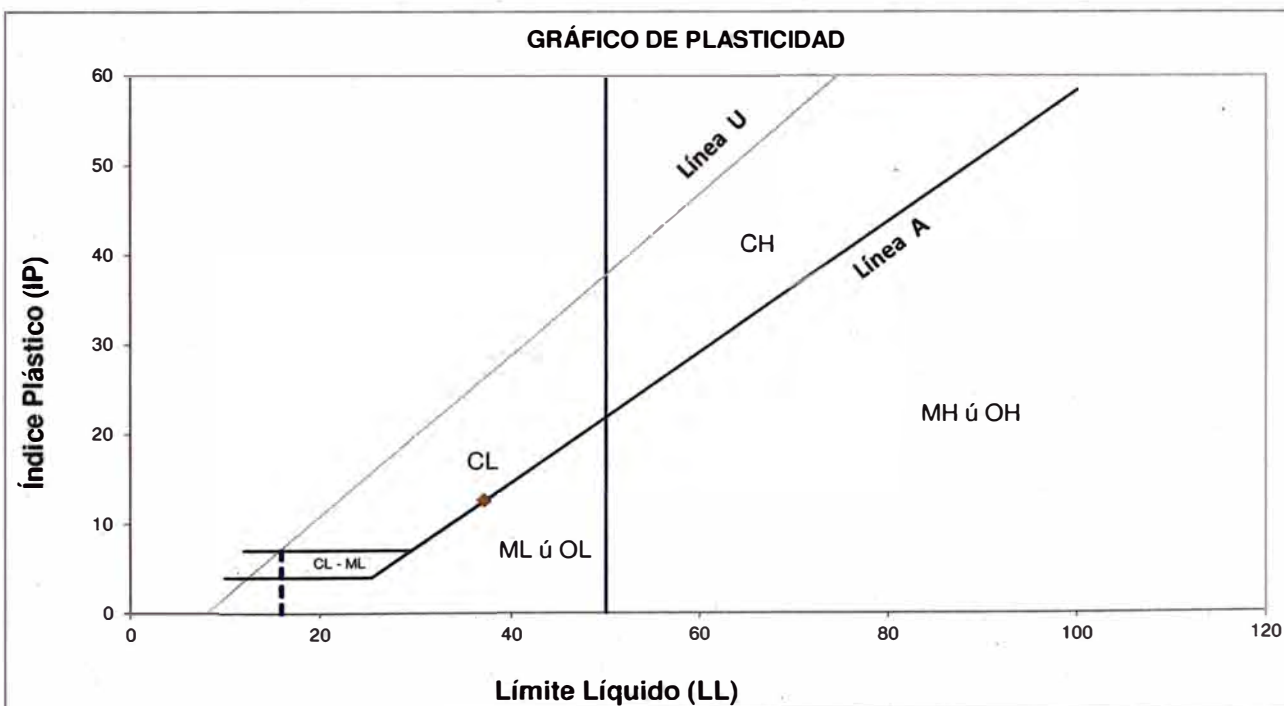
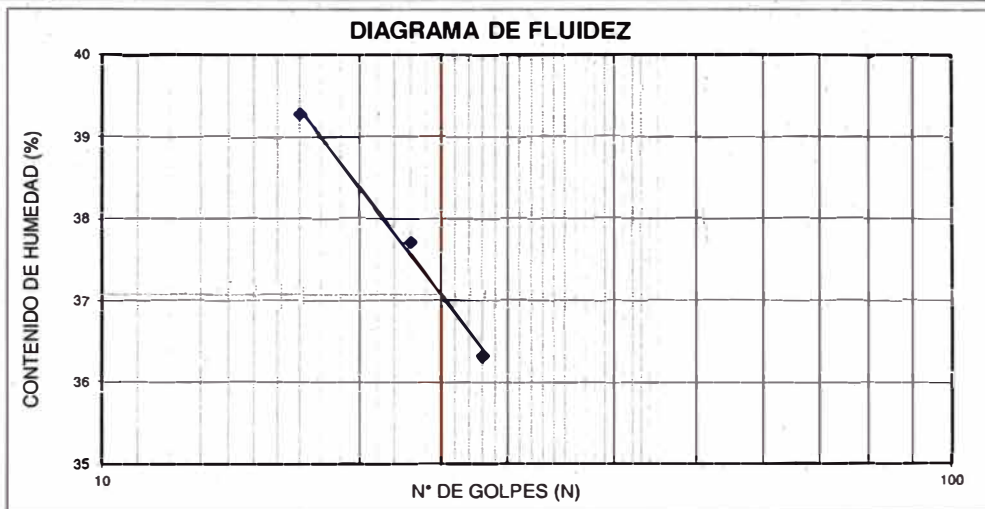
Realizado por: **JET/JF** Ingresado por: **TOM** Revisado por: **TOM** Laboratorio: **AP-239-12**

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

Nombre del Proyecto:	Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación		
Cliente:	Cía. Minera Coimolache S.A		
N° de muestra:	TP_TAN12-108 M-1	N° Informe Lab :	AP-239-12
Prof(m):	0,40-1,70	N° de Proyecto:	PEVC00392
Solicitado por:	DGA/JSG	Fecha:	17-oct-12
Ubicación:	Cajamarca		

Límites de Atterberg

LL (%): 37
LP (%): 24
IP (%): 13



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
CG	TOM	TOM	AP-239-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**
 Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**
 N° de muestra: **TP_TAN12-117 M-1** N° Informe Lab : **AP-239-12**
 Prof(m): **0,20-1,80** N° de Proyecto: **PEVC00392**
 Solicitado por: **DGA/JSG** Fecha: **17-oct-12**
 Ubicación: **Cajamarca**

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : 44.3 D10 : 0.41
 Arena (%) : 37.0 D30: 5.32
 Limos y Arcillas (%) : 18.7 Cu:
 Cc:

Límites de Atterberg:

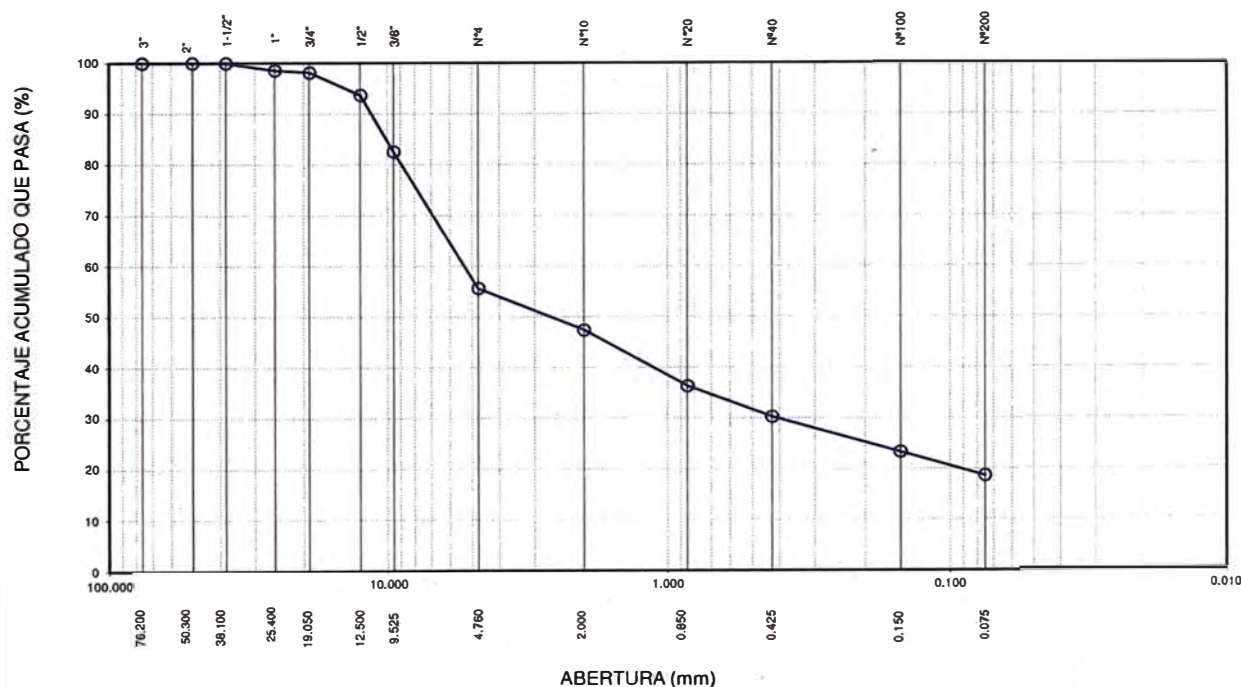
LL (%) : 24
 LP (%) : 10
 IP (%) : 14

Humedad (%) : 5.4

Clasificación SUCS : GC
 Grava arcillosa con arena

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	98.6
3/4"	19.050	98.2
1/2"	12.500	93.7
3/8"	9.525	82.6
Nº4	4.760	55.7
Nº10	2.000	47.5
Nº20	0.850	36.3
Nº40	0.425	30.2
Nº100	0.150	23.3
Nº200	0.075	18.7

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

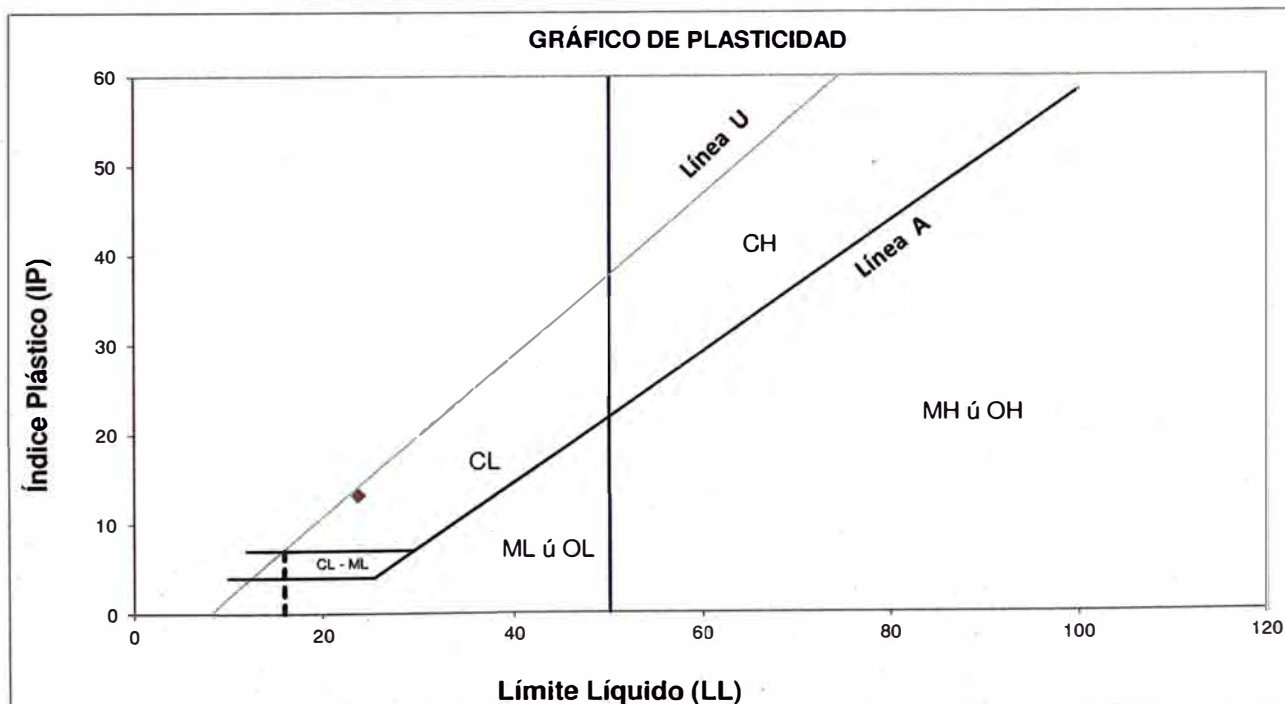
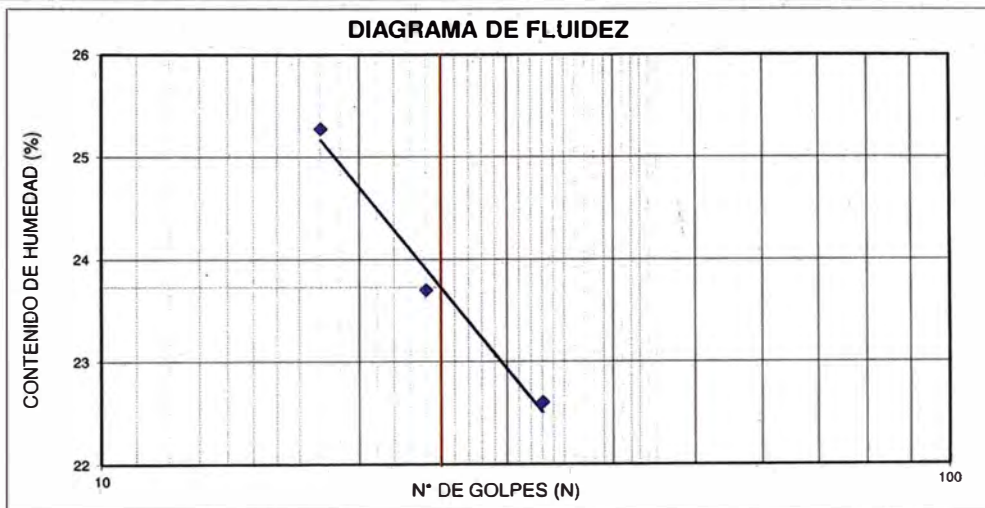
Realizado por: **JET/AG** Ingresado por: **TOM** Revisado por: **TOM** Laboratorio: **AP-239-12**

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

Nombre del Proyecto:	Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación		
Cliente:	Cía. Minera Coimolache S.A		
Nº de muestra:	TP_TAN12-117 M-1	Nº Informe Lab :	AP-239-12
Prof(m):	0,20-1,80	Nº de Proyecto:	PEVC00392
Solicitado por:	DGA/JSG	Fecha:	17-oct-12
Ubicación:	Cajamarca		

Límites de Atterberg

LL (%): 24
LP (%): 10
IP (%): 14



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
CG	TOM	TOM	AP-239-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

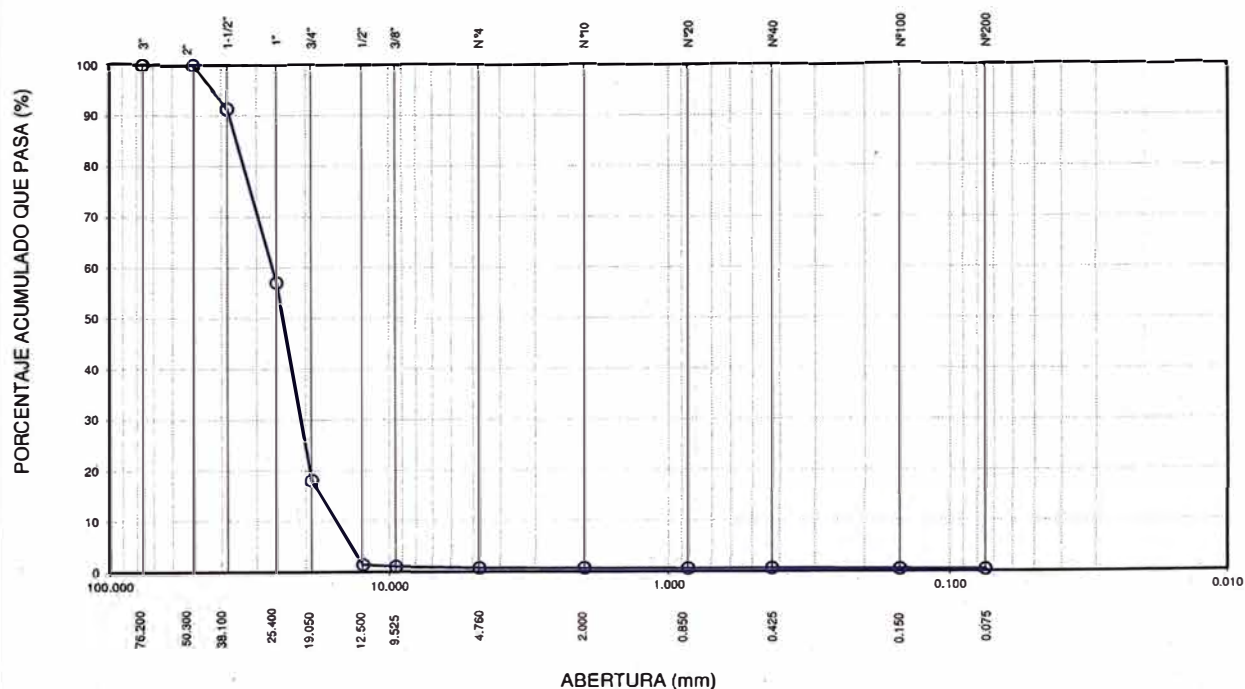
Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**
 Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**
 N° de muestra: **TP_TAN12-119 M-1** N° Informe Lab : **AP-239-12**
 Prof(m): **0,40-4,50** N° de Proyecto: **PEVC00392**
 Solicitado por: **DGA/JSG** Fecha: **17-oct-12**
 Ubicación: **Cajamarca**

Partículas >3" (%) : ---
 Grava (%) : 99.2
 Arena (%) : 0.4
 Limos y Arcillas (%) : 0.4
 Límites de Atterberg:
 LL (%) : NP
 LP (%) : NP
 IP (%) : NP
 Humedad (%) : 0.2
 Clasificación SUCS : GP
 Grava pobremente gradada

D10 : 15.60
 D30 : 20.78
 D60 : 26.27
 Cu : 1.68
 Cc : 1.05

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.300	100.0
1 1/2"	38.100	91.4
1"	25.400	57.2
3/4"	19.050	18.2
1/2"	12.500	1.5
3/8"	9.525	1.1
Nº4	4.760	0.8
Nº10	2.000	0.7
Nº20	0.850	0.6
Nº40	0.425	0.6
Nº100	0.150	0.5
Nº200	0.075	0.4

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por: **JET/AG** Ingresado por: **TOM** Revisado por: **TOM** Laboratorio: **AP-239-12**

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**

Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**

Nº de muestra: **TP_TAN12-119 M-1**

Nº Informe Lab : **AP-239-12**

Prof(m): **0,40-4,50**

Nº de Proyecto: **PEVC00392**

Solicitado por: **DGA/JSG**

Fecha: **17-oct-12**

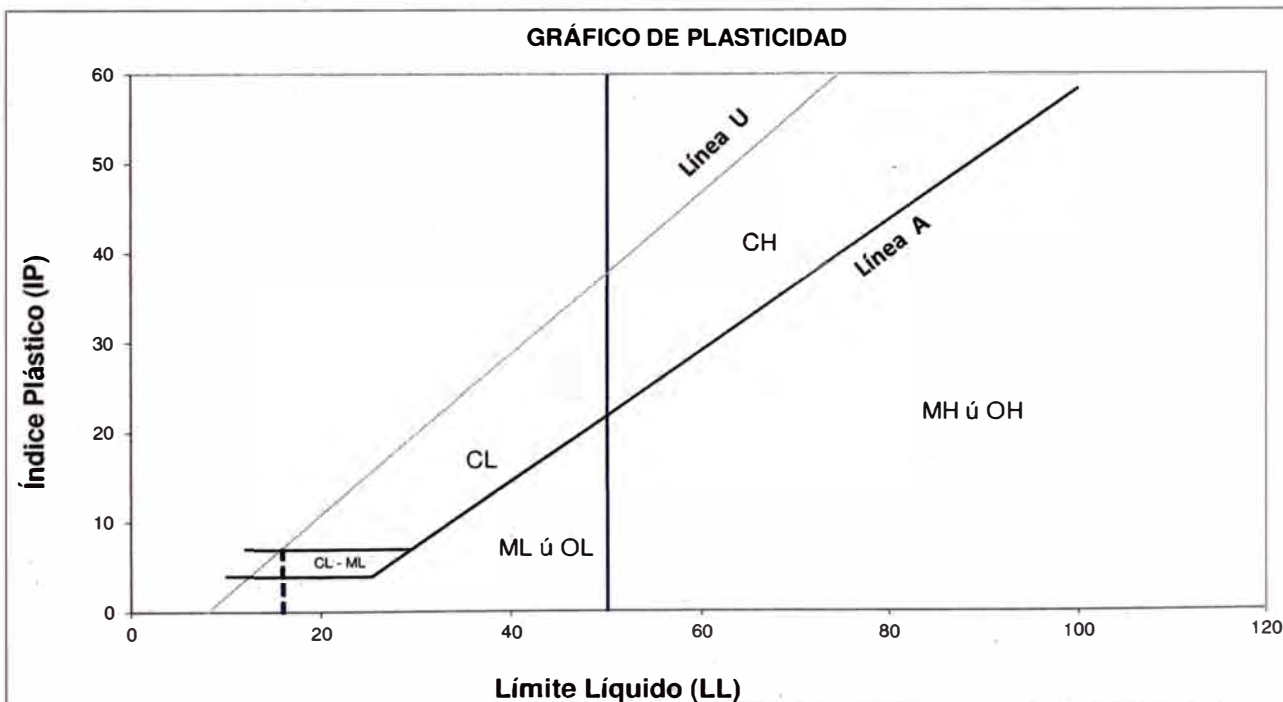
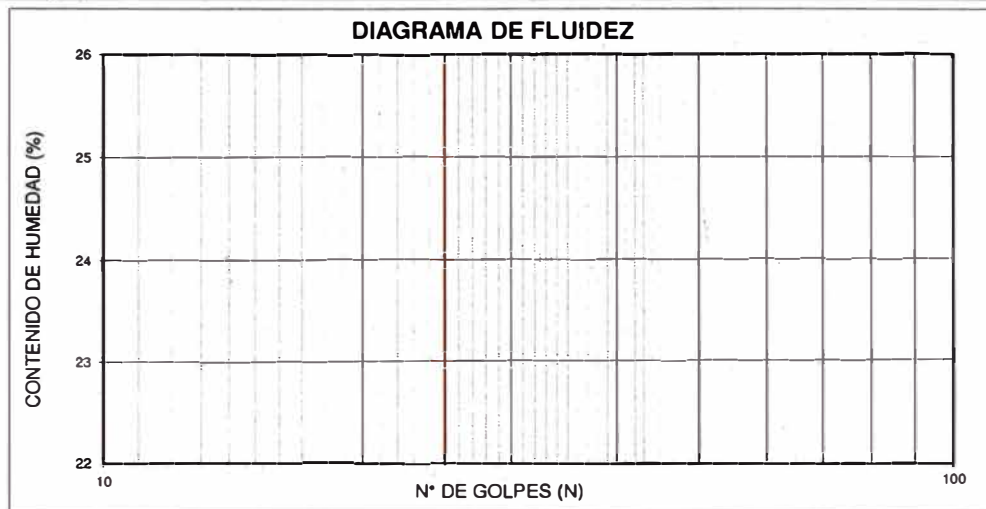
Ubicación: **Cajamarca**

Límites de Atterberg

LL (%): NP

LP (%): NP

IP (%): NP



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:
CG

Ingresado por:
TOM

Revisado por:
TOM

Laboratorio:
AP-239-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**
 Cliente: **Cia. Minera Coimolache S.A**
 N° de muestra: **TP_TAN12-121 M-1** N° Informe Lab : **AP-239-12**
 Prof(m): **0,50-1,20** N° de Proyecto: **PEVC00392**
 Solicitado por: **DGA/JSG** Fecha: **17-oct-12**
 Ubicación: **Cajamarca**

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : 71.6 D10 : 5.76
 Arena (%) : 17.7 D30 : 35.87
 Limos y Arcillas (%) : 10.7 Cu :
 Cc :

Límites de Atterberg:

LL (%) : 27
 LP (%) : 18
 IP (%) : 9

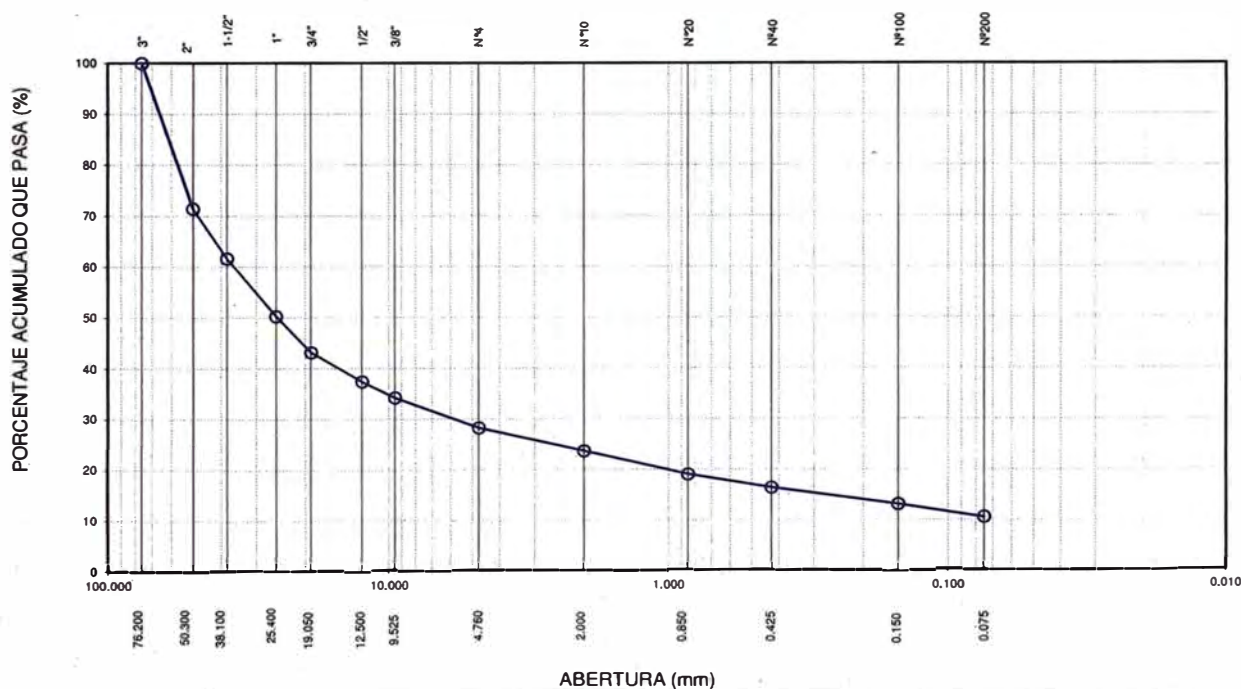
Humedad (%) : 7.3

Clasificación SUCS : GP-GC

Grava pobremente gradada con arcilla y arena

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.300	71.5
1 1/2"	38.100	61.7
1"	25.400	50.4
3/4"	19.050	43.3
1/2"	12.500	37.4
3/8"	9.525	34.3
Nº4	4.760	28.4
Nº10	2.000	23.7
Nº20	0.850	19.1
Nº40	0.425	16.4
Nº100	0.150	13.2
Nº200	0.075	10.7

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

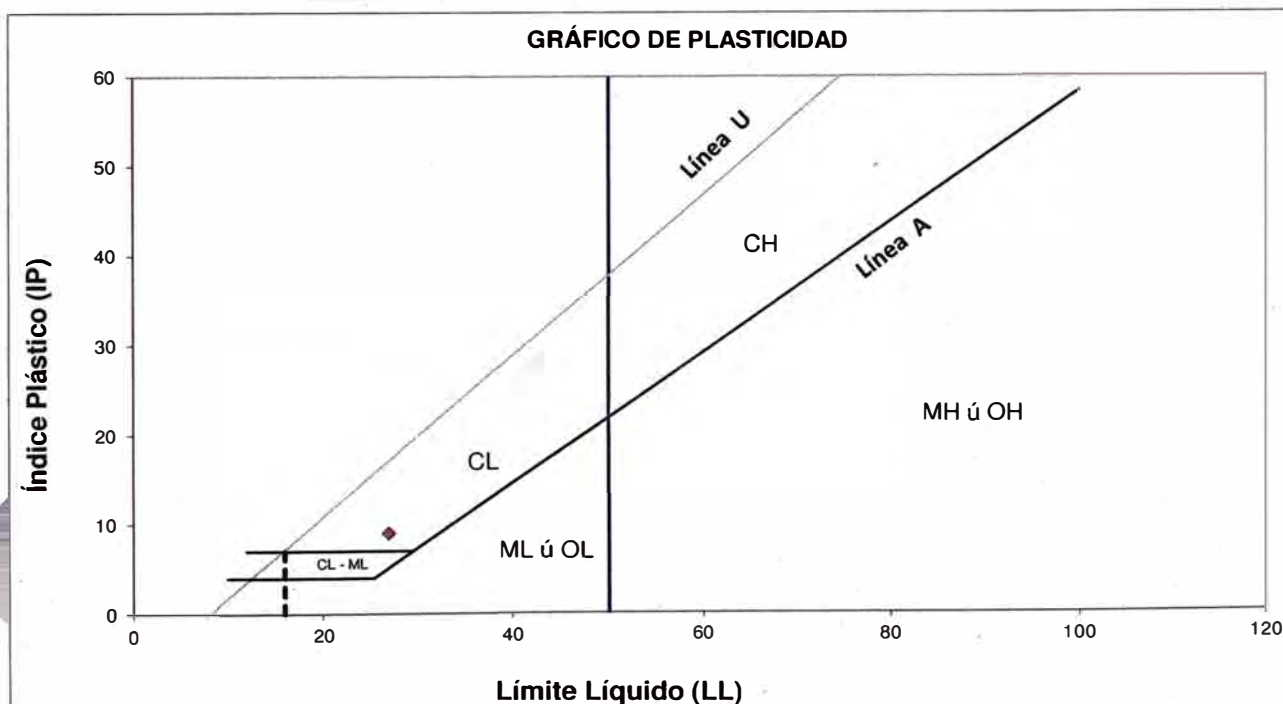
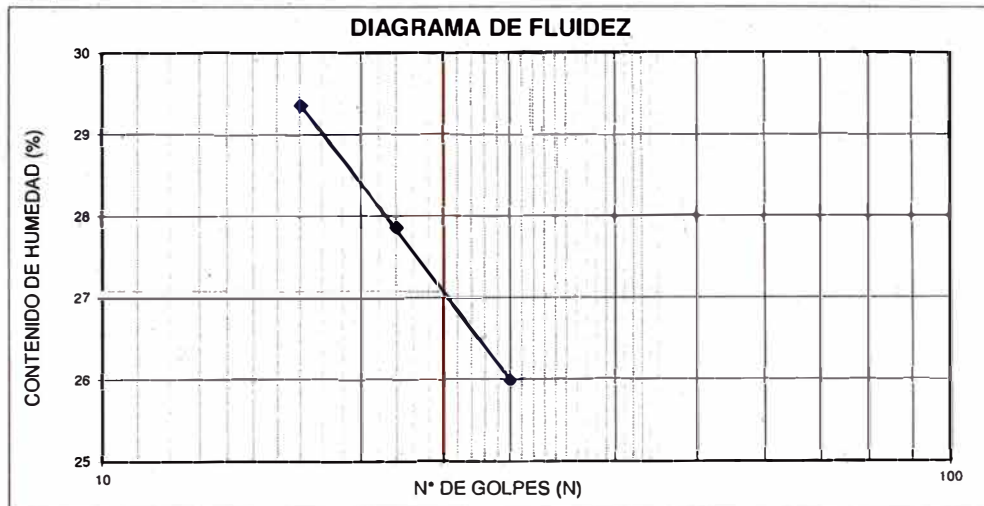
Realizado por: **JET/JF** Ingresado por: **TOM** Revisado por: **TOM** Laboratorio: **AP-239-12**

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318

Nombre del Proyecto:	Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación		
Cliente:	Cía. Minera Coimolache S.A		
Nº de muestra:	TP_TAN12-121 M-1	Nº Informe Lab :	AP-239-12
Prof(m):	0,50-1,20	Nº de Proyecto:	PEVC00392
Solicitado por:	DGA/JSG	Fecha:	17-oct-12
Ubicación:	Cajamarca		

Límites de Atterberg

LL (%): 27
LP (%): 18
IP (%): 9



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
CG	TOM	TOM	AP-239-12

Nombre del Proyecto:	Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación		
Cliente:	Cía. Minera Coimolache S.A		
Nº de muestra / Prof. (m):	TP_TAN12-306 M-1	Nº Informe de Lab :	AP-240-12
Descripción / Zona:	Acopio	Nº de Proyecto:	PEVC00392
Solicitado por:	DGA/JSG	Fecha:	18-oct-12
Ubicación:	Cajamarca		

Nro	Tipo falla	W (mm)	D (mm)	Fuerza (N)	De ² (mm ²)	De (mm)	Is	F	Is(50) (MPa)	σc (MPa)	ISRM
1	c	30.60	15.50	2,288	603.90	24.57	3.79	0.73	2.75	66	R4
2	c	30.50	12.50	5,105	485.42	22.03	10.52	0.69	7.27	175	R5
3	c	35.10	9.60	4,785	429.03	20.71	11.15	0.67	7.50	180	R5
4	c	27.80	12.60	3,788	445.99	21.12	8.49	0.68	5.76	138	R5
5	c	25.20	11.50	2,952	368.98	19.21	8.00	0.65	5.20	125	R5
6	c	31.60	14.40	8,819	579.37	24.07	15.22	0.72	10.95	263	R6
7	c	30.60	15.30	3,838	596.11	24.42	6.44	0.72	4.66	112	R5
8	c	41.00	21.40	5,843	1,117.14	33.42	5.23	0.83	4.36	105	R5
							Mean (MPa)		6.06	145	R5

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

Tipo de falla :

Resistencia ISRM	Descripción	
R0	Roca Extremadamente Frágil (blanda)	(a) Ensayo diametral válido
R1	Roca muy Frágil (Blanda)	(b) Ensayo axial válido
R2	Roca Frágil	(c) Ensayo de bloque válido
R3	Roca medianamente Resistente	(d) Ensayo diametral inválido
R4	Roca Resistente	(e) Ensayo axial inválido
R5	Roca muy Resistente	(f) Falla diametral/axial a través de una
R6	Roca Extremadamente Resistente	fractura curada

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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Vector Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Vector Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
DT	TOM	TOM	AP-240-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**
 Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**
 N° de muestra: **TP_TAN12-306 M-1** N° Informe Lab : **AP-240-12**
 Prof(m): **AcoPio** N° de Proyecto: **PEVC00392**
 Solicitado por: **DGA/JSG** Fecha: **17-oct-12**
 Ubicación: **Cajamarca**

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : 94.4 D10 : 5.24
 Arena (%) : 4.7 D30: 8.16
 Limos y Arcillas (%) : 1.0 D60: 13.11
 Cu: 2.50
 Cc: 0.97

Límites de Atterberg:

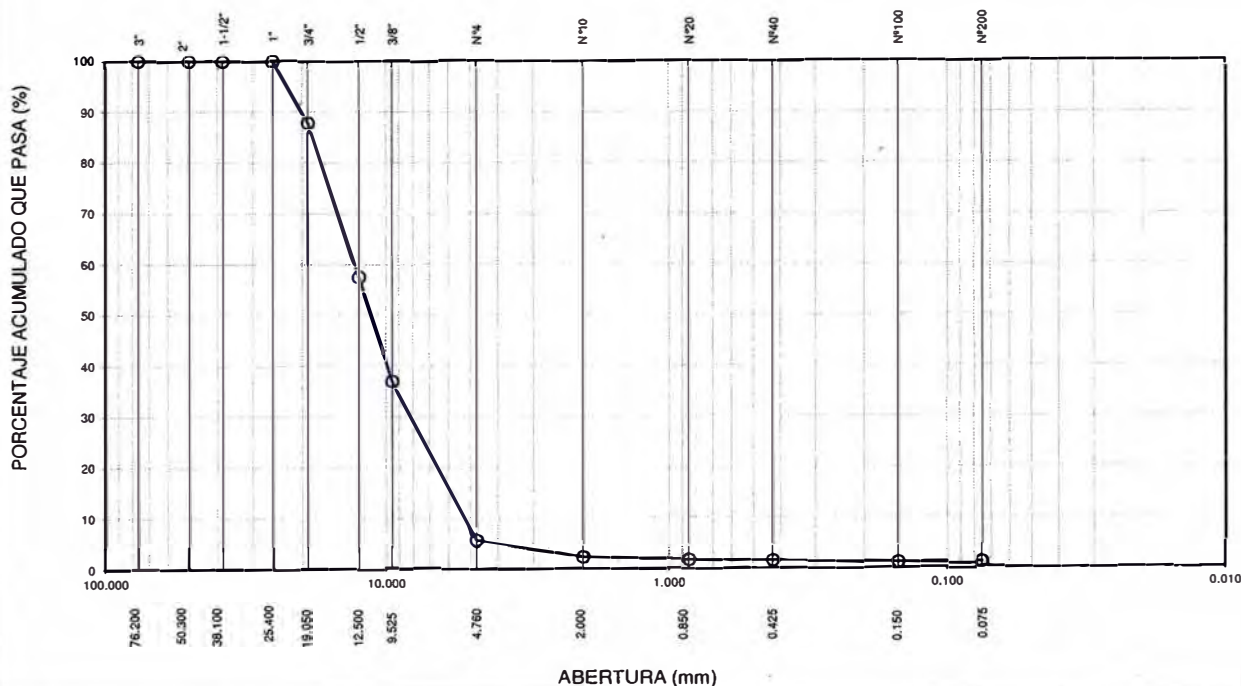
LL (%) : NP
 LP (%) : NP
 IP (%) : NP

Humedad (%) : 0.8

Clasificación SUCS : GP
 Grava pobremente gradada

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	87.9
1/2"	12.500	57.6
3/8"	9.525	37.0
Nº4	4.760	5.6
Nº10	2.000	2.3
Nº20	0.850	1.8
Nº40	0.425	1.6
Nº100	0.150	1.2
Nº200	0.075	1.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por: **JF/JET** Ingresado por: **TOM** Revisado por: **TOM** Laboratorio: **AP-240-12**

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**
 Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**
 N° de muestra: **TP_TAN12-306 M-1** N° Informe Lab : **AP-240-12**
 Prof(m): **Acopio** N° de Proyecto: **PEVC00392**
 Solicitado por: **DGA/JSG** Fecha: **15-oct-12**
 Ubicación: **Cajamarca**

Estado de la muestra: Colocada con ligera compactación
 Clasificación SUCS: **GP**

(*) El promedio corresponde a 10 lecturas
 pero solo se reportan 4 de éstas.

Datos del Ensayo

Diámetro (cm)	30.70	Densidad inicial seca(gr/cm³)	1.69	Densidad final seca(gr/cm³)	1.73
Altura (cm)	37.34	Humedad Inicial (%)	0.8	Humedad final (%)	18.0
Gravedad de Sólidos	2.71	Saturación inicial (%)	3.8	Saturación final (%)	88.8

Medición del Coeficiente de Permeabilidad

Carga

Gradiente hidráulico promedio				0.00				
				--				
H1 (cm)	H2 (cm)	$\Delta\eta$ (cm)	Tiempo (s)	Volumen (cm³)	Caudal (cm³/s)	K T (cm/s)	Temp. (°C)	K T20°C (cm/s)
34.1	34.0	0.1	65.01	2176.0	33.47	1.7E+01	20.0	1.7E+01
34.1	34.0	0.1	60.66	2027.0	33.42	1.7E+01	20.0	1.7E+01
34.1	34.0	0.1	60.42	2023.0	33.48	1.7E+01	20.0	1.7E+01
34.1	34.0	0.1	60.65	2028.0	33.44	1.7E+01	20.0	1.7E+01

Promedio (cm/s) : 1.7E+01 (*)

Medición del Coeficiente de Permeabilidad

Carga

Gradiente hidráulico promedio				1600 kPa				
H1 (cm)	H2 (cm)	$\Delta\eta$ (cm)	Tiempo (s)	Volumen (cm³)	Caudal (cm³/s)	K T (cm/s)	Temp. (°C)	K T20°C (cm/s)
34.1	34.0	0.1	61.17	1985.0	32.45	1.6E+01	20.0	1.6E+01
34.1	34.0	0.1	60.59	1971.0	32.53	1.6E+01	20.0	1.6E+01
34.1	34.0	0.1	60.55	1972.0	32.57	1.6E+01	20.0	1.6E+01
34.1	34.0	0.1	61.50	2000.0	32.52	1.6E+01	20.0	1.6E+01

Promedio (cm/s) : 1.6E+01 (*)

Medición del Coeficiente de Permeabilidad

Carga

Gradiente hidráulico promedio				2000 kPa				
H1 (cm)	H2 (cm)	$\Delta\eta$ (cm)	Tiempo (s)	Volumen (cm³)	Caudal (cm³/s)	K T (cm/s)	Temp. (°C)	K T20°C (cm/s)
34.1	34.0	0.1	61.11	1959.0	32.06	1.6E+01	20.0	1.6E+01
34.1	34.0	0.1	60.91	1951.0	32.03	1.6E+01	20.0	1.6E+01
34.1	34.0	0.1	61.01	1954.0	32.03	1.6E+01	20.0	1.6E+01
34.1	34.0	0.1	61.02	1956.0	32.06	1.6E+01	20.0	1.6E+01

Promedio (cm/s) : 1.6E+01 (*)

Medición del Coeficiente de Permeabilidad

Carga

Gradiente hidráulico promedio				2800 kPa				
H1 (cm)	H2 (cm)	$\Delta\eta$ (cm)	Tiempo (s)	Volumen (cm³)	Caudal (cm³/s)	K T (cm/s)	Temp. (°C)	K T20°C (cm/s)
34.2	34.1	0.1	61.49	1924.0	31.29	1.5E+01	20.0	1.5E+01
34.2	34.1	0.1	61.64	1930.0	31.31	1.5E+01	20.0	1.5E+01
34.2	34.1	0.1	60.34	1889.0	31.31	1.5E+01	20.0	1.5E+01
34.2	34.1	0.1	61.12	1912.0	31.28	1.5E+01	20.0	1.5E+01

Promedio (cm/s) : 1.5E+01 (*)

Notas: El ensayo se realizó en un permeámetro de pared rígida de 30.5 cm de diámetro. Ensayo de carga constante.
 Material colocado con ligera compactación.
 Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Vector Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Vector Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por: **DT** Ingresado por: **TOM** Revisado por: **TOM** Laboratorio: **AP-240-12**

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**

Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**

Nº de muestra: **TP_TAN12-306 M-1**

Nº Informe Lab : **AP-240-12**

Prof(m): **Acopio**

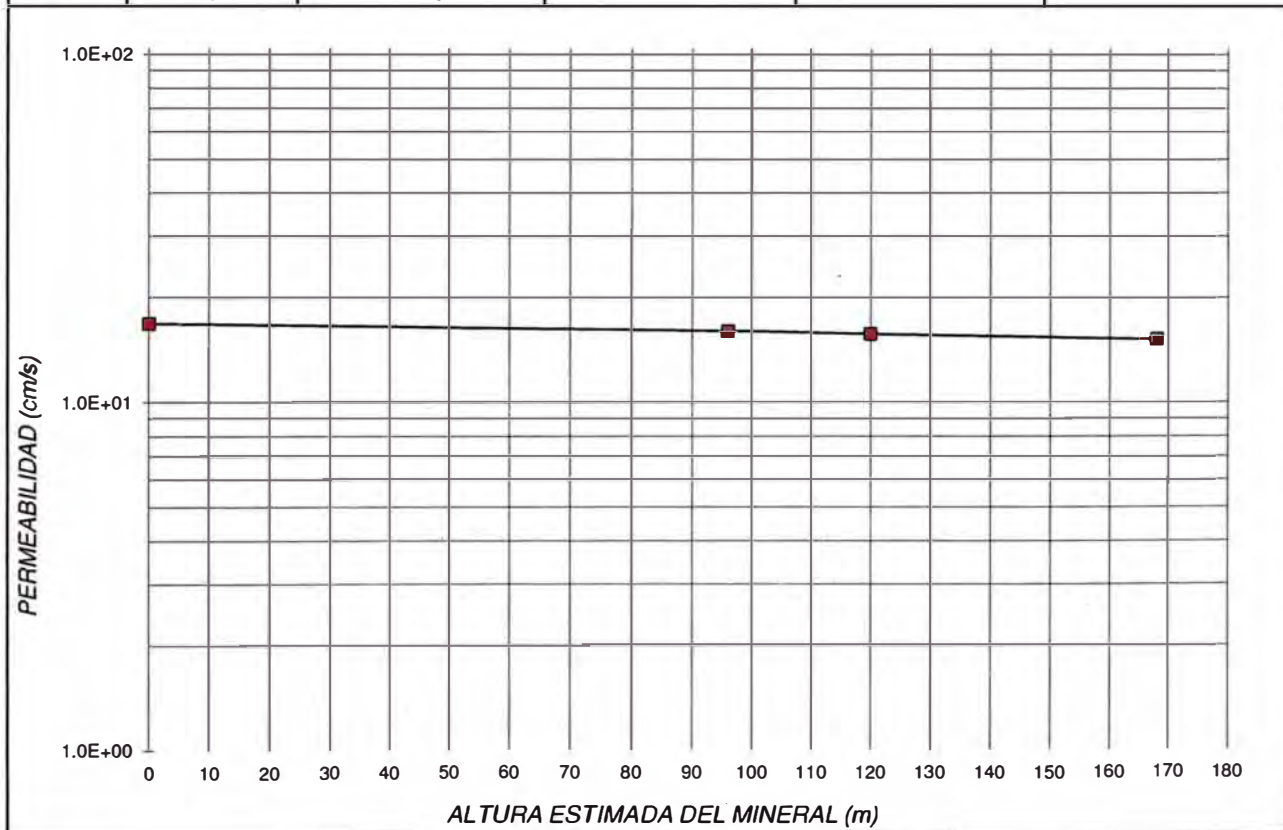
Nº de Proyecto: **PEVC00392**

Solicitado por: **DGA/JSG**

Fecha: **15-oct-12**

Ubicación: **Cajamarca**

Nº ENSAYO	CONTENIDO DE AGUA %	DENSIDAD SECA (g/cm³)	ALTURA ESTIMADA DEL MINERAL (m)	ESFUERZO NORMAL (kPa)	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (cm/s)
Inicial	0.8	-	-	-	-
1		1.69	0	0.0	1.7E+01
2		1.72	96	1600.0	1.6E+01
3		1.73	120	2000.0	1.6E+01
4		1.75	168	2800.0	1.5E+01
Final	18.0	1.75			



NOTAS: Uso permeámetro de 12" de pared rígida.

Ensayo a carga constante.

Altura, basada en la densidad húmeda inicial promedio .

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Vector Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Vector Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:

Ingresado por:

Revisado por:

Laboratorio:

DT

TOM

TOM

AP-240-12

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: **Control de calidad**

Nombre del Cliente: **Ausenco Perú S.A.C.**

Superstrate: **Capa de drenaje**

N° de Proyecto: **PEVC0000000008**

Material 1: **GCL (gramaje no indicado)**

N° Informe Lab : **AP-069-13**

Material 2: **Geomembrana LLDPE SST 2mm (lado texturado)**

LSN: **Fijado**

Sub estrato: **Substrato Rígido**

Fecha: **30-abr-13**

ENVOLVENTE DE ESFUERZOS

Para valores pico de esfuerzo de corte

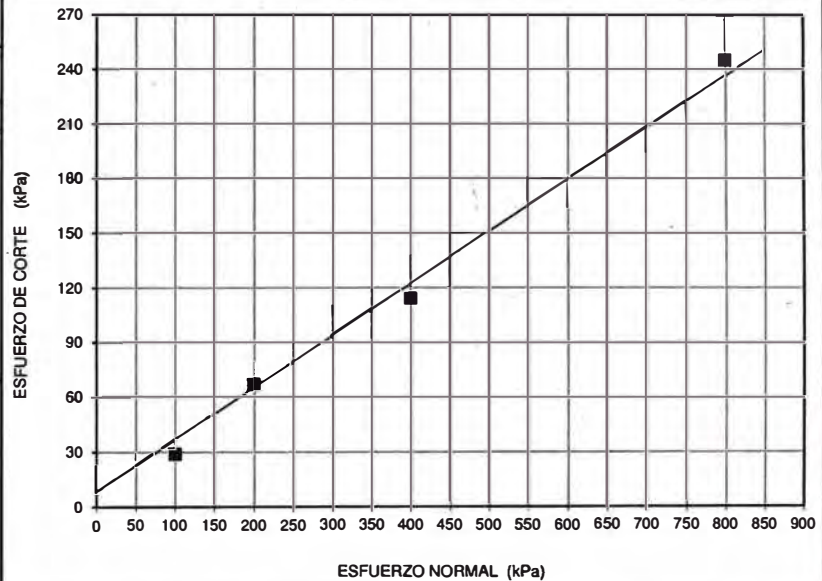
N° Ensayo	Esfuerzo Normal kPa	Esfuerzo de Corte kPa	Ángulo Secante de Fricción Grados
1	100,0	29,0	16
2	200,0	67,0	19
3	400,0	114,0	16
4	800,0	245,0	17

Adhesión: **8,00 kPa**

Ángulo Fricción: **15,9 grados**

Coefficiente de Fricción: **0,28**

NOTA: GRÁFICA SIN ESCALA



ENVOLVENTE DE ESFUERZOS

(7,0 cm de desplazamiento)

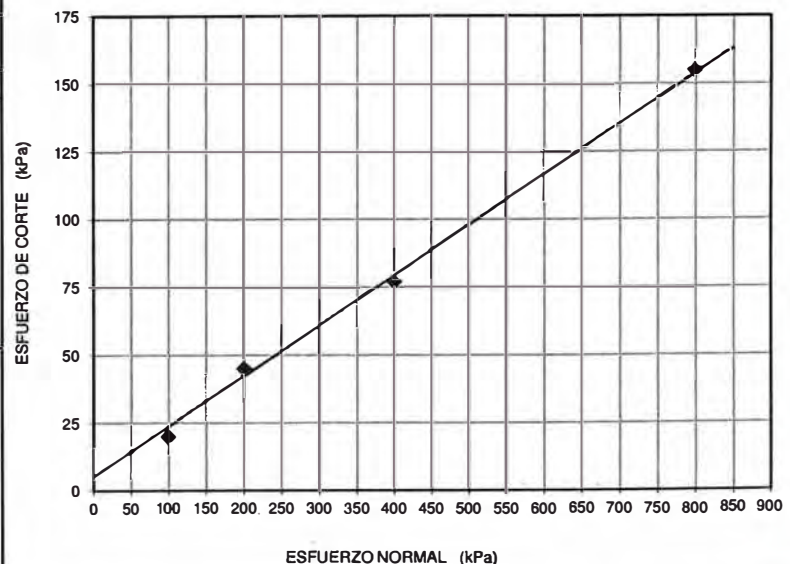
N° Ensayo	Esfuerzo Normal kPa	Esfuerzo de Corte kPa	Ángulo Secante de Fricción Grados
1	100,0	20,0	11
2	200,0	45,0	13
3	400,0	77,0	11
4	800,0	155,0	11

Adhesión: **5,00 kPa**

Ángulo Fricción: **10,5 grados**

Coefficiente de Fricción: **0,18**

NOTA: GRÁFICA SIN ESCALA



Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:

Ingresado por:

Revisado por:

Fecha:

CG

HEV

TOM

30-abr-13

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: **Control de calidad**

Nombre del Cliente: **Ausenco Perú S.A.C.**

Súper estrato: **F Capa de drenaje**

Dynamics PEVC0000000008

Material 1: **C GCL (gramaje no indicado)**

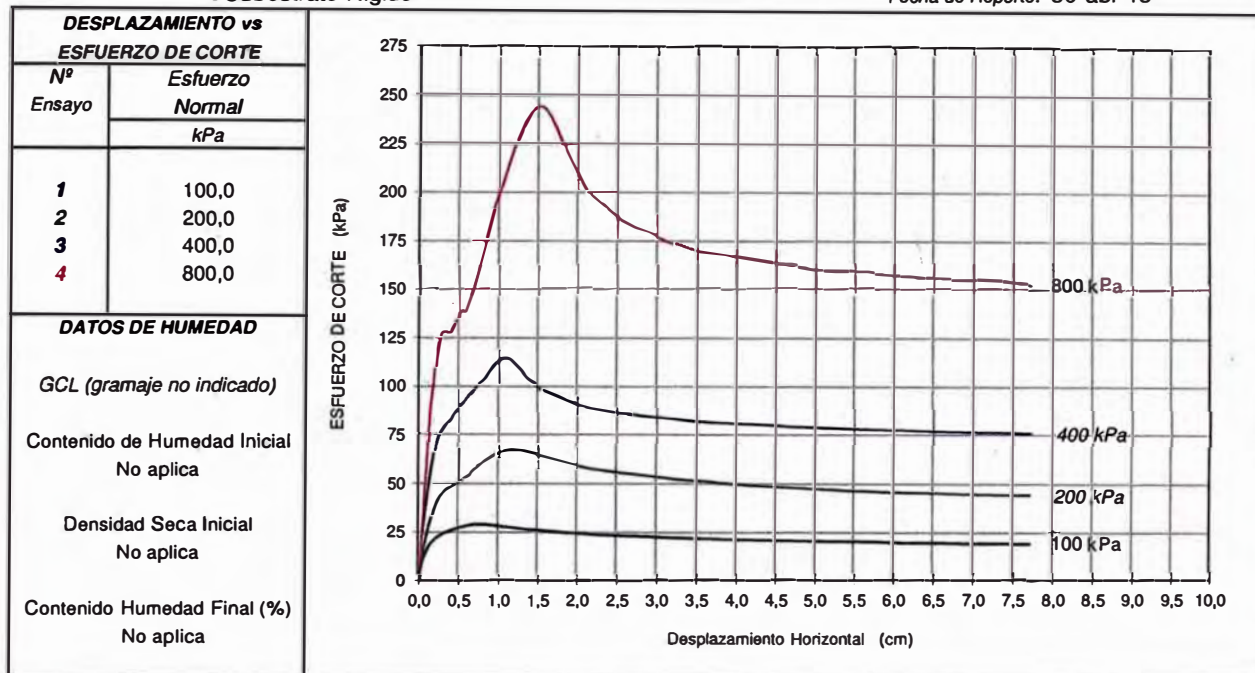
Nº Informe Lab: **AP-069-13**

Material 2: **C Geomembrana LLDPE SST 2mm**

LSN: **Fijado**

Substrate: **C Substrato Rígido**

Fecha de Reporte: **30-abr-13**



CONDICIONES ESTÁNDAR :

VARIACIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE CORTE: **0,04 in/min**

- La separación entre cajas de corte fue de 2,0 mm.
- Los especímenes fueron saturados durante el ensayo, salvo excepciones.
- Esfuerzos Normales Altos, >5psi(35kPa) fueron aplicados usando presión de aire.
- Esfuerzos Normales Bajos, <5psi(35kPa) fueron aplicados usando cargas muertas.
- El ensayo fue terminado después de 3,00"(76mm) de desplazamiento, salvo excepciones.
- El ensayo fue llevado a cabo de acuerdo a los procedimientos ASTM D-5321 haciendo uso de la máquina de Corte Directo Brainard-Killman LG-112 con una área efectiva de 12" x 12" (300x300 mm).

ORIENTACIÓN DEL ENSAYO:



NOTAS ADICIONALES DEL ENSAYO

- Cada especimen de geomembrana fue cortado con medidas de 14" x 20" y fijadas a la caja inferior.
- El GCL fue colocado en la parte superior de la caja de corte.
- Cada especimen de ensayo fue consolidado por 2,0 hrs al esfuerzo normal especificado, luego es aplicado el corte.
- El ensayo fue realizado en condiciones saturadas.
- El corte ocurre en la interfase de los especímenes de GCL y geomembrana.
- Los resultados del Angulo de Fricción y adhesión (o Cohesión) dados, son basados en determinaciones matematicas.
- Cualquier interpretación adicional debe ser manejada por un profesional calificado con experiencia en geosintéticos e ingeniería geotécnica.

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:

CG

Ingresado por:

HEV

Revisado por:

TOM

Fecha:

30-abr-13

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Proyecto: **Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación**

Nombre del Cliente: **Cía. Minera Coimolache S.A**

Súper estrato: **Capa de drenaje**

N° de Proyecto: **PEVC00392**

Material 1: **GCL (gramaje no indicado)**

N° Informe Lab: **AP-011-13**

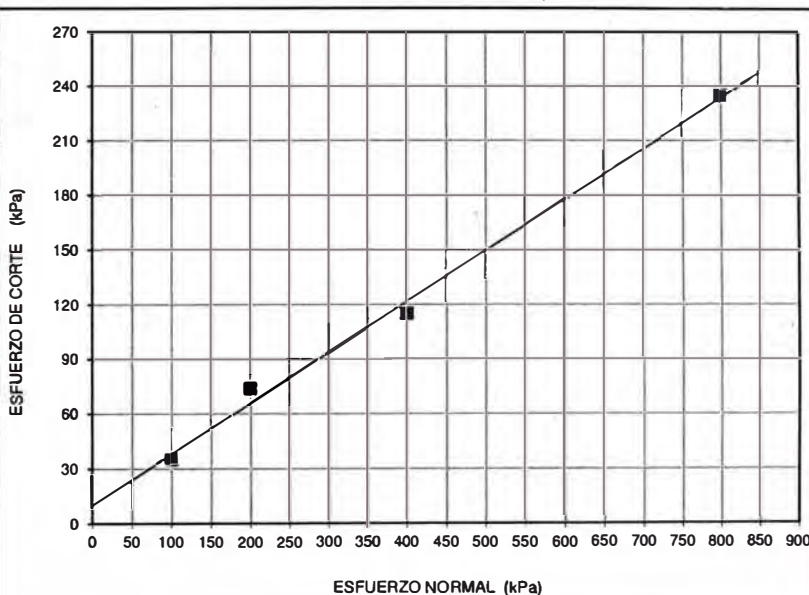
Material 2: **Geomembrana LLDPE SST 2,0 mm (Lado Texturado)**

LSN: **Fijado**

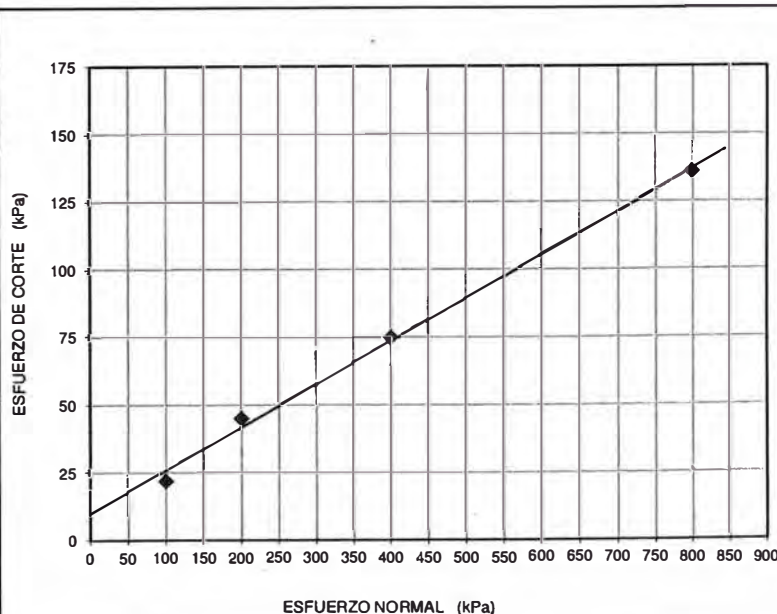
Substrato: **Substrato Rígido**

Fecha de Reporte: **17-ene-12**

ENVOLVENTE DE ESFUERZOS (Picos de esfuerzo de corte)			
N° Ensayo	Esfuerzo Normal kPa	Esfuerzo de Corte kPa	Ángulo Secante de Fricción Grados
1	100,0	35,0	19
2	200,0	74,0	20
3	400,0	115,0	16
4	800,0	235,0	16
Adhesión: 10,0 kPa			
Ángulo de Fricción: 15,6 grados			
Coeficiente de Fricción: 0,27			
NOTA: GRÁFICA SIN ESCALA			



ENVOLVENTE DE ESFUERZOS (7,0 cm de desplazamiento)			
N° Ensayo	Esfuerzo Normal kPa	Esfuerzo de Corte kPa	Ángulo Secante de Fricción Grados
1	100,0	22,0	12
2	200,0	45,0	13
3	400,0	75,0	11
4	800,0	136,0	10
Adhesión: 9,8 kPa			
Ángulo de Fricción: 9,0 grados			
Coeficiente de Fricción: 0,16			
NOTA: GRÁFICA SIN ESCALA			



Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:

Ingresado por:

Revisado por:

Fecha:

CG

DGA

TOM

17-ene-12

LABORATORIO GEOTÉCNICO

Nombre del Cliente: Ingeniería de Detalle Integral del Pad de Lixiviación

Nombre del Proyecto: Cía. Minera Coimolache S.A

Superestrato: Capa de drenaje

N° de Proyecto: PEVC00392

Material 1: GCL (gramaje no indicado)

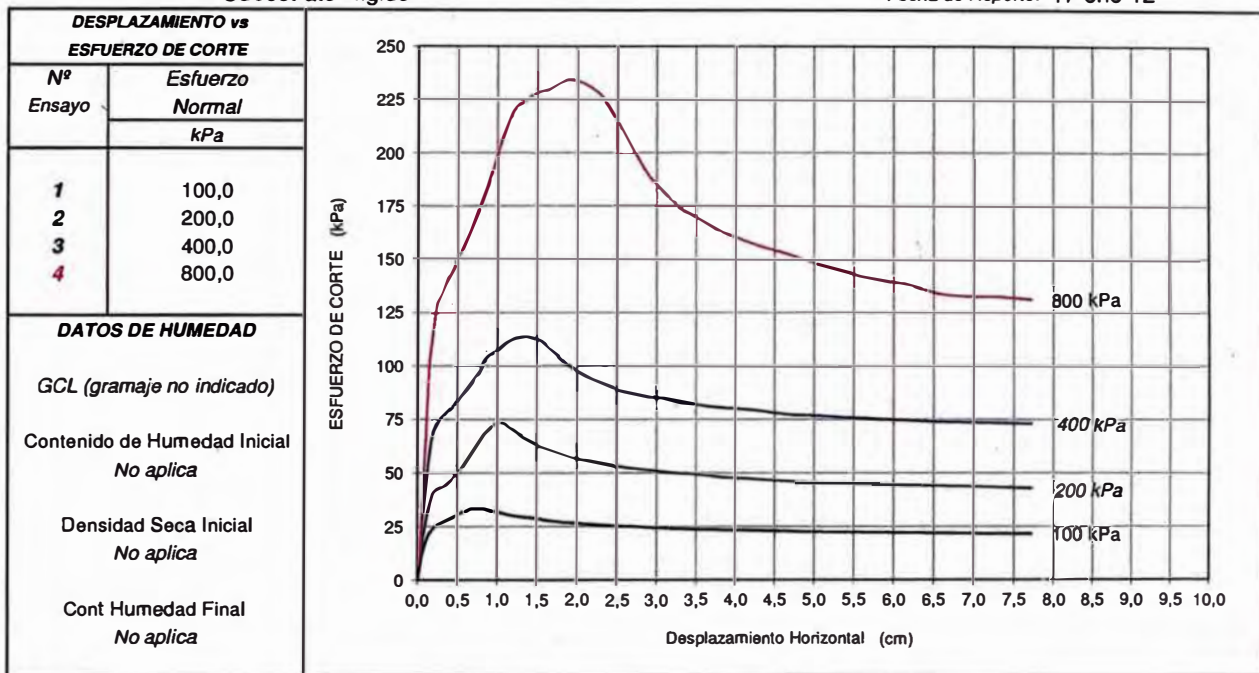
N° Informe Lab: AP-011-13

Material 2: Geomembrana LLDPE SST 2,0 mm (Lado Texturado)

LSN: Fijado

Substrate: Substrato Rígido

Fecha de Reporte: 17-ene-12



CONDICIONES STANDARD :

- La separación entre cajas de corte fue de 2,0 mm.
- Los especímenes fueron saturados durante el ensayo, salvo excepciones.
- Esfuerzos Normales Altos, >5psi(35kPa) fueron aplicados usando presión de aire.
- Esfuerzos Normales Bajos, <5psi(35kPa) fueron aplicados usando cargas muertas.
- El ensayo fue terminado después 3,00"(76mm) de desplazamiento, salvo excepciones.
- El ensayo fue llevado a cabo de acuerdo a los procedimientos ASTM D-5321 haciendo uso de la máquina de Corte Directo Brainard-Killman LG-112 con una área efectiva de 12" x 12" (300x300 mm).

VARIACIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE CORTE: 0,04 in/min

ORIENTACIÓN DEL ENSAYO:



NOTAS ADICIONALES DEL ENSAYO

- Cada espécimen de geomembrana fue cortado con medidas de 14" x 20" y fijadas a la caja inferior.
- El GCL fue colocado en la parte superior de la caja de corte.
- Cada espécimen de ensayo fue consolidado por 2,0 hrs al esfuerzo normal especificado, luego es aplicado el corte.
- El ensayo fue realizado en condiciones saturadas.
- El corte ocurre en la interfase de los especímenes de GCL y geomembrana.
- Los resultados del Angulo de Fricción y adhesión (o Cohesión) dados, son basados en determinaciones matemáticas.
- Cualquier interpretación adicional debe ser manejada por un profesional calificado con experiencia en geosintéticos e ingeniería geotécnica.

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Ausenco Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Ausenco Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:

CG

Ingresado por:

DGA

Revisado por:

TOM

Fecha:

17-ene-12

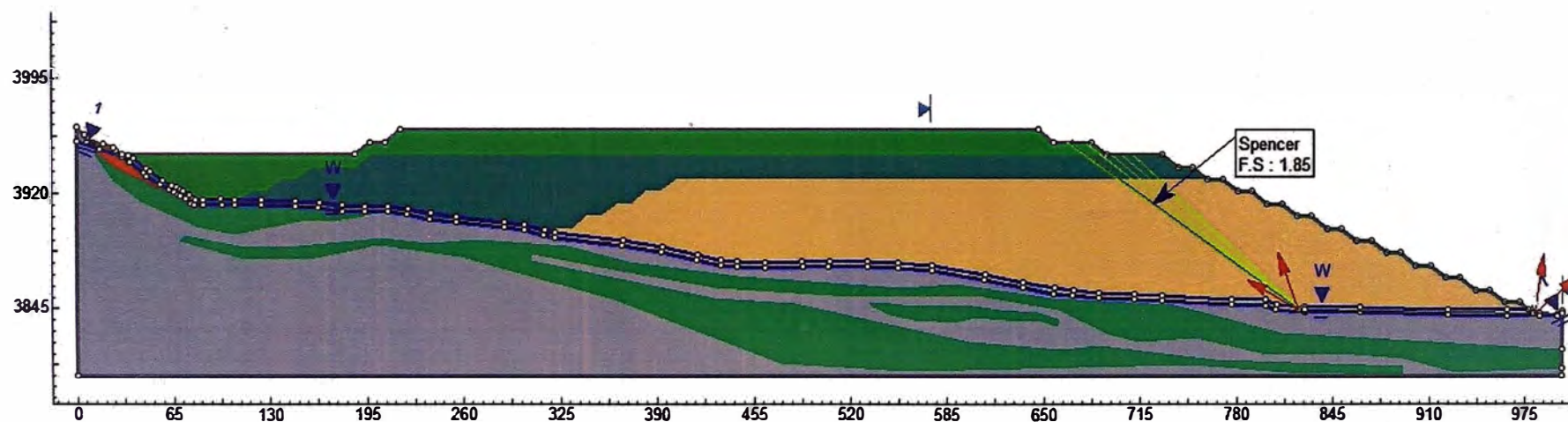
Análisis de Estabilidad de Taludes, Pad de Lixiviación Fase 2A

Análisis de Estabilidad Estático

Sección Geotécnica Analizada 1-1', Aguas Abajo - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

*Envolvente no lineal.

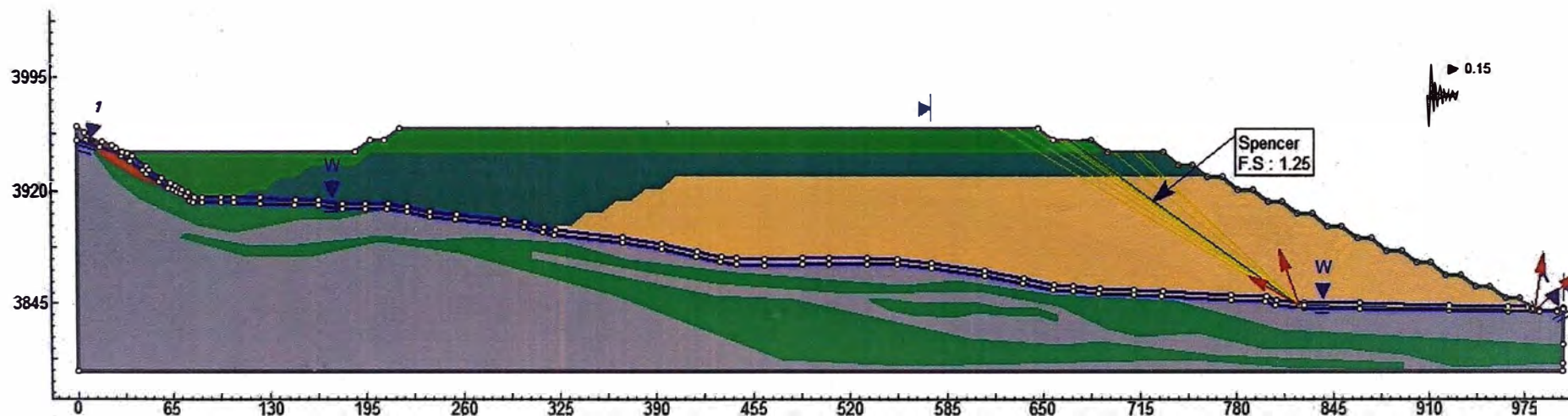


Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A

Sección Geotécnica Analizada 1-1', Aguas Abajo - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

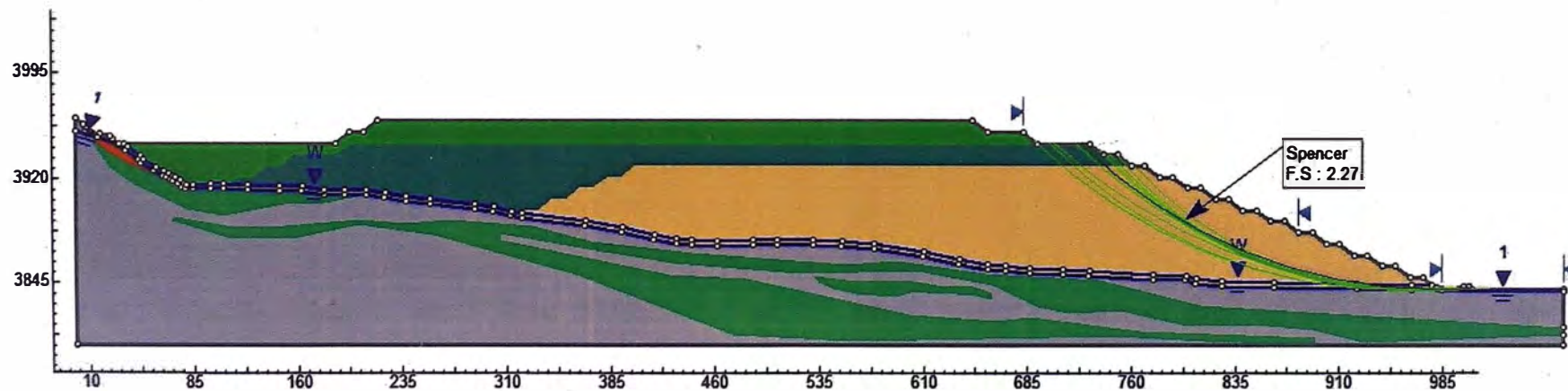
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 1-1', Aguas Abajo - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

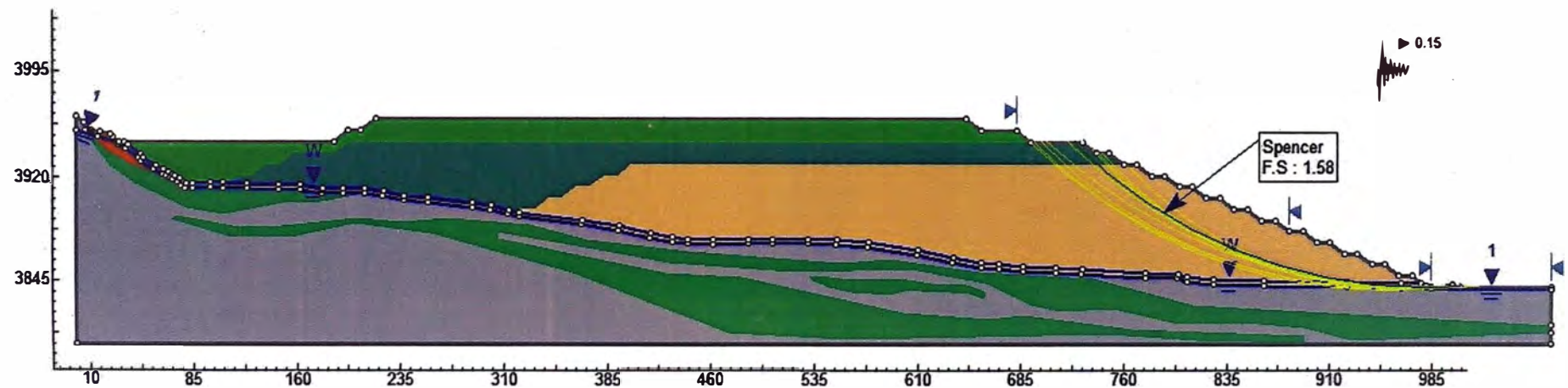
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 1-1', Aguas Abajo - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

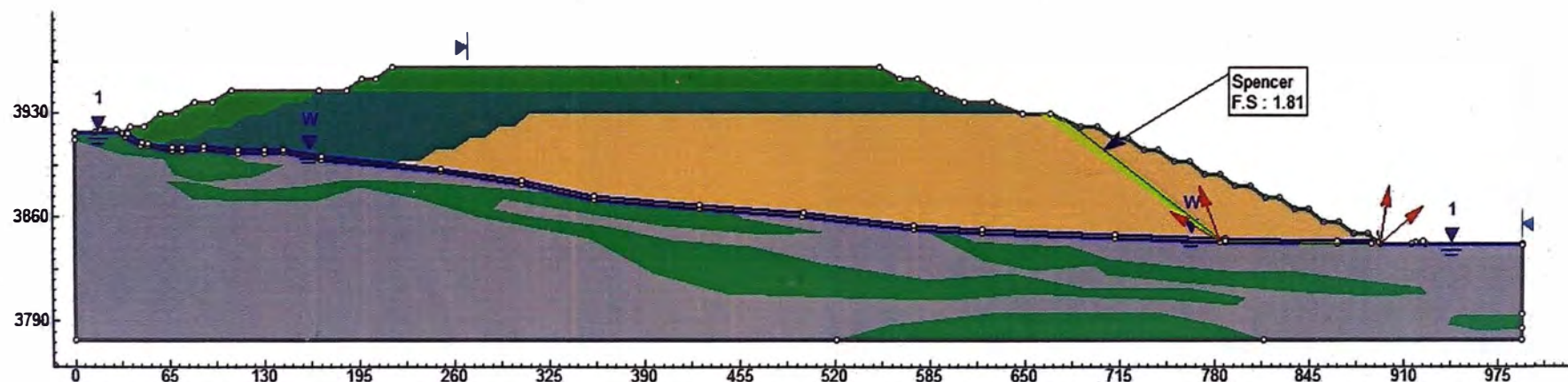
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 2-2', Aguas Abajo - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

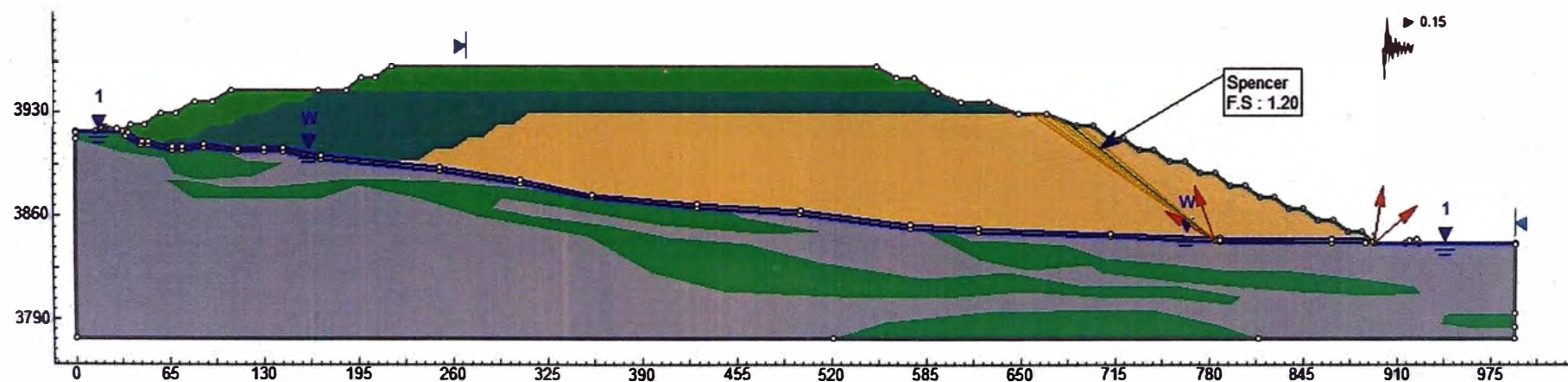
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 2-2', Aguas Abajo - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

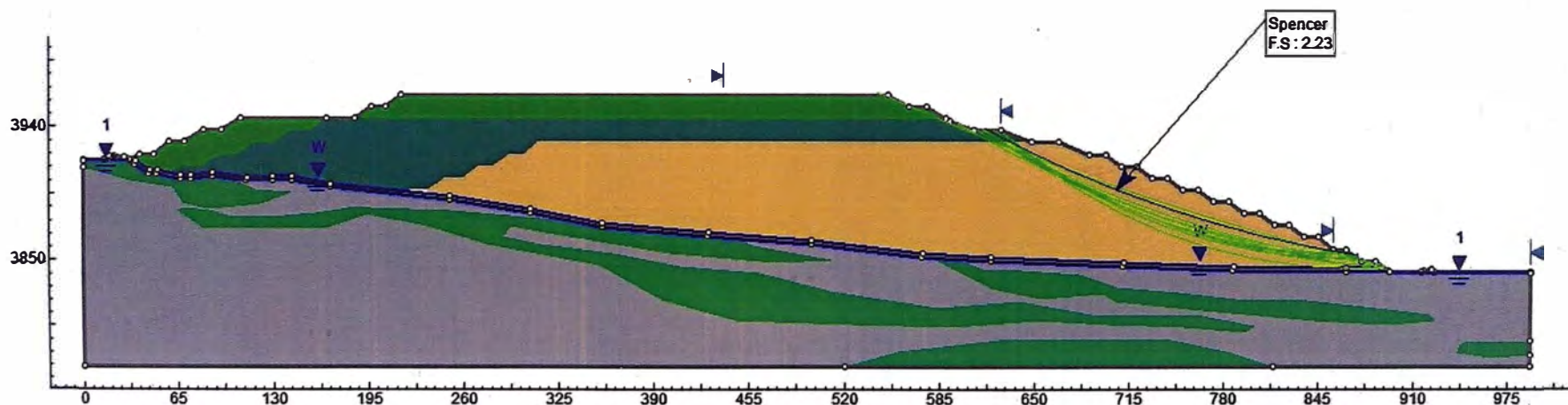
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 2-2', Aguas Abajo - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

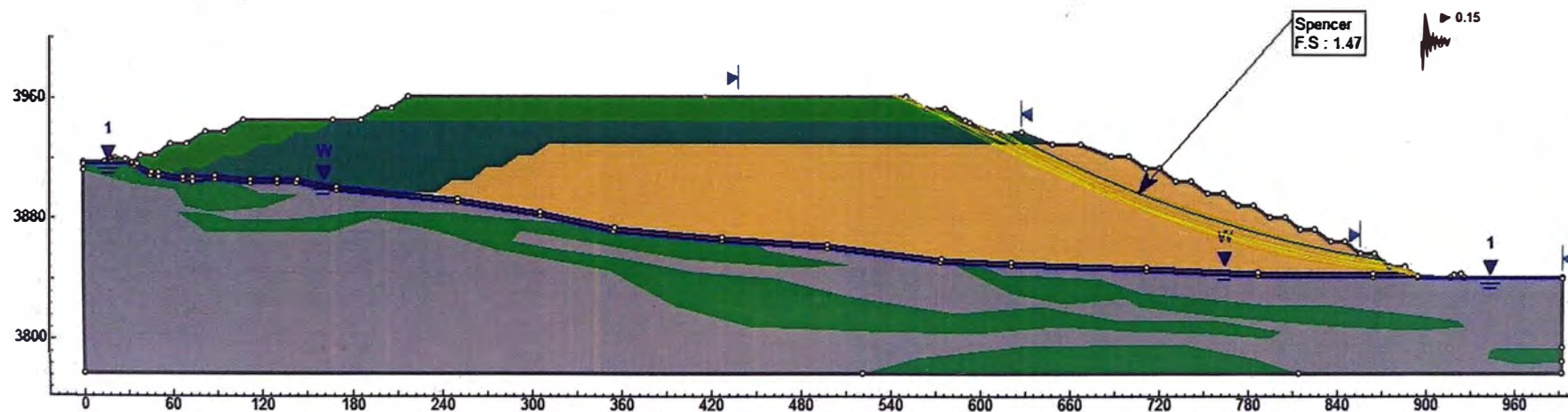
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 2-2', Aguas Abajo - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

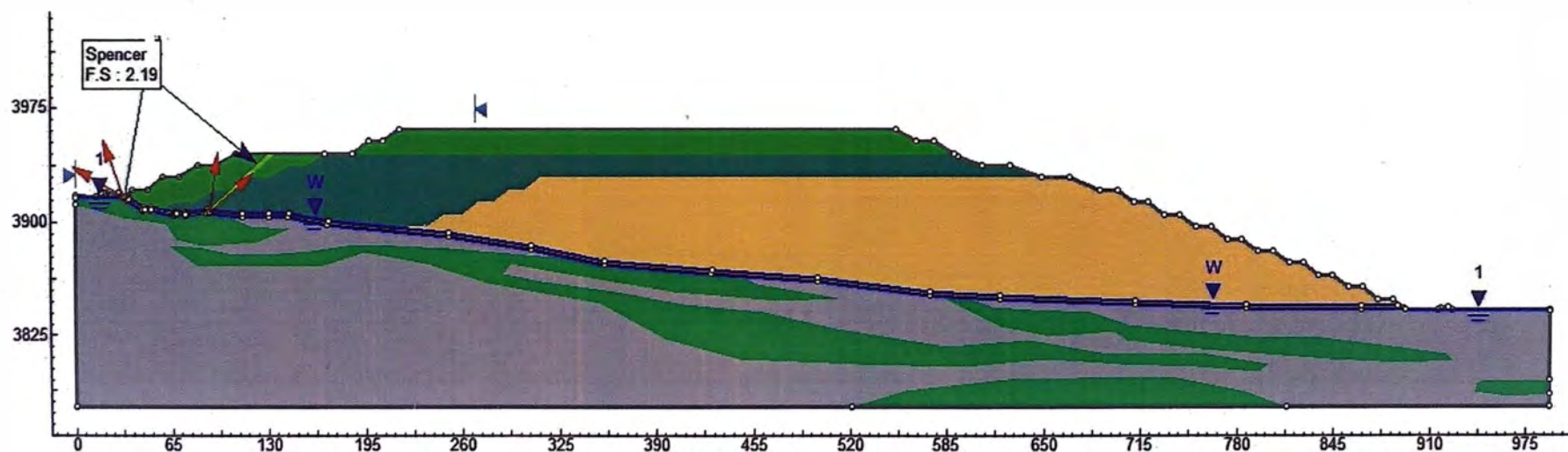
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 2-2', Aguas Arriba - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

*Envoltente no lineal.

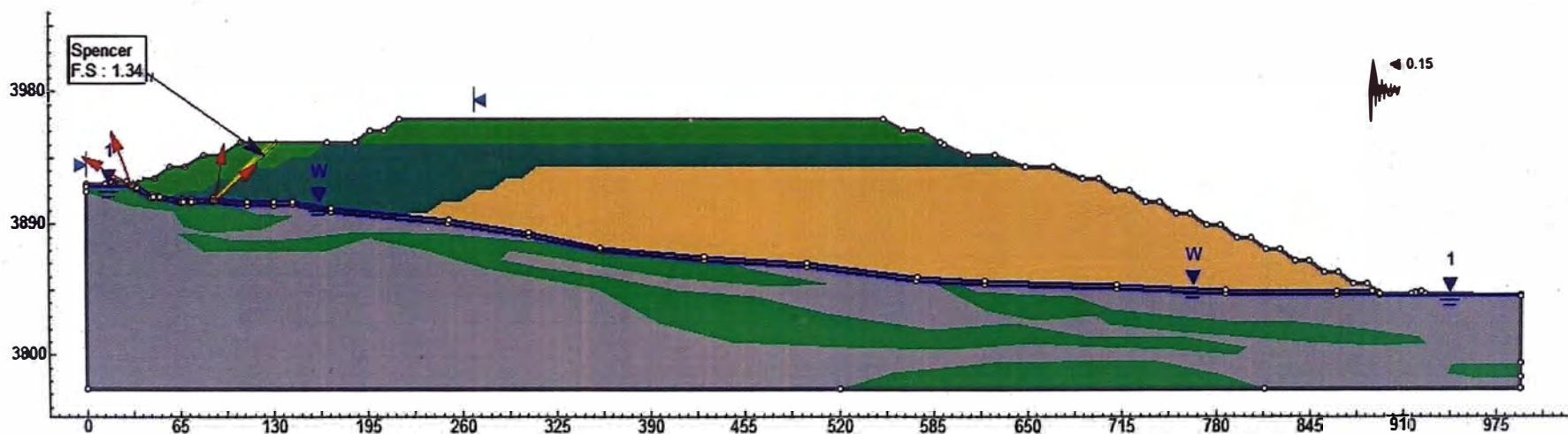


Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A

Sección Geotécnica Analizada 2-2', Aguas Arriba - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

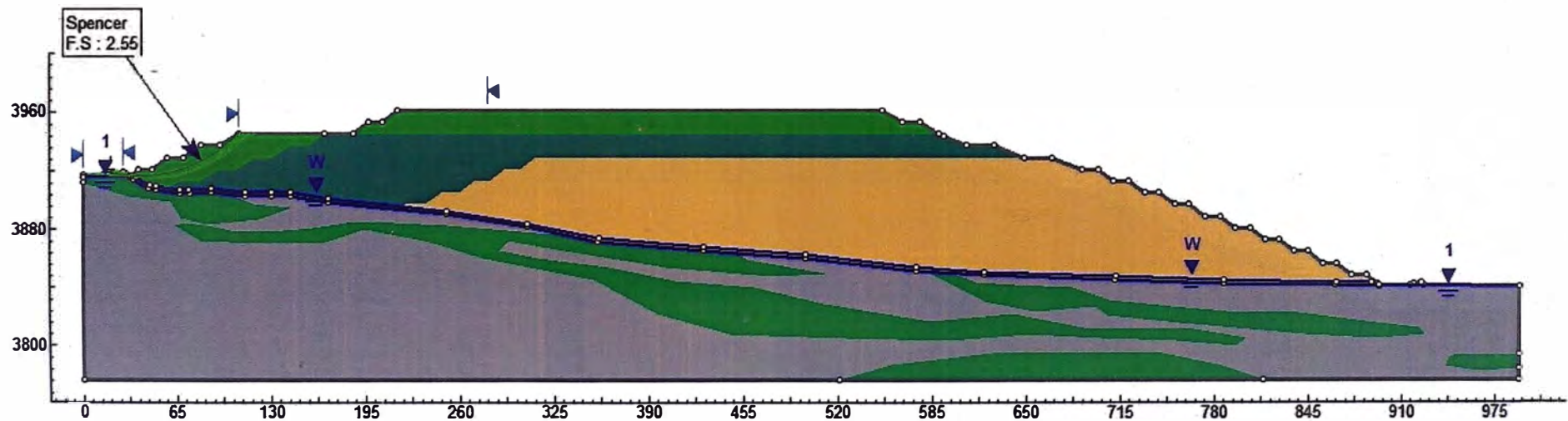
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 2-2', Aguas Arriba - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

*Envolvente no lineal.

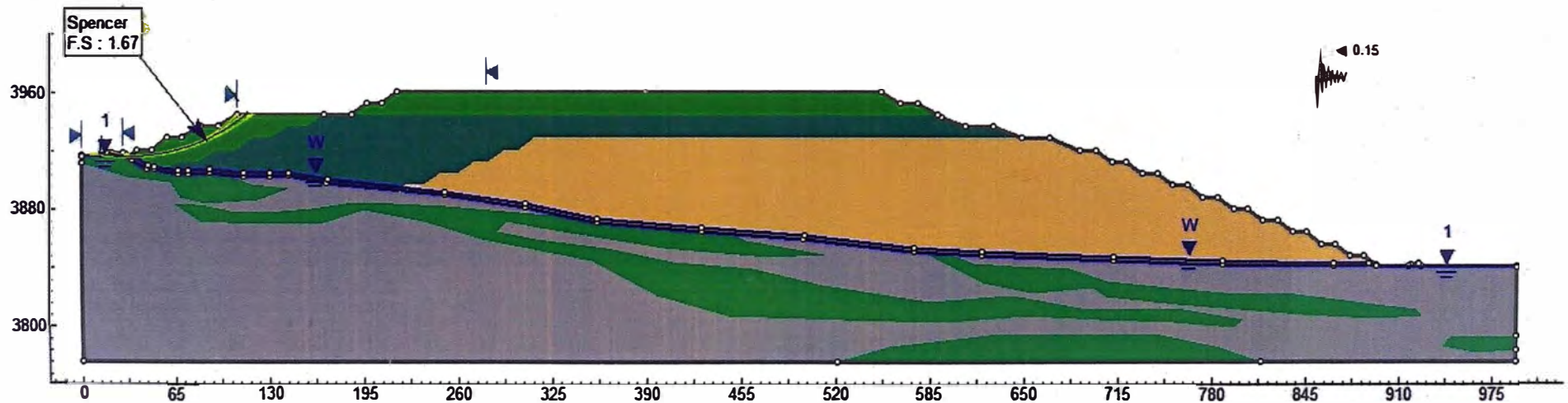


Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A

Sección Geotécnica Analizada 2-2', Aguas Arriba - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

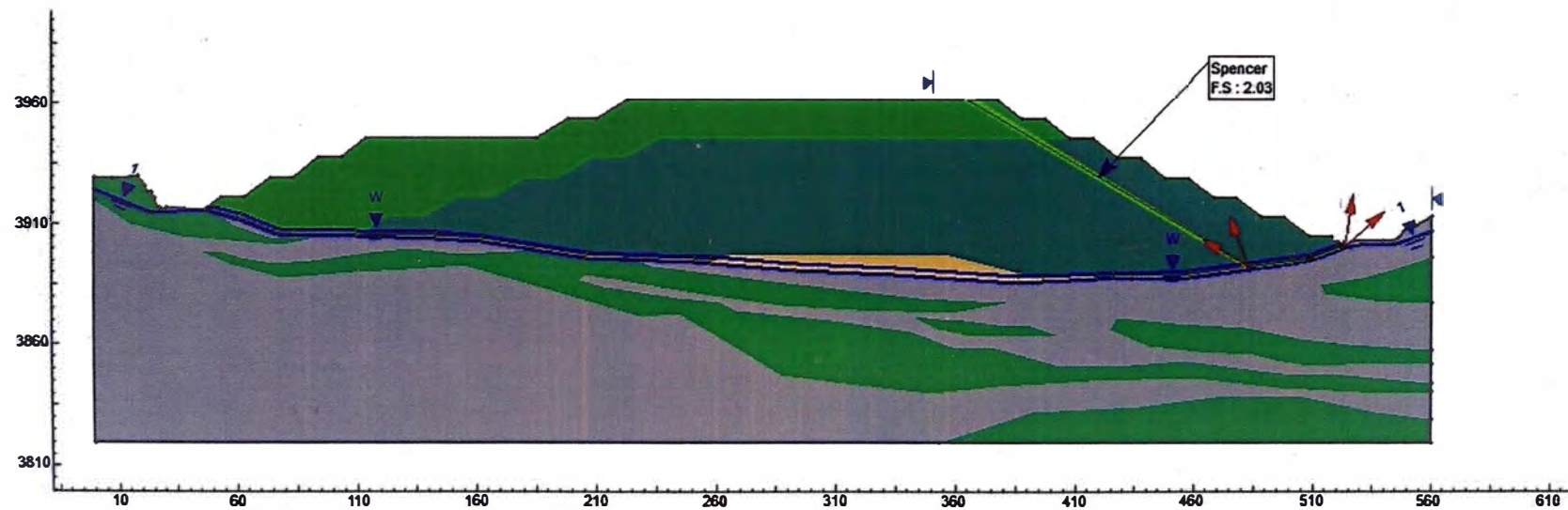
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 3-3', Aguas Abajo - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

*Envolvente no lineal.

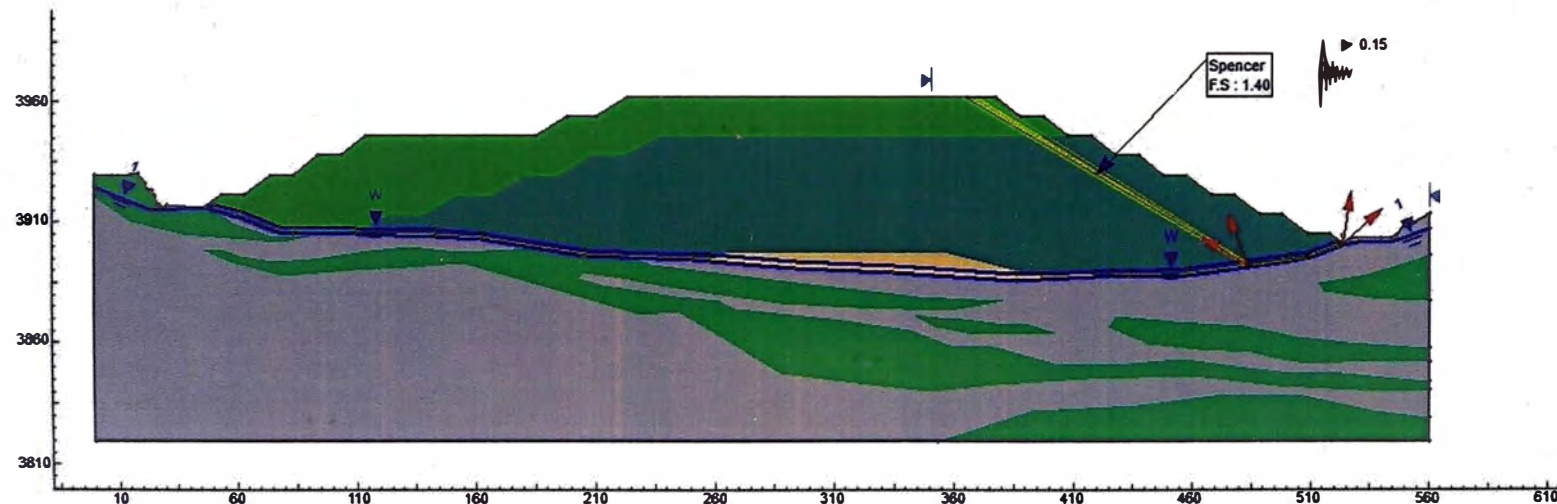


Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A

Sección Geotécnica Analizada 3-3', Aguas abajo - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

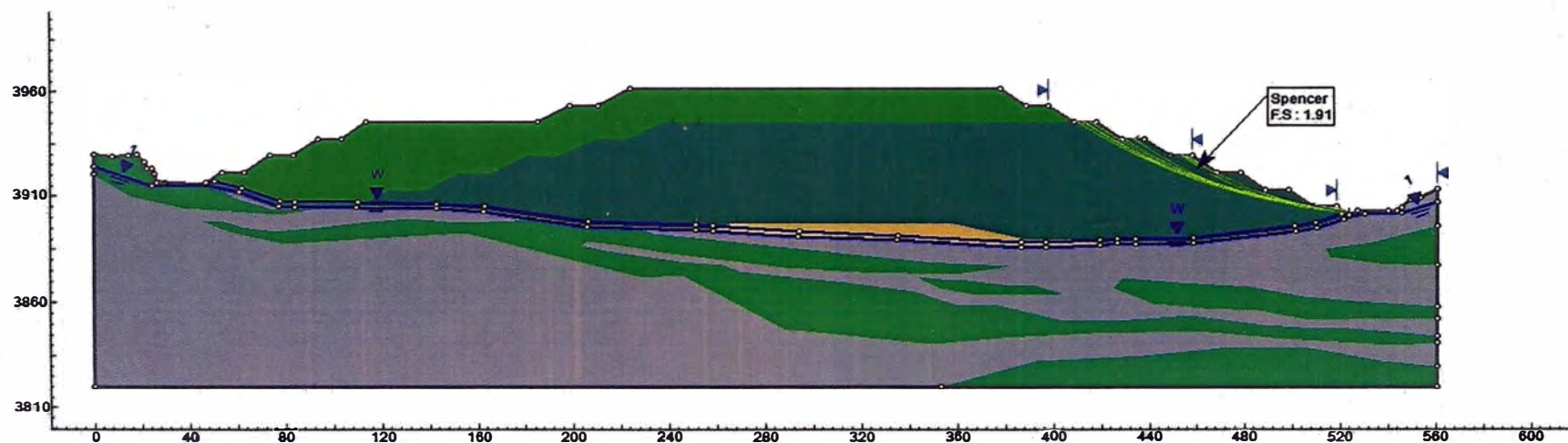
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 3-3', Aguas Abajo - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 3-3', Aguas Abajo - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 3-3', Aguas Arriba - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

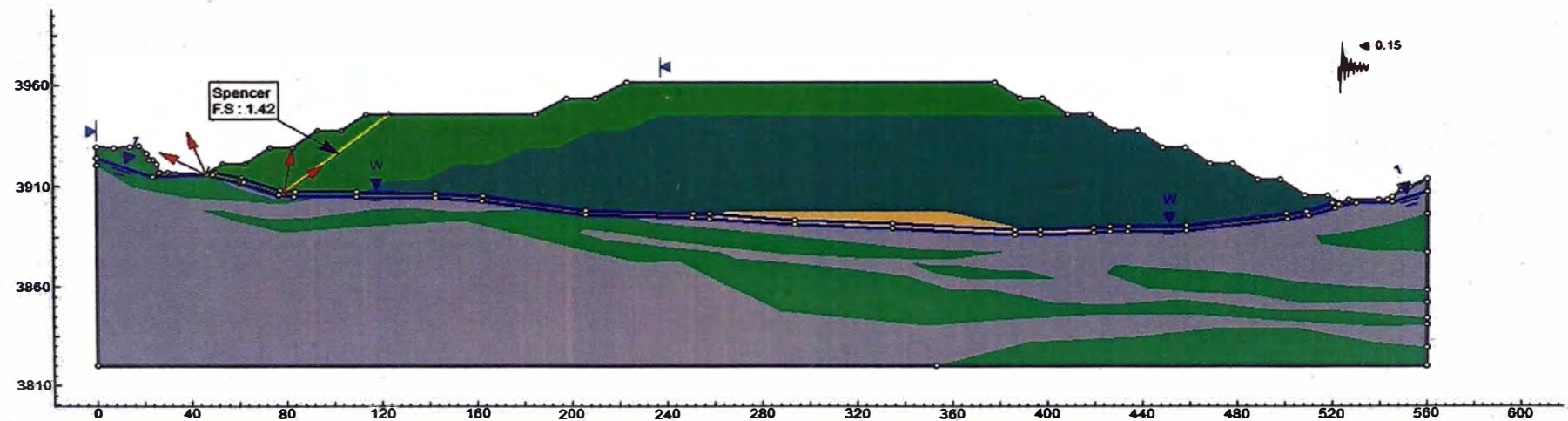
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 3-3', Aguas Arriba - Falla Tipo Bloque

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

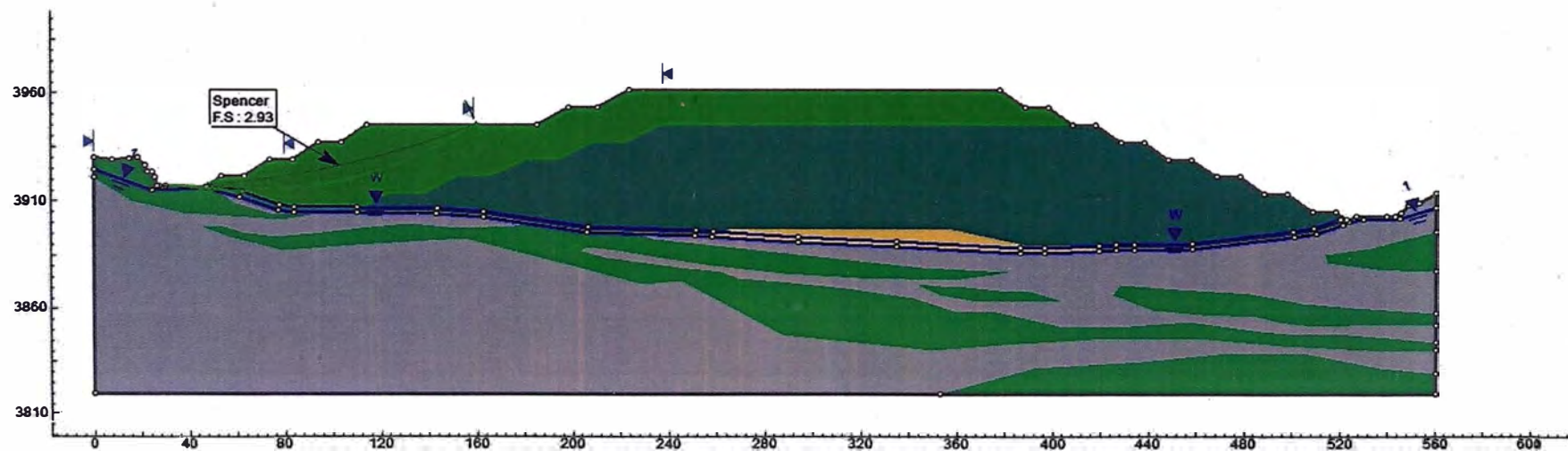
*Envolvente no lineal.



Análisis de Estabilidad Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 3-3', Aguas Arriba - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

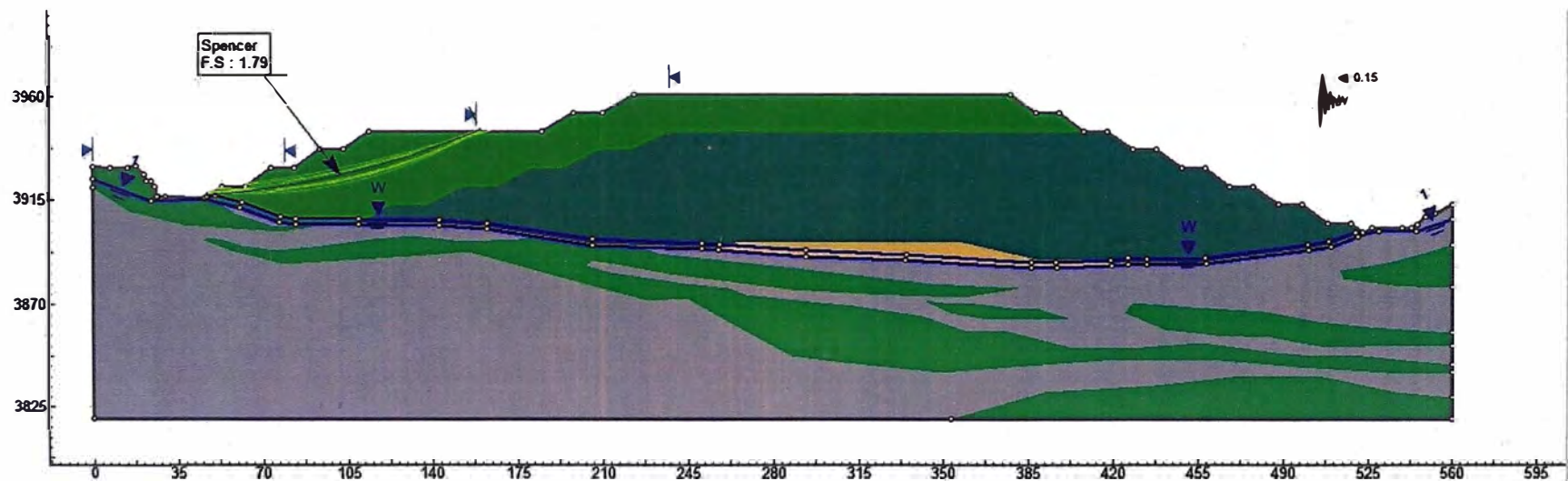
*Envolvente no lineal.

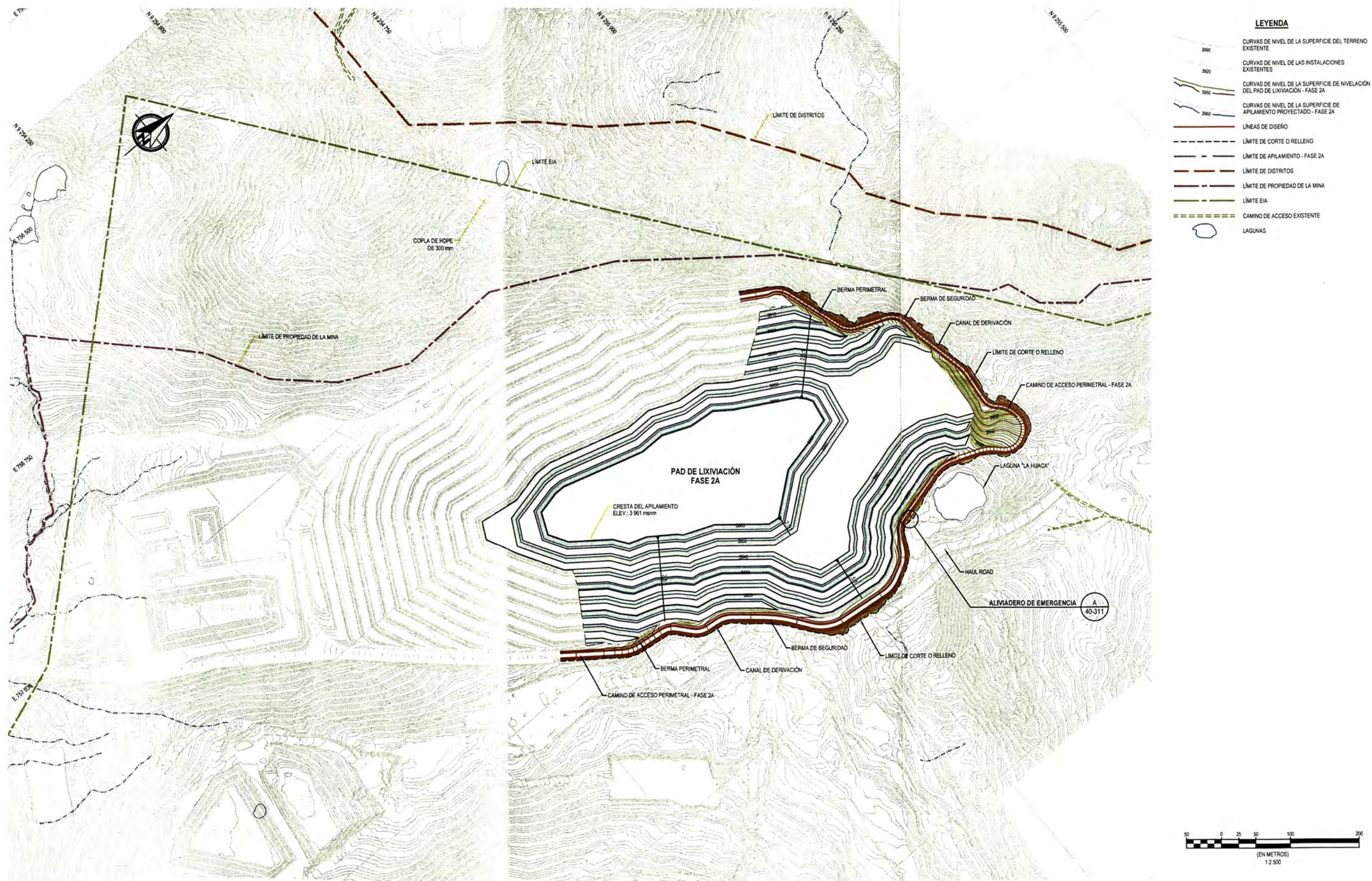


Análisis de Estabilidad Pseudo-Estático – Pad de Lixiviación Fase 2A
Sección Geotécnica Analizada 3-3', Aguas Arriba - Falla Tipo Circular

Material	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)	Ph	W
Mineral Fase 2A	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 2	17,1	18,1	0	37	-	1
Mineral Fase 1	17,1	18,1	0	37	-	1
Depósito Coluvial	20,0	21,0	4	33	-	-
Relleno Estructural	18,0	19,0	0	36	-	-
Interfase Cantera Condori	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Cantera Tantahuatay	15,0	16,0	*	*	-	1
Interfase Geomenbrana - GCL	16,0	17,0	*	*	-	1
Suelo Residual	16,0	28,0	10	28	1	-
Basamento rocoso	22,0	23,0	150	35	1	-

*Envolvente no lineal.





ARREGLO GENERAL

PLANO 01

AMPLIACION DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACION TANTAHUATAY FASE 2A



LEYENDA

CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE

LIMITE DE CORTE O RELLENO

LINEAS DE DISEÑO

CALICATAS

PERFORACION

ESTACIONES ESTRUCTURALES

LAGUNA LA HUACA

RELLENO CONTROLADO

RELLENO NO CONTROLADO MATERIAL DE DESBROCE

UNIDAD GEOTÉCNICA I

UNIDAD GEOTÉCNICA II

UNIDAD GEOTÉCNICA III

UNIDAD GEOTÉCNICA IV

DEPOSITO COLUVIAL

DEPOSITO RESIDUAL

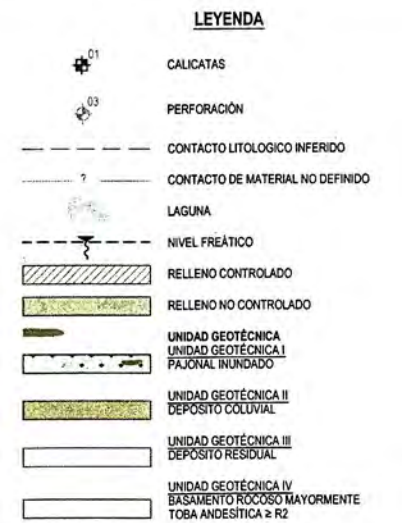
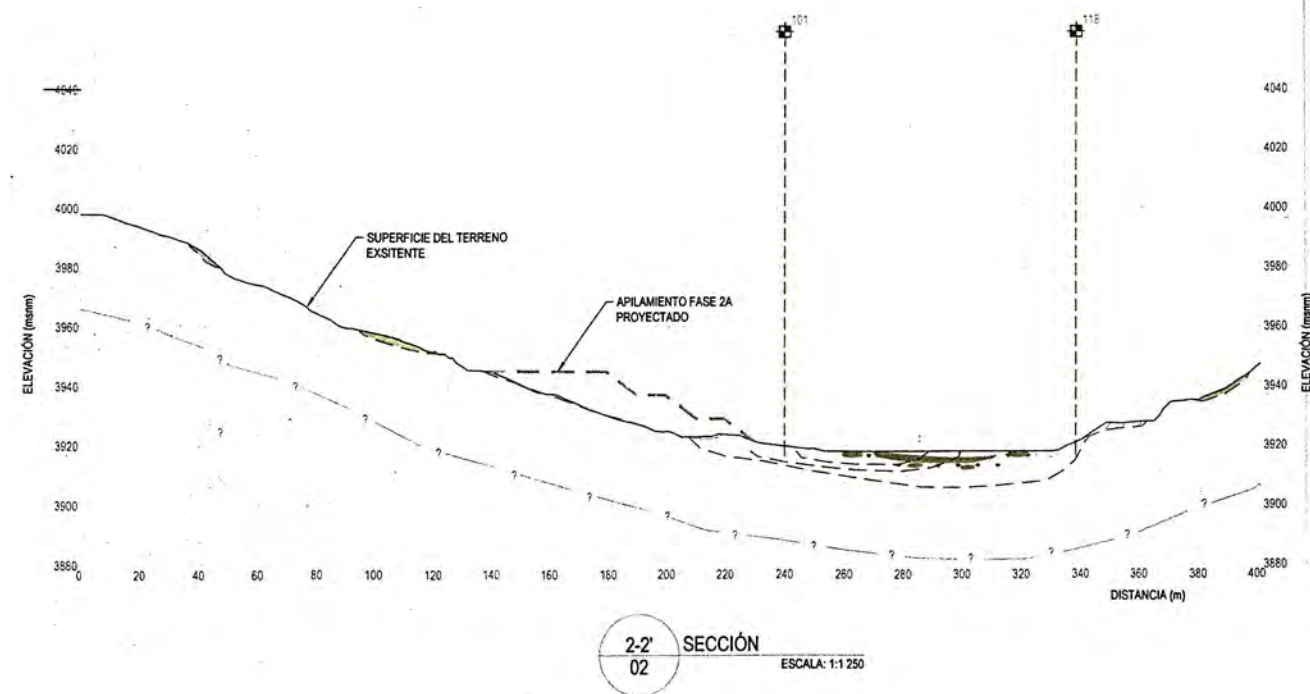
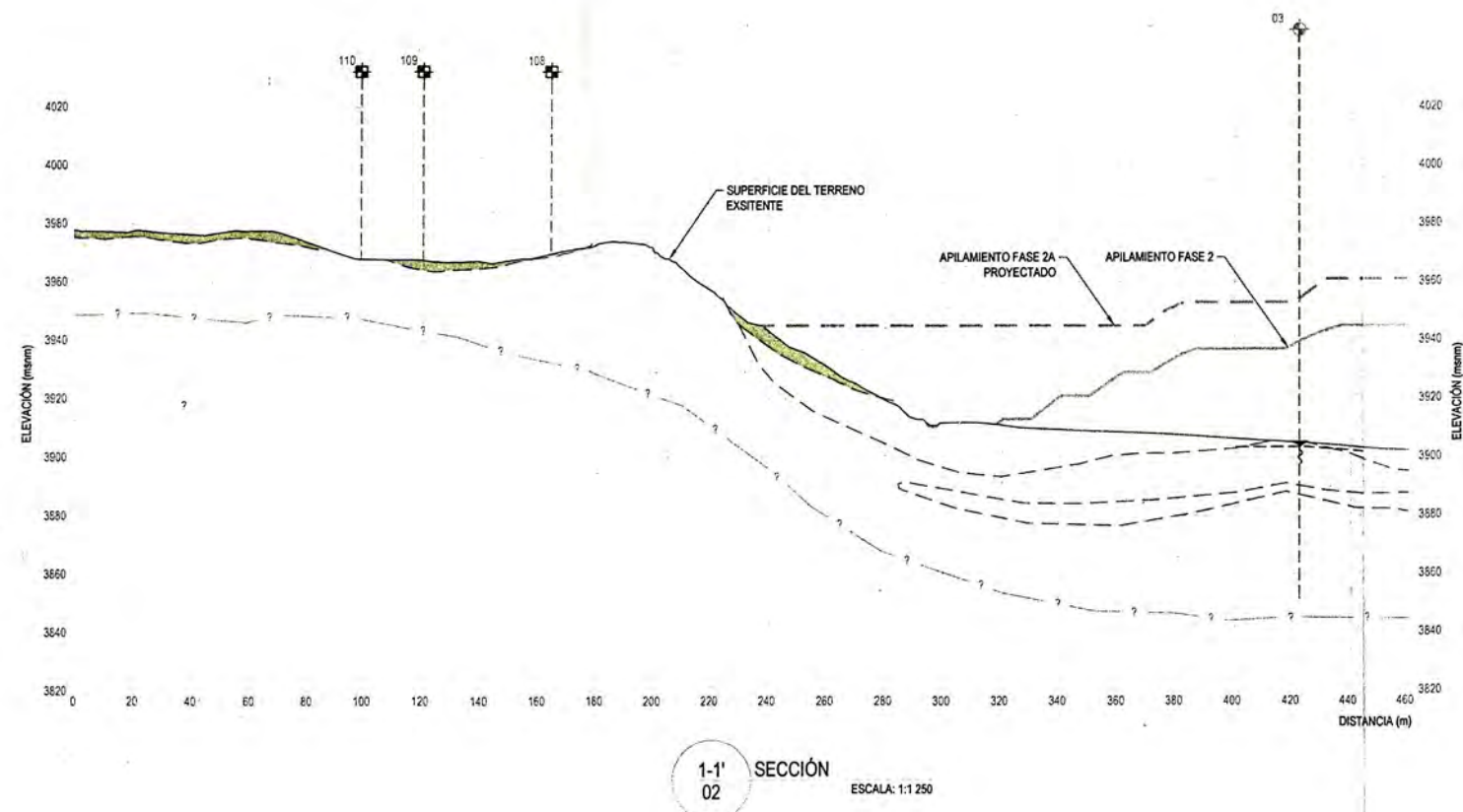
BASAMENTO ROCOSO MAYORMENTE TOBA ANDESITICA > R2

INSTALACIONES EXISTENTES

PLANO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

PLANO 02

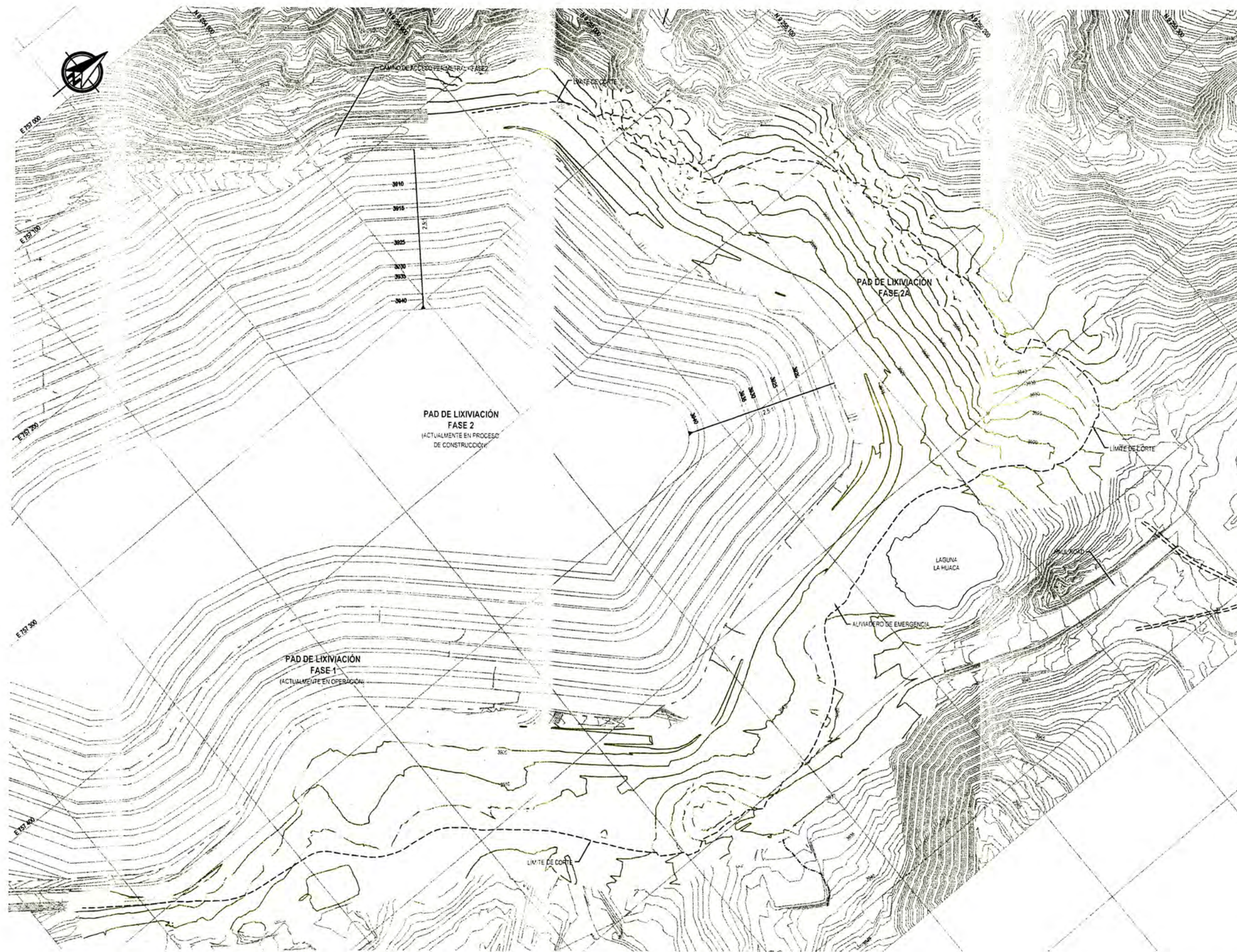
AMPLIACION DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION TANTAHUATAY FASE 2A



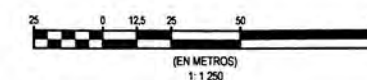
SECCIONES GEOLÓGICAS-
GEOTÉCNICAS

PLANO 03

AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACIÓN TANTAHUATAY FASE 2A



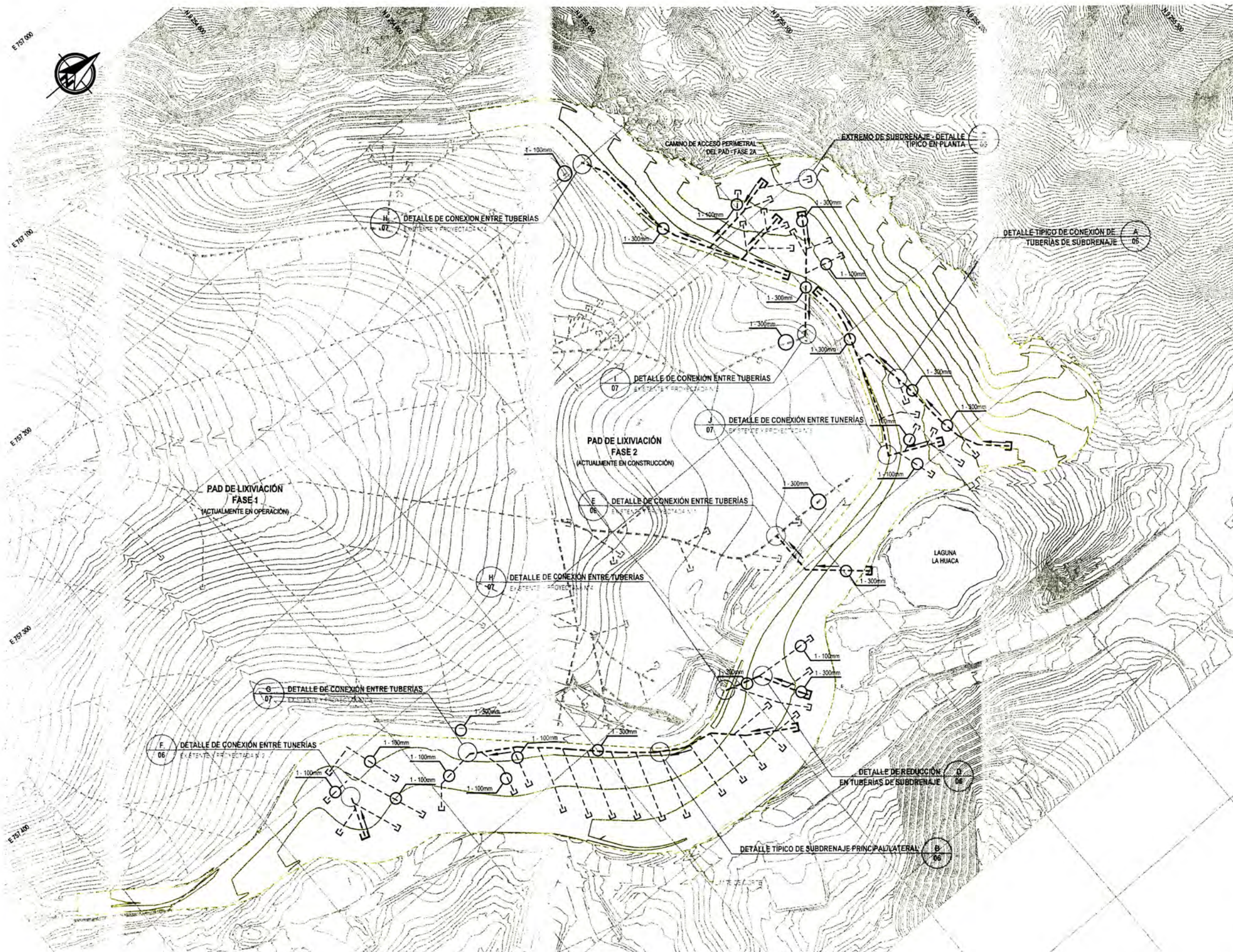
- LEYENDA**
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
 - CURVAS DE NIVEL DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES
 - CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE CIMENTACIÓN
 - LÍMITE DE CORTE O RELLENO
 - LAGUNA LA HUACA



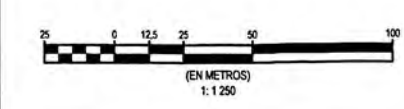
PLANO DE CIMENTACIÓN

PLANO 04

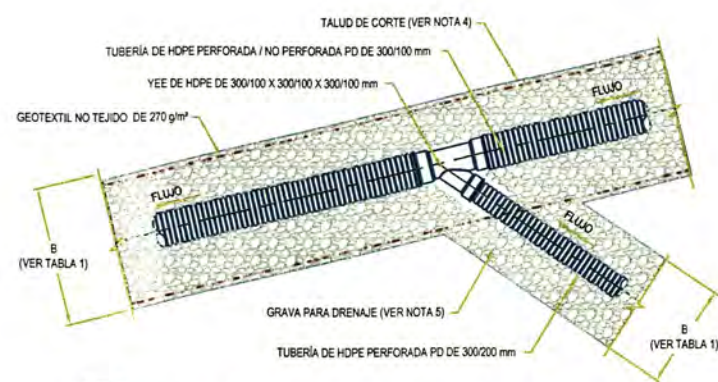
AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACIÓN TANTAHUATAY FASE 2A



- LEYENDA**
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE (VER NOTA 1)
 - CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE CORTE (VER NOTA 3)
 - CURVAS DE NIVEL DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES PAD FASE 1 Y 2
 - LÍNEAS DE DISEÑO
 - LÍMITE DE CORTE O RELLENO
 - TUBERÍA DE HDPE PERFORADA PD DE 300mm DE SUBDRENAJE PRINCIPAL
 - TUBERÍA DE HDPE PERFORADA PD DE 100mm DE SUBDRENAJE LATERAL
 - TUBERÍAS EXISTENTES DE LA FASE 1 Y FASE 2
 - ESTRUCTURAS EXISTENTES (VER NOTA 2)



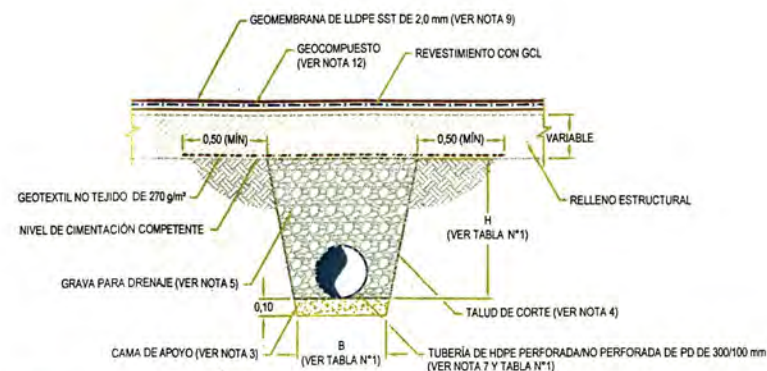
SISTEMA DE SUBDRENAJE VISTA EN PLANTA	PLANO 05
AMPLIACION DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION TANTAHUATAY FASE 2A	



A
05

DETALLE TÍPICO DE CONEXIÓN DE TUBERÍAS DE SUBDRENAJE

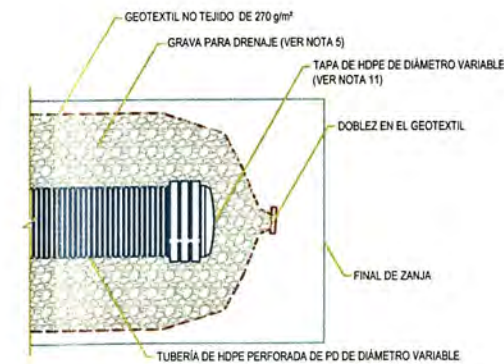
ESCALA: 1/20



B
05

DETALLE TÍPICO DE TUBERÍAS DE SUBDRENAJE PRINCIPAL/LATERAL

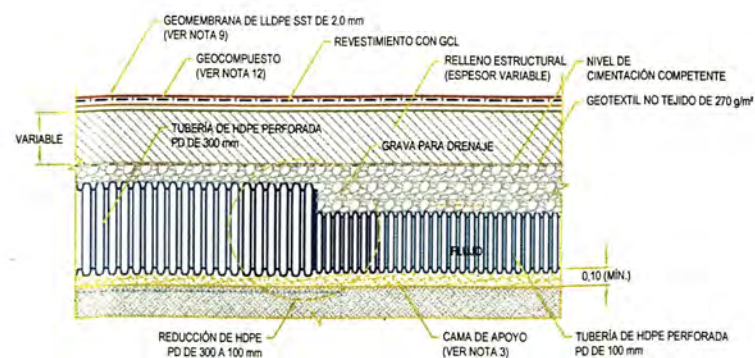
ESCALA: 1/20



C
05

DETALLE TÍPICO DE TERMINACIÓN DE TUBERÍA

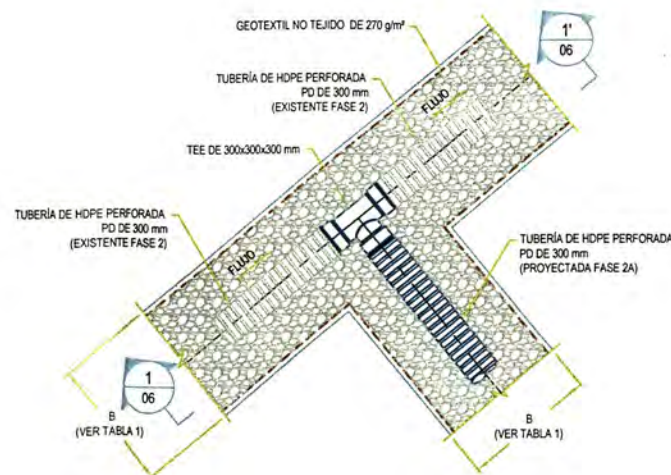
ESCALA: 1/20



D
05

DETALLE DE REDUCCIÓN
EN TUBERÍAS DE SUBDRENAJE

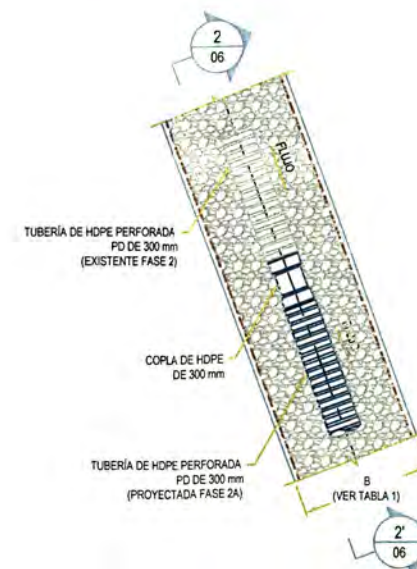
ESCALA: 1/20



E
05

DETALLE DE CONEXIÓN ENTRE TUBERÍAS
EXISTENTES Y PROYECTADAS N°1

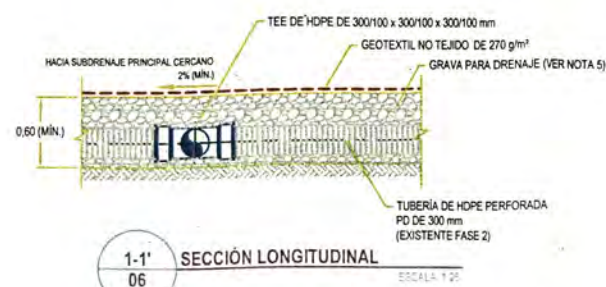
ESCALA: 1/20



F
05

DETALLE CONEXIÓN ENTRE TUBERÍAS
EXISTENTES Y PROYECTADAS N°2

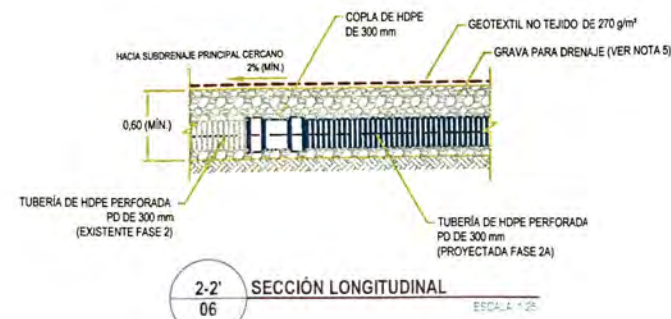
ESCALA: 1/20



1-1'
06

SECCIÓN LONGITUDINAL

ESCALA: 1/20



2-2'
06

SECCIÓN LONGITUDINAL

ESCALA: 1/20

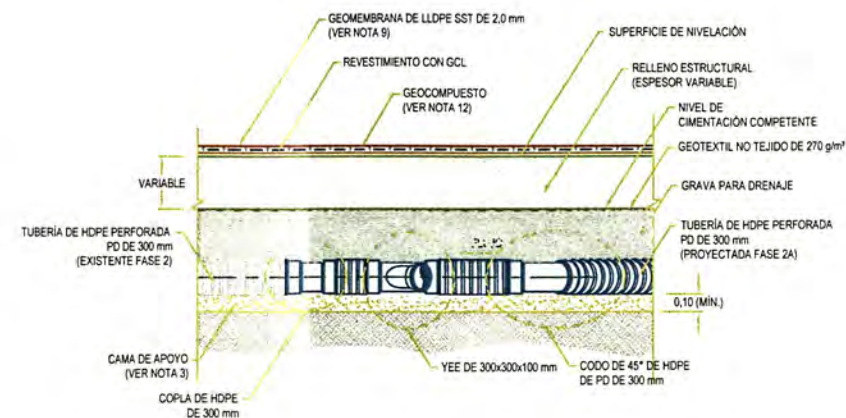
DETALLES DE SUBDRENAJE
1 DE 2

PLANO 06

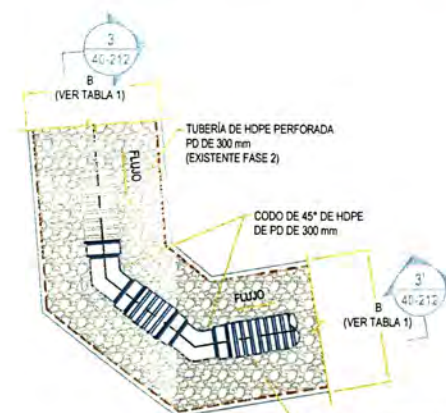
AMPLIACION DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACION TANTAHUATAY FASE 2A



G 05 DETALLE DE CONEXIÓN ENTRE TUBERÍAS EXISTENTE Y PROYECTADA N°3



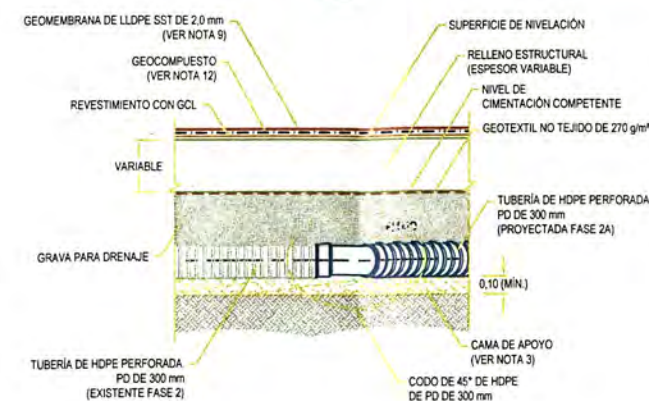
1 - 1' SECCIÓN LONGITUDINAL



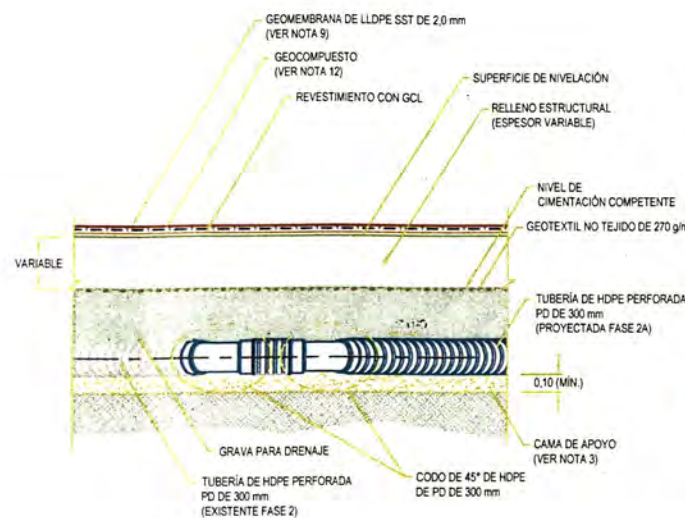
I 07 DETALLE DE CONEXIÓN ENTRE TUBERÍAS EXISTENTE Y PROYECTADA N°5



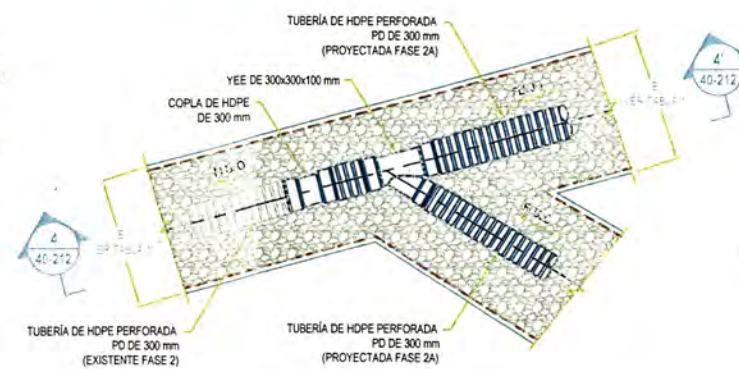
H 05 DETALLE DE CONEXIÓN ENTRE TUBERÍAS EXISTENTE Y PROYECTADA N°4



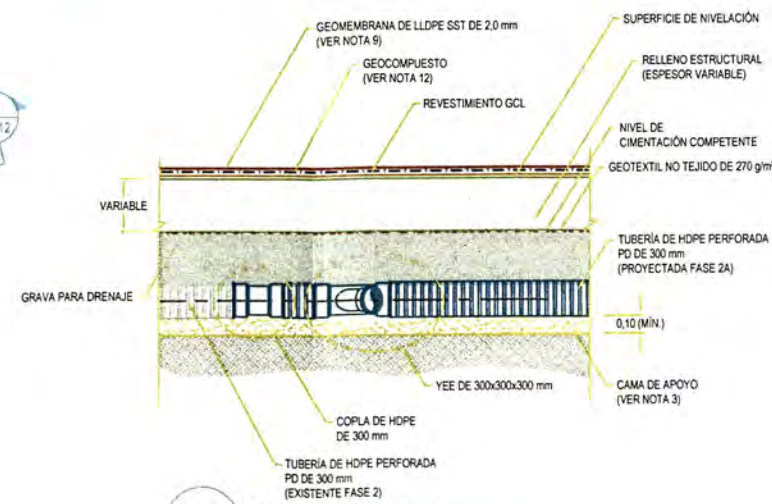
2 - 2' SECCIÓN LONGITUDINAL



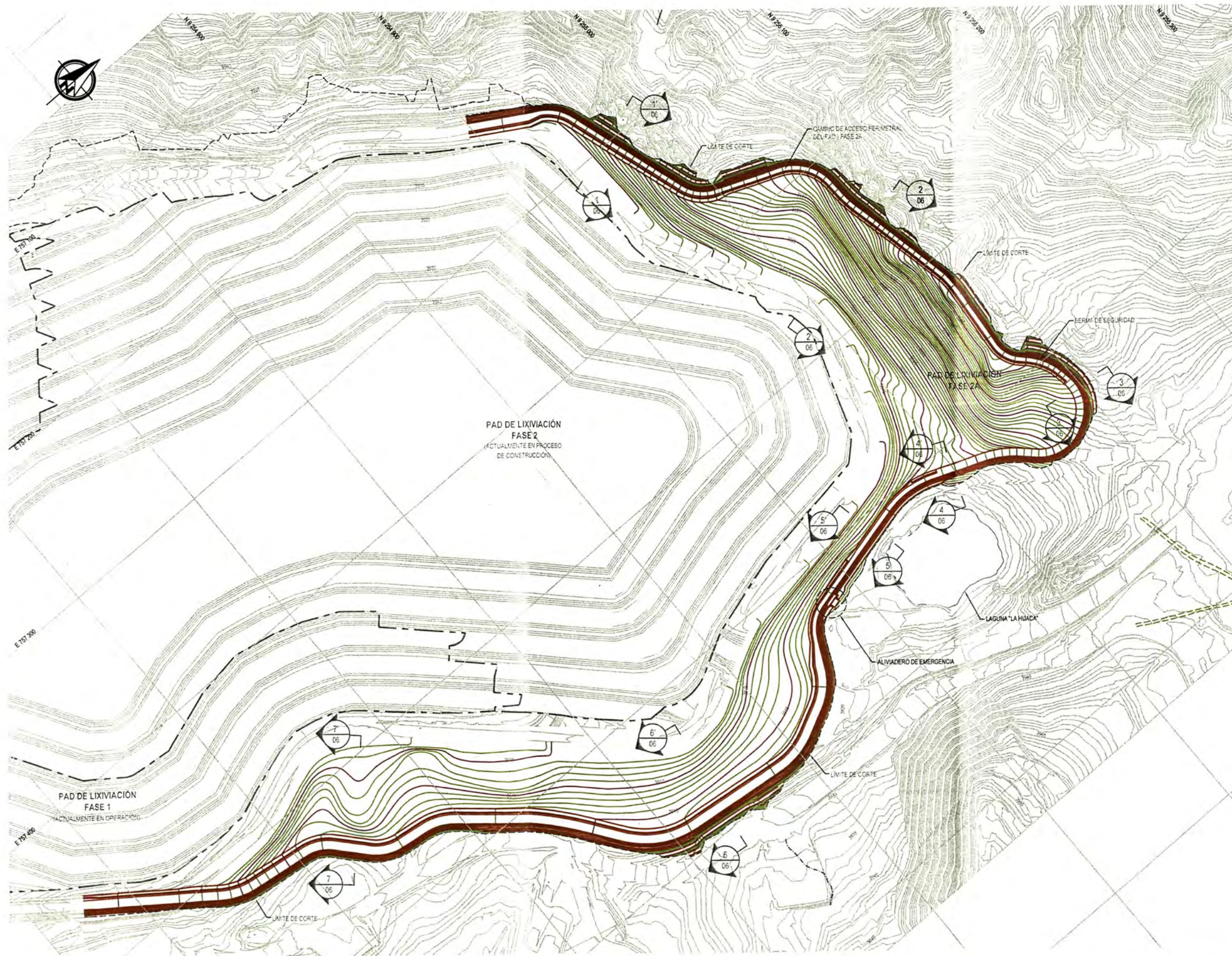
3 - 3' SECCIÓN LONGITUDINAL



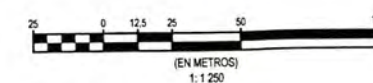
J 06 DETALLE DE CONEXIÓN ENTRE TUBERÍAS EXISTENTE Y PROYECTADA N°5



4 - 4' SECCIÓN LONGITUDINAL



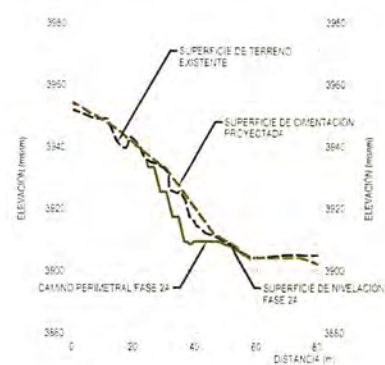
- LEYENDA**
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERREÑO EXISTENTE
 - CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE NIVELACIÓN, CAMINOS DE ACCESO PERIMETRAL Y CANAL DE DERIVACIÓN DE LA FASE 2A
 - LINEAS DE DISEÑO
 - LÍMITE DE CORTE O RELLENO
 - LAGUNA LA HUACA
 - ESTRUCTURAS EXISTENTES



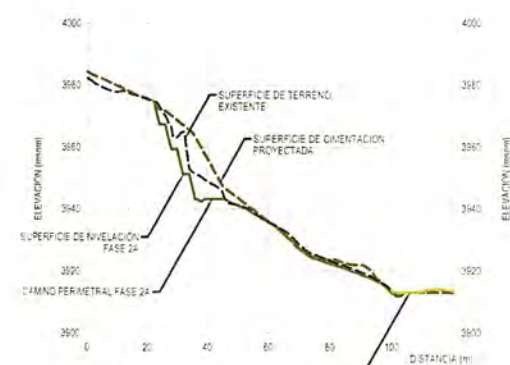
PLANO DE NIVELACION-VISTA
EN PLANTA

PLANO 08

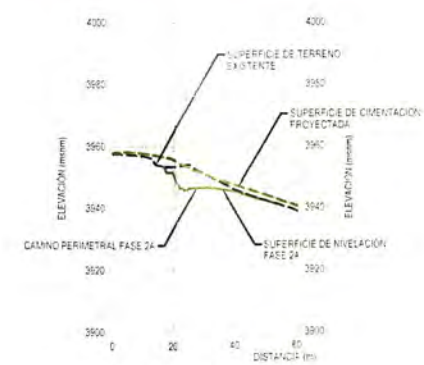
AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACIÓN TANTAHUATAY FASE 2A



1-1' SECCIÓN
08
ESCALA: 1:1.000



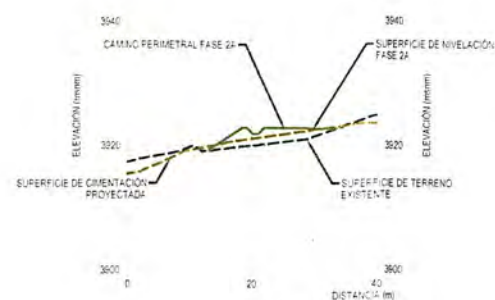
2-2' SECCIÓN
08
ESCALA: 1:1.000



3-3' SECCIÓN
08
ESCALA: 1:1.000

LEYENDA

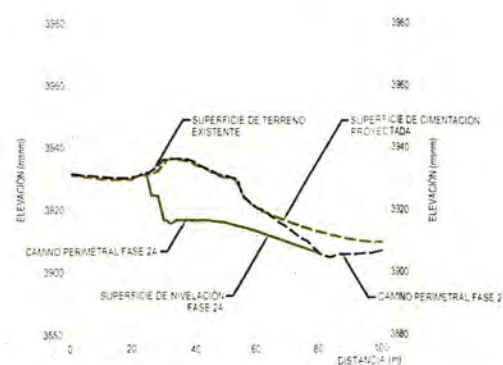
- SUPERFICIE DE NIVELACIÓN FASE 2A
- SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE
- SUPERFICIE DE CIMENTACIÓN PROYECTADA



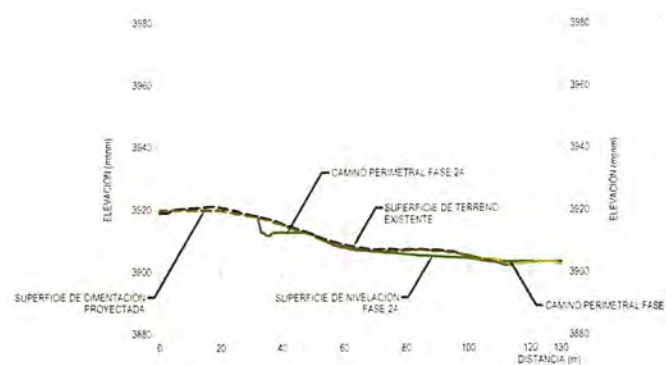
4-4' SECCIÓN
08
ESCALA: 1:500



5-5' SECCIÓN
08
ESCALA: 1:500



6-6' SECCIÓN
08
ESCALA: 1:1.000

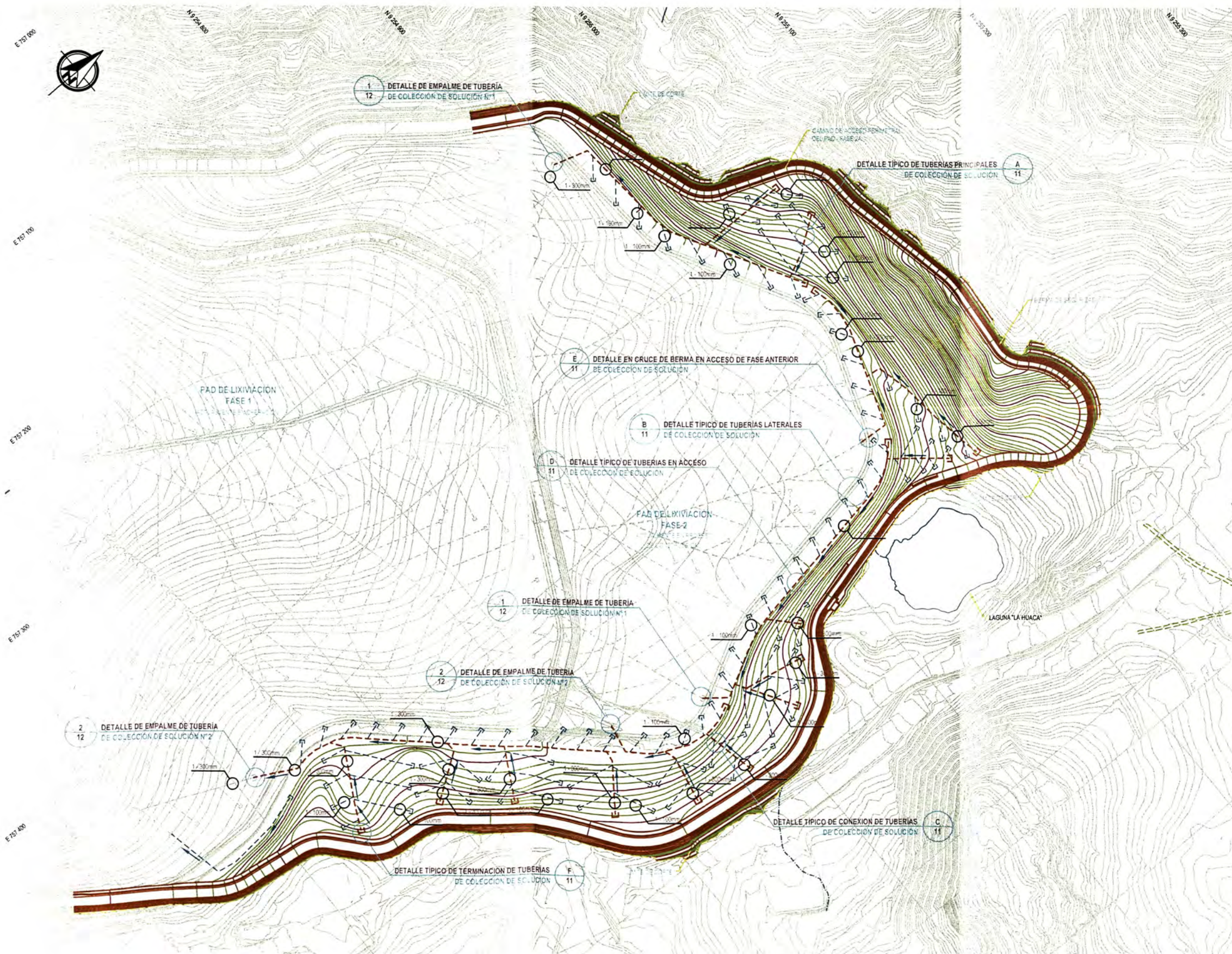


7-7' SECCIÓN
08
ESCALA: 1:1.000

PLANO DE NIVELACIÓN-SECCIONES

PLANO 09

AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACIÓN TANTAHUATAY FASE 2A

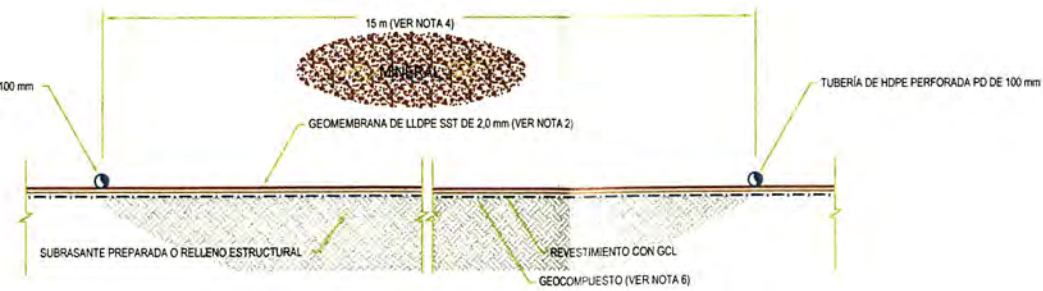


- LEYENDA**
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE (VER NOTA 1)
 - CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE NIVELACIÓN, CAMINOS DE ACCESO PERIMETRAL Y CANAL DE DERIVACIÓN DE LA FASE 2A (VER NOTA 2)
 - LÍNEAS DE DISEÑO
 - LÍMITE DE CORTE O RELLENO
 - TUBERÍA DE HDPE PERFORADA DE PARED DOBLE DE 100/300 mm DEL SISTEMA DE COLECCIÓN DE LA FASE 1 Y 2 EXISTENTES
 - TUBERÍA DE HDPE PERFORADA DE PARED DOBLE PARA COLECCIÓN PRINCIPAL DE 300 mm
 - TUBERÍA DE HDPE PERFORADA DE PARED DOBLE PARA COLECCIÓN LATERAL DE 100 mm
 - LAGUNA LA HUACA
 - ESTRUCTURAS EXISTENTES

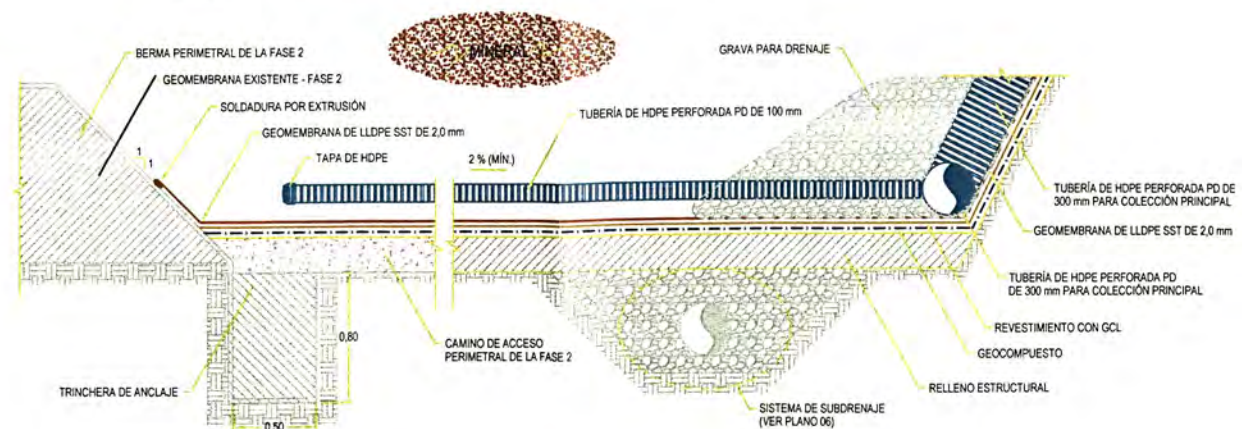
SISTEMA DE COLECCIÓN DE
SOLUCIÓN VISTA EN PLANTA

PLANO 10

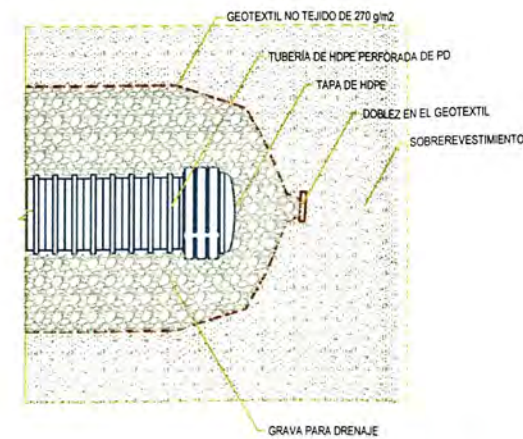
AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACIÓN TANTAHUATAY FASE 2A



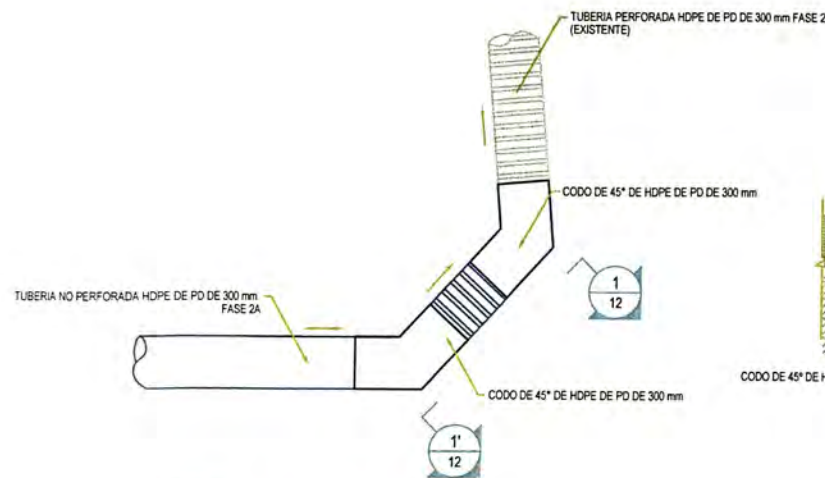
B	DETALLE TÍPICO DE TUBERÍAS LATERALES
10	DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN



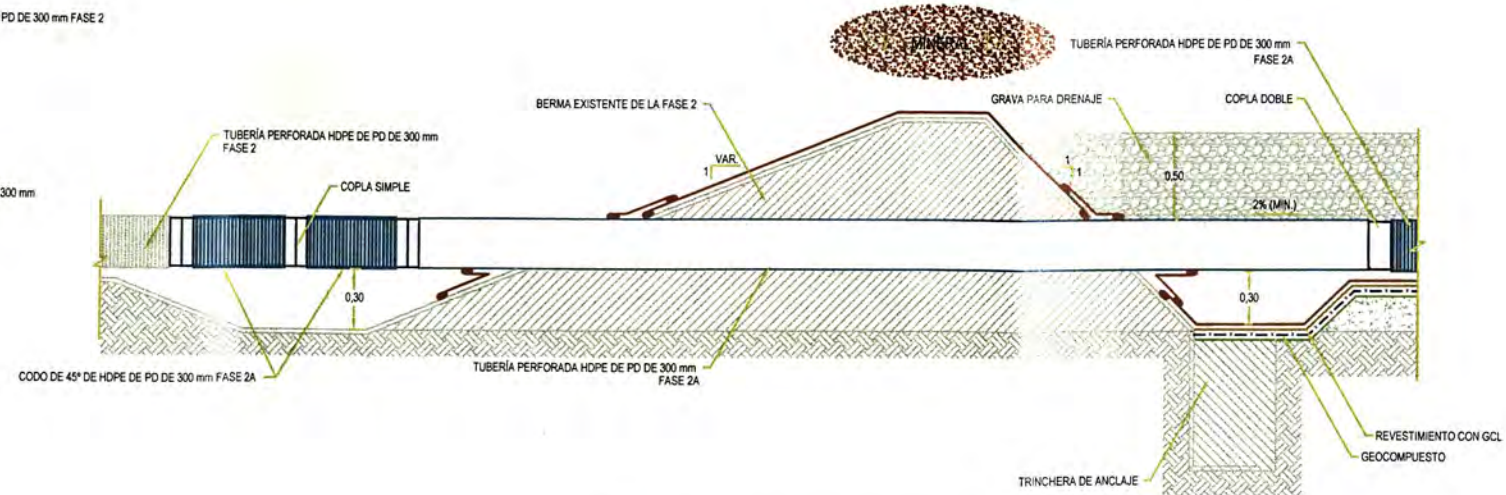
D	DETALLE TÍPICO DE TUBERÍAS EN ACCESO
10	DE COLECCION DE SOLUCION



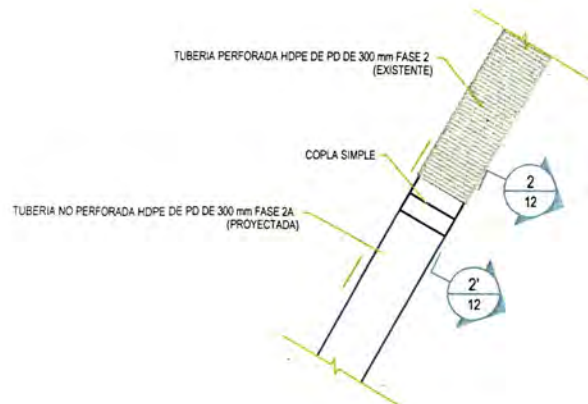
F 10 **DETALLE TÍPICO DE TERMINACIÓN DE TUBERÍAS**
DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN



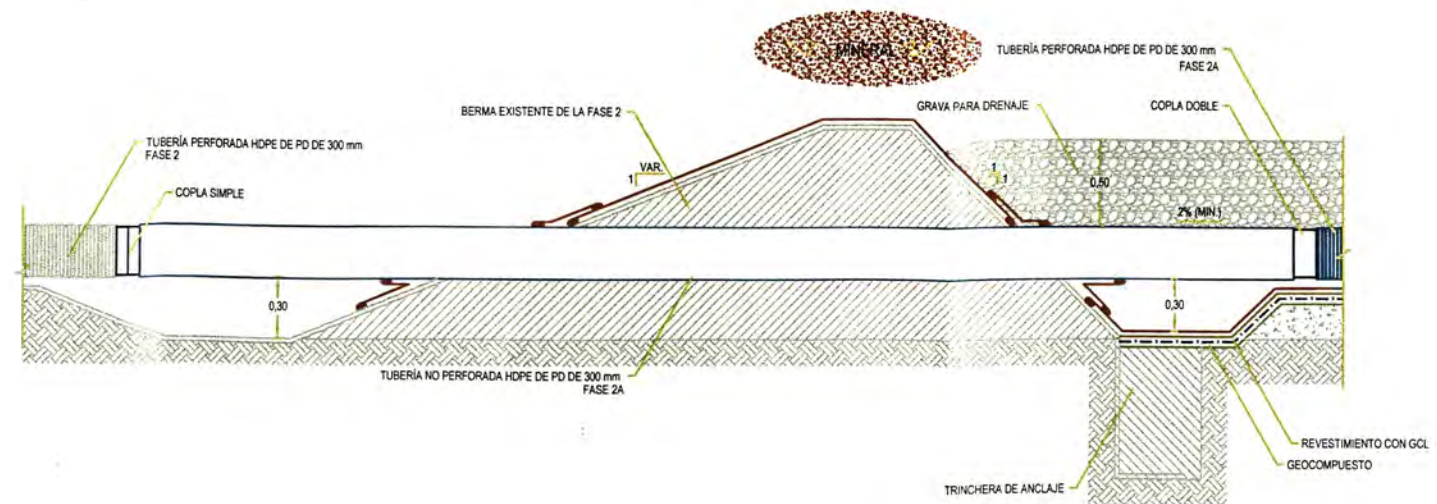
1
10 DETALLE DE EMPALME DE TUBERÍA
DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN ESCALA: 1:20



1 - 1'
12 DETALLE DE EMPALME DE TUBERÍA
DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN ESCALA: 1:20



2
10 DETALLE DE EMPALME DE TUBERÍA
DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN ESCALA: 1:20

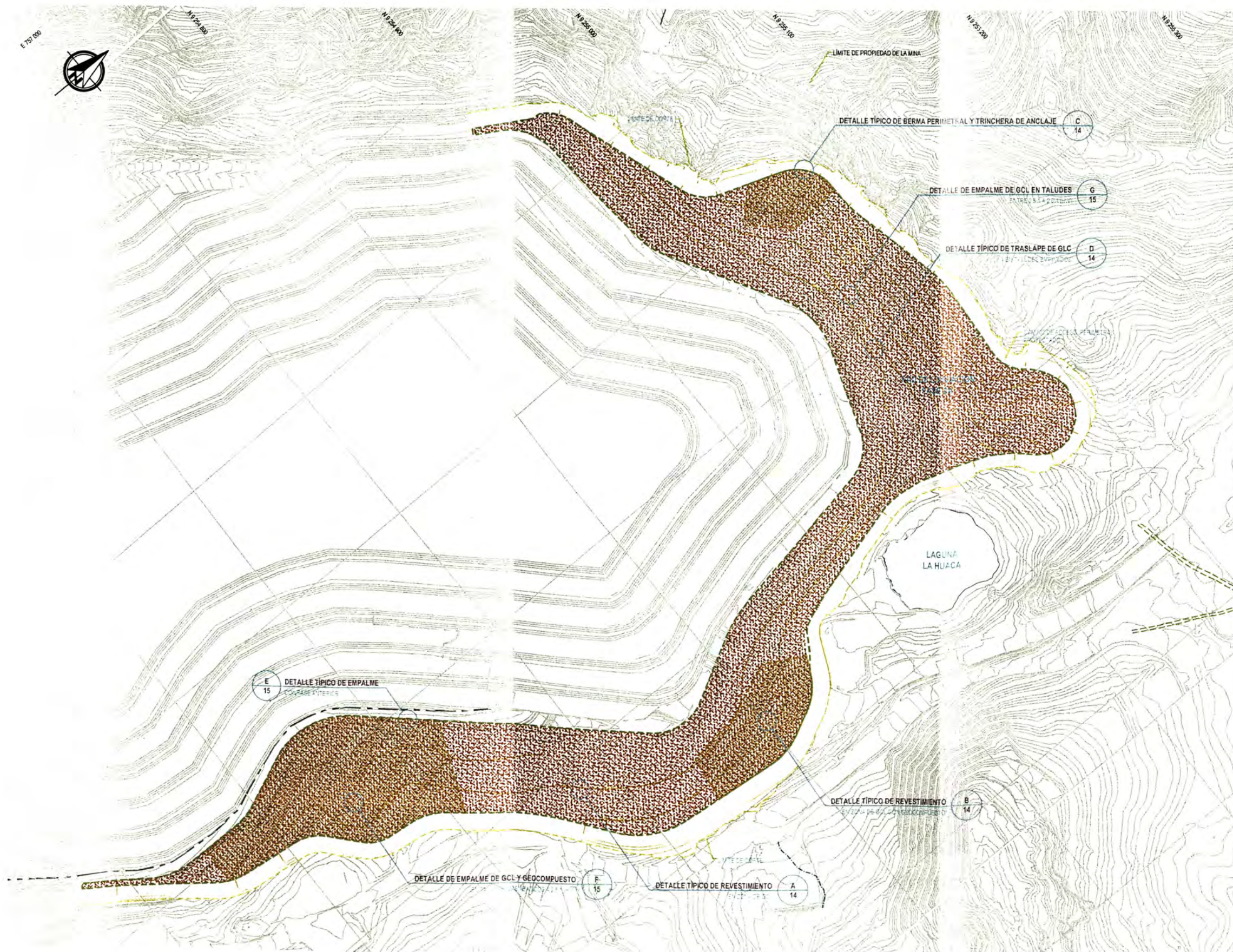


2 - 2'
12 DETALLE DE EMPALME DE TUBERÍA
DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN ESCALA: 1:20

DETALLES DE SISTEMA DE
COLECCIÓN 2 DE 2

PLANO 12

AMPLIACION DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACION TANTAHUATAY FASE 2A



LEYENDA

CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE (VER NOTA 1)

CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE NIVELACIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - FASE 2A

CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES, PAD DE LIXIVIACIÓN FASE 1 Y 2

LÍNEAS DE DISEÑO

LÍMITE DE CORTE O RELLENO

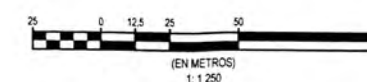
ZONA DE REVESTIMIENTO CON GCL Y GEOCOMPUESTO (VER NOTAS 7 Y 8)

ZONA DE REVESTIMIENTO DE GEOMEMBRANA (VER NOTA 4)

ZONA DE REVESTIMIENTO CON GCL (VER NOTA 7)



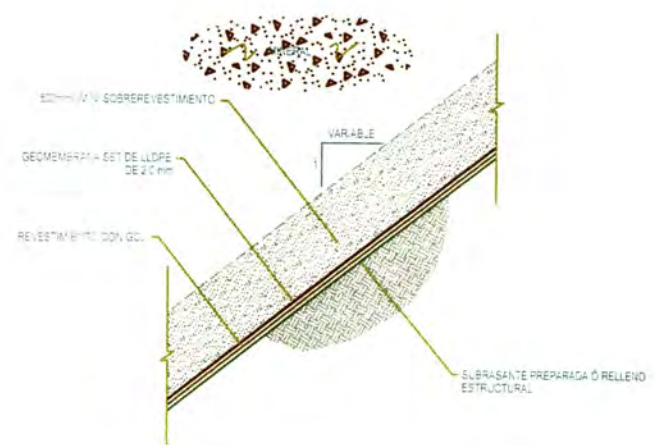
LAGUNAS



PLANO DE REVESTIMIENTO
VISTA EN PLANTA

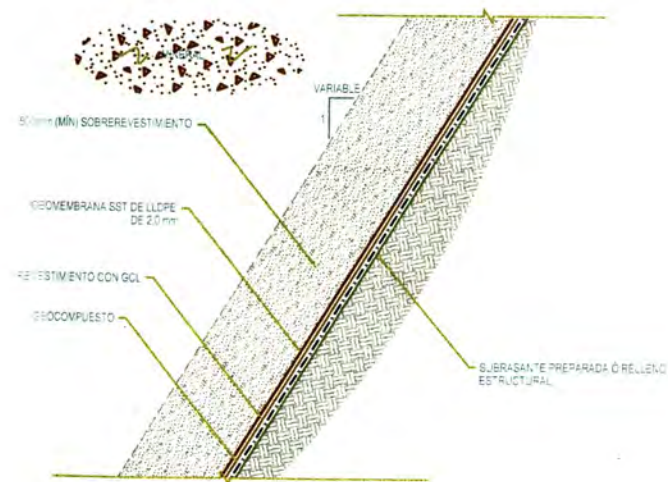
PLANO 13

AMPLIACION DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACION TANTAHUATAY FASE 2A



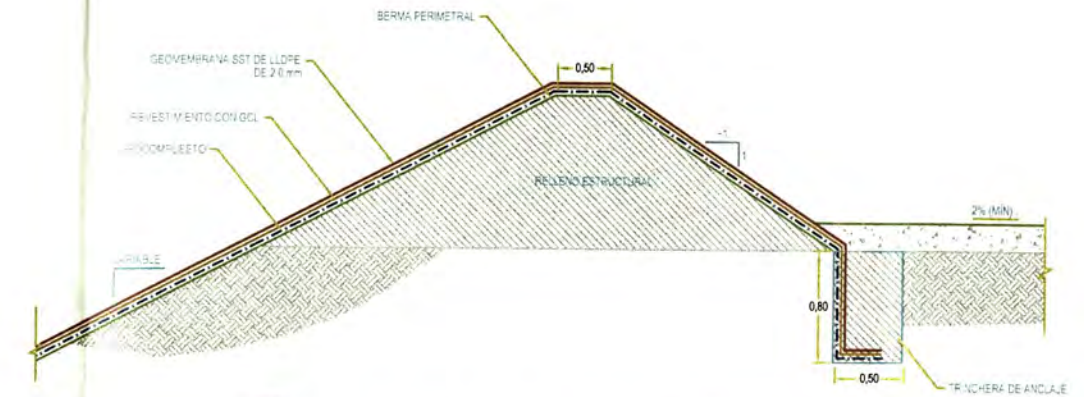
A
13 DETALLE TÍPICO DE REVESTIMIENTO
EN ZONA DE GCL

ESCALA: 1:25



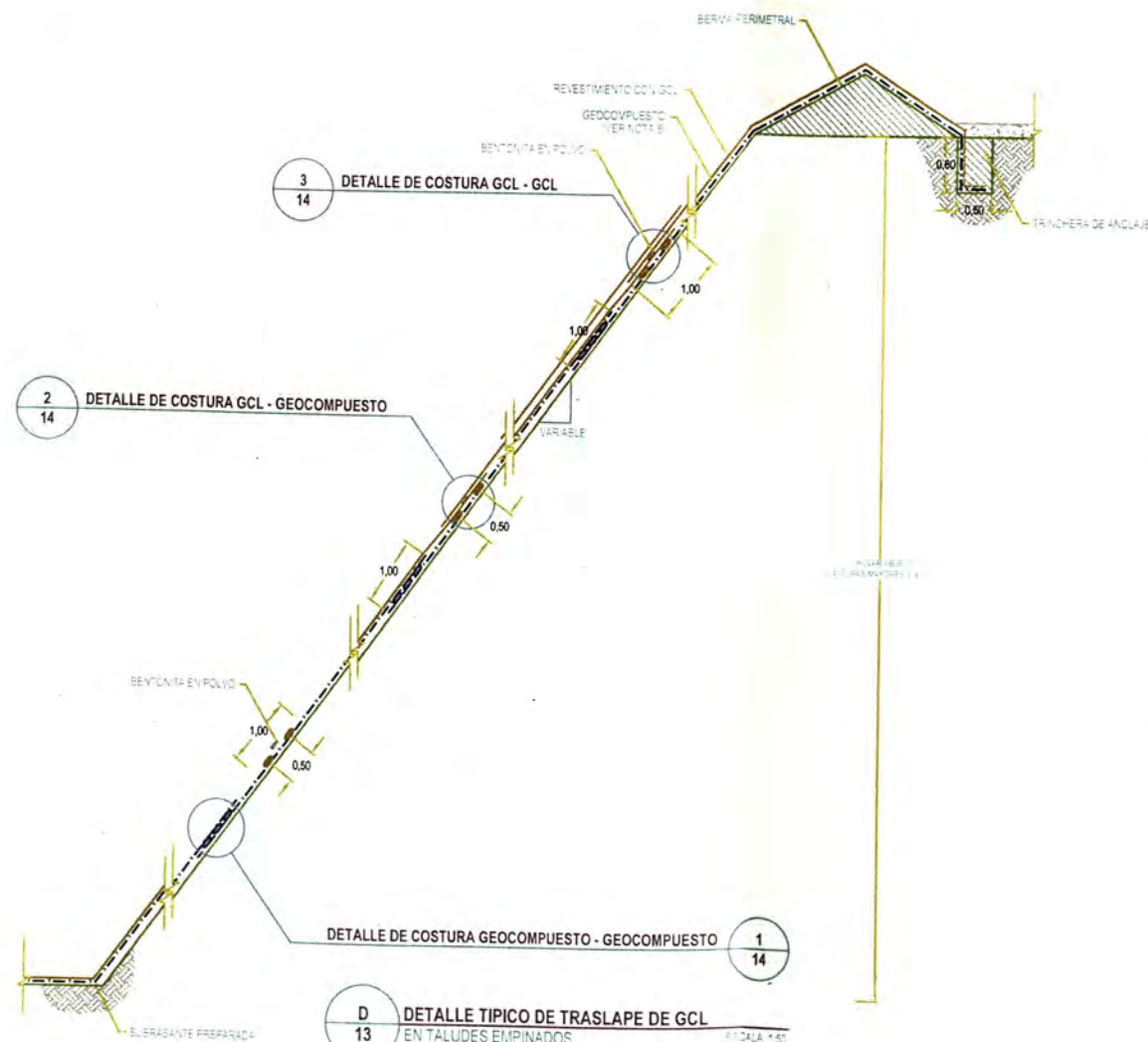
B
13 DETALLE TÍPICO DE REVESTIMIENTO
EN ZONA DE GCL CON GEOCOMPUESTO

ESCALA: 1:25



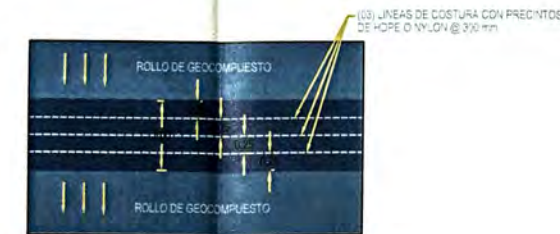
C
13 DETALLE TÍPICO DE BERMA PERIMETRAL Y TRINCHERA DE ANCLAJE
EN ZONA DE GCL

ESCALA: 1:25



D
13 DETALLE TÍPICO DE TRASLAPE DE GCL
EN TALUDES EMPINADOS

ESCALA: 1:50



1
14 DETALLE DE COSTURA GEOCOMPUESTO - GEOCOMPUESTO

ESCALA: 1:50



2
14 DETALLE DE COSTURA GCL - GEOCOMPUESTO

ESCALA: 1:50



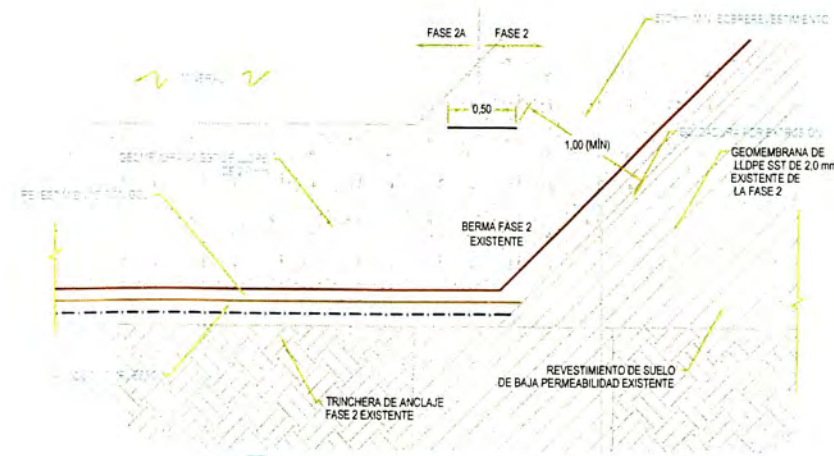
3
14 DETALLE DE COSTURA GCL - GCL

ESCALA: 1:50

DETALLES DE SISTEMA DE
REVESTIMIENTO 1 DE 2

PLANO 14

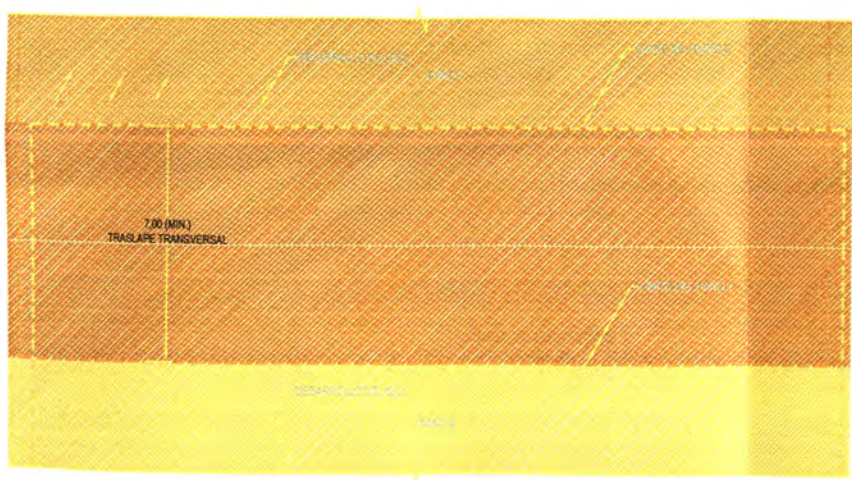
AMPLIACION DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACION TANTAHUATAY FASE 2A



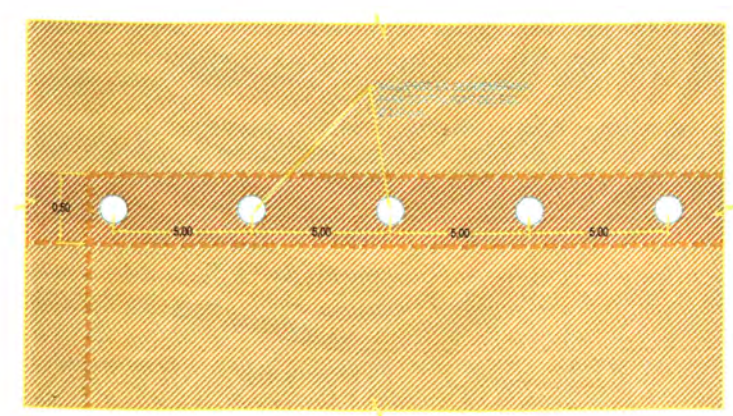
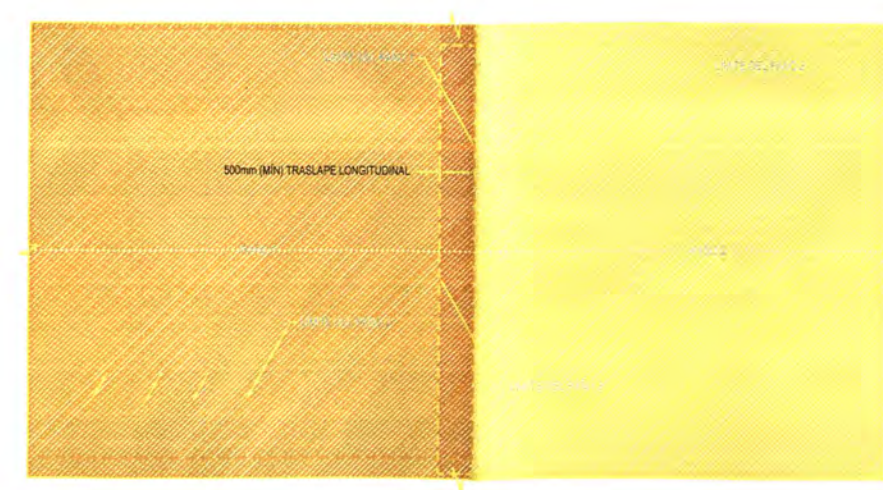
E
13 DETALLE TÍPICO DE EMPALME
CON FASE ANTERIOR



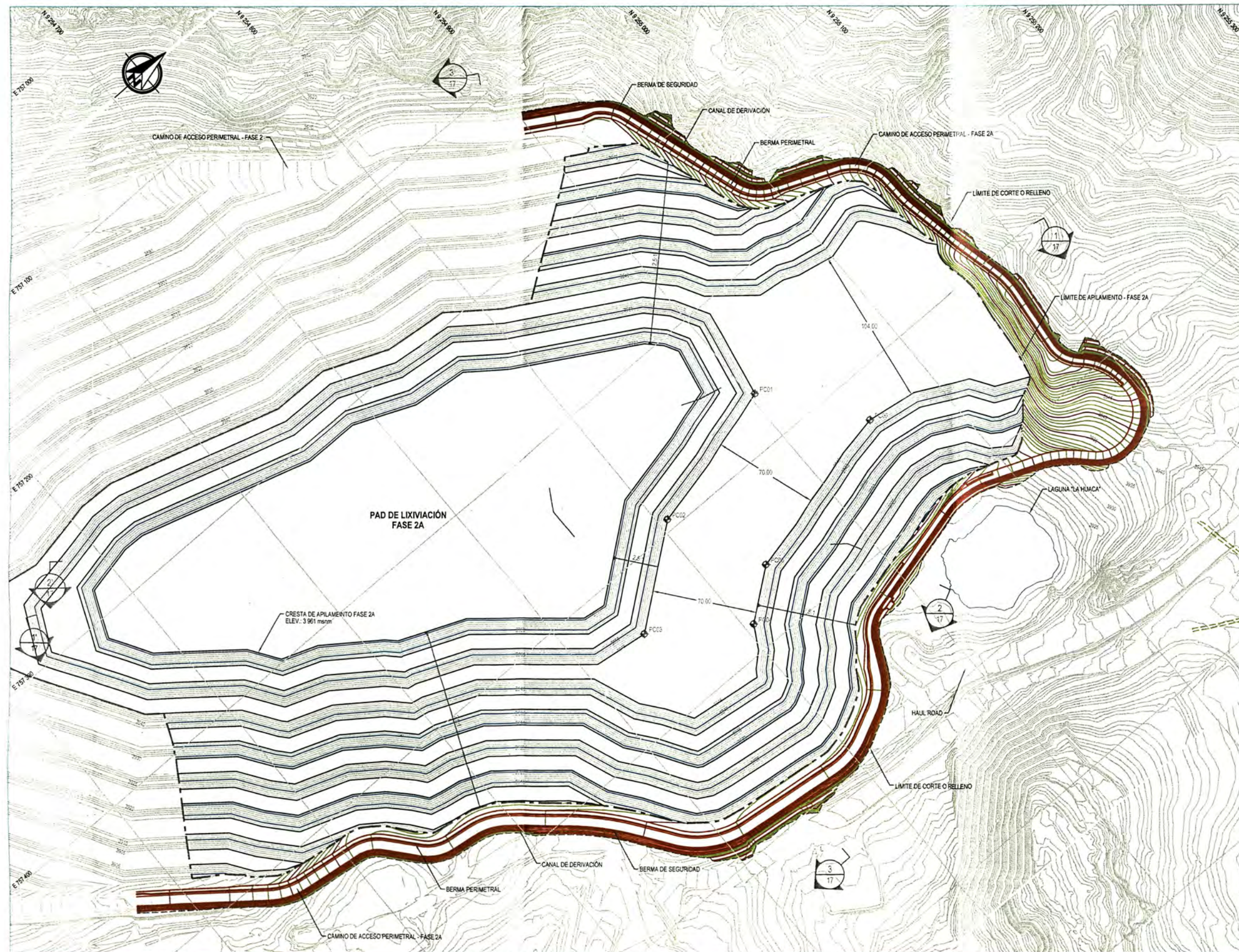
F
13 DETALLE DE EMPALMES DE GCL Y GEOCOMPUESTO
EN TALDES MAS ABATIDOS A 2.5:1 (H:V)



G
13 DETALLE DE EMPALMES DE GCL EN TALDES ENTRE 2.5:1 A 2.0:1 (H:V)

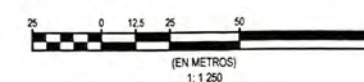


I
15 DETALLE DE AGUJEROS



LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
- CURVAS DE NIVEL DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE NIVELACIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - FASE 2A
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE PROYECTADA DEL APILAMIENTO DE LA FASE 2A
- LÍNEAS DE DISEÑO
- LÍMITE DE CORTE O RELLENO
- LÍMITE DE APILAMIENTO - FASE 2A
- CAMINO DE ACCESO EXISTENTE
- LAGUNAS



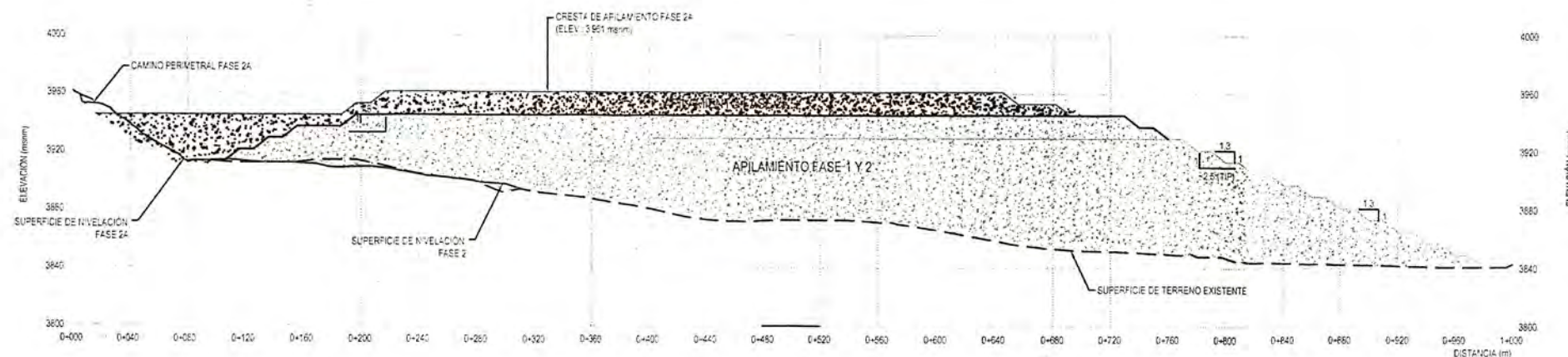
PLANO DE APILAMIENTO -VISTA
EN PLANTA

PLANO 16

AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACIÓN TANTAHUATAY FASE 2A

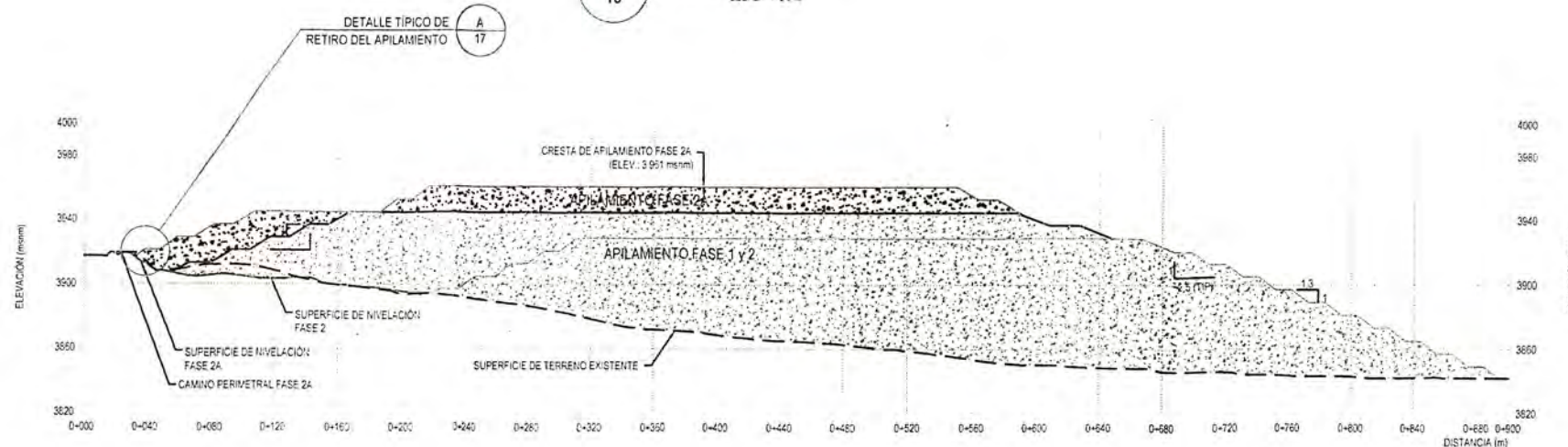
LEYENDA

- SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE
- ===== SUPERFICIE DE NIVELACIÓN FASE 2
- ===== SUPERFICIE DE NIVELACIÓN FASE 2A
- APILAMIENTO DEL PAD - FASE 1 Y 2
- APILAMIENTO DEL PAD - FASE 2A



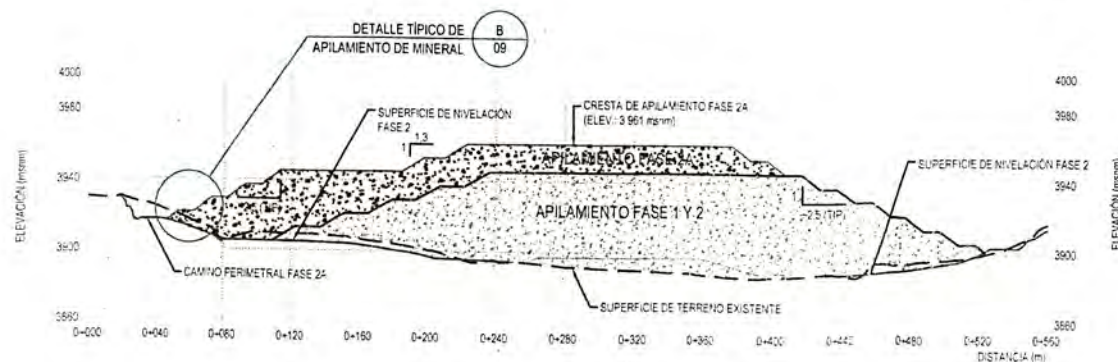
1-1' SECCIÓN
16

ESCALA 1:2000



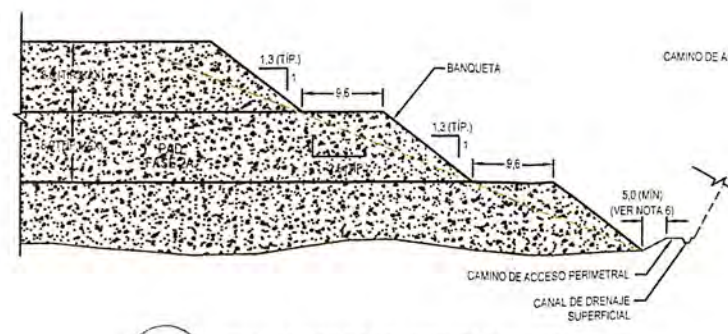
2-2' SECCIÓN
16

ESCALA 1:2000



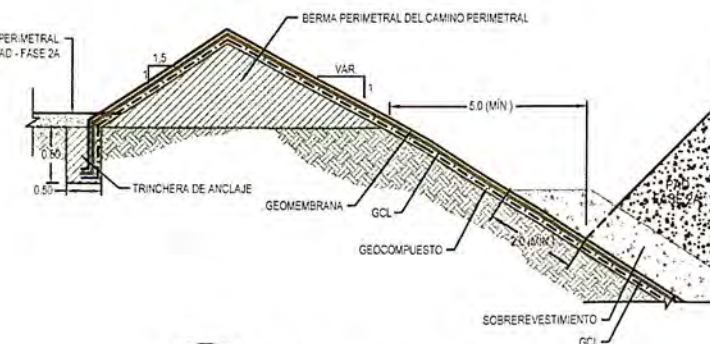
3-3' SECCIÓN
16

ESCALA 1:2000



B DETALLE TÍPICO DE APILAMIENTO DE MINERAL

ESCALA 1:500



A DETALLE TÍPICO DE RETIRO DEL APILAMIENTO

ESCALA 1:500

PLANO DE APILAMIENTO-SECCIONES

PLANO 17

AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE
LIXIVIACIÓN TANTAHUATAY FASE 2A