

ESTUDIO PARA EL DISEÑO DEL BOTADERO DE DESMONTES

PROYECTO PICHITA- CALUGA

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

Compañía Minera Los Chunchos S.A.C. es una empresa minera privada que se dedicará a la explotación y procesamiento de minerales polimetálicos, para tal fin iniciaría la explotación de la mina, instalara una planta de beneficio con capacidad de 150 TM/día, construirá un botadero de desmontes, deposito de relaves e instalaciones auxiliares en el área del proyecto Pichita-Caluga, ubicado en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín durante la etapa de construcción y operación contemplara las normas ambientales vigentes.

1.2 OBJETIVOS

- El objetivo del presente estudio diseñar y construir el botadero de desmonte para el almacenamiento de material de desmonte generaría la explotación del tajo abierto "Lomo de Corvina".
- Evaluar las características geotécnicas del suelo de la cimentación y las propiedades físico-mecánicas del material de desmonte que conformaran los taludes proyectados.
- Evaluar la condición de la estabilidad física y química del botadero, para luego proyectar obras de estabilización físico-químicas.
- Diseñar las obras de drenaje de las aguas superficiales y sub-superficiales.
- Establecer las especificaciones técnicas de las partidas que contemplan las obras de construcción del botadero de desmonte.
- Establecer un cronograma de Actividades para la construcción.

1.3 ALCANCES

Los alcances del presente estudio son:

- Caracterización del terreno de cimentación desde el punto de vista geológico-geotécnico, determinación de las propiedades físicas y mecánicas y parámetros que gobiernan la resistencia y compresibilidad del área de estudio.
- Evaluación de las condiciones hidrológicas y sistemas de drenaje del área de estudio.
- Evaluación de las condiciones de peligro sísmico del área de estudio.
- Análisis de estabilidad física de los taludes proyectados del botadero de desmontes.
- Obras de diseño para la estabilización del botadero de desmonte.
- Memoria descriptiva y especificaciones técnicas de construcción.
- Programa de monitoreo.

1.4 BASE LEGAL

El marco legal bajo la cual se realiza el presente informe, contempla las principales normas legales vigentes.

- D.S. N° 016-93 EM, Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Minero-metalúrgicas del título decimoquinto del TUO de la Ley General de Minería sobre Medio Ambiente. Modificado por D.S. 059-93. EM.
- D.Leg. N° 613 Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.
- D.S. N° 014-92-EM. T.U.O de la Ley General de Minería.
- R.M. N° 011-96-EM/VMM Niveles Máximos Permisibles para efluentes líquidos minero metalúrgicos.
- D.Leg. N° 17752. Ley General de Aguas y las modificaciones a los Títulos I, II y III promulgados por el D.S N° 007-83-SA, que establecieron los límites para proteger el agua superficial de acuerdo con una clasificación de usos.
- R.D. N° 440-96-EM/DDGM Normas a fin de garantizar la estabilidad de los depósitos de relaves.

1.5 BASE TECNICA

- Guía Ambiental para el Cierre y Abandono de Minas.
- Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de los Depósitos de Residuos Sólidos Provenientes de Actividades Mineras.
- Guía Ambiental para el Manejo de Relaves Mineros.
- Guía Ambiental de Manejo de Aguas en Operaciones Minero-Metalúrgicas.
- Guía Ambiental de Manejo de Drenaje Ácido de Minas.

1.6 METODOLOGIA

- **Trabajo de Campo**

Personal técnico se ha constituido a la zona del proyecto para verificar *in-situ* las condiciones físicas del área donde se proyecta construir el botadero de desmonte.

Se realizó la evaluación geotécnica para determinar las características físico-mecánicas de la cimentación y del material de desmonte, empleando diversos métodos de investigación de campo. Uno de los principales métodos se basa en la medida de la resistencia que ofrece el suelo al avance del sondaje de Penetración Dinámica Ligera (DPL), también se realizó las excavaciones de calicatas con la finalidad de evaluar las características del suelos y el material de desmonte *in-situ*; así mismo se tomaron las correspondientes muestras para llevar a cabo las pruebas de laboratorio y determinar los parámetros geotécnicos. Asimismo se realizaron ensayos *in-situ*, tanto en el suelo de cimentación, a través del método del Cono de Arena para determinar la densidad natural del material.

Para el diseño del sistema de drenaje se tomó la información del Estudio Hidrológico realizado por la empresa.

- **Trabajo de Gabinete**

Comprende la recopilación y clasificación sistemática de la información de campo, evaluación de los resultados de los ensayos geotécnicos y análisis físico-químicos de los materiales del desmonte, diseño de las obras de ingeniería y elaboración de planos de diseño con especificaciones técnicas para la construcción del botadero de desmontes.

El informe final, con carácter reservado, será proporcionado a la empresa conteniendo la información de las evaluaciones, diseños y cronogramas de actividades y costos de inversión para la construcción del botadero de desmonte, así como un programa de monitoreo de las obras durante su construcción y al final de la misma.

1.7 UBICACIÓN Y ACCESO AL BOTADERO DE DESMONTES

Las instalaciones del botadero de desmontes se encuentra ubicado en el paraje de Mina Pichita, Sector Pichita-Caluga, distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

El acceso por vía Terrestre desde la ciudad de Lima a las instalaciones del proyecto minero Pichita Caluga, es relativamente fácil a través de la Carretera Central y una carretera afirmada, con un recorrido total de 326 Km. el itinerario se detalla en el Cuadro N° 1-01.

Cuadro N° 1-01 Itinerario de acceso de Lima a Proyecto Minero

De	A	Distancia Km	Tipo de vía
Lima	La Oroya	181	Carretera Asfaltada
La Oroya	Tarma	57	Carretera Asfaltada
Tarma	San Ramón	65	Carretera Asfaltada
San Ramón	Proy. Pichita	23	Carretera Afirmada
TOTAL		326	Carretera Asfal- Afirm.

La ubicación de la mina y el acceso al botadero de desmorte se muestra en la Lámina **P-1**.

CAPITULO II

GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 RELIEVE TOPOGRAFICO

La zona donde se ubica el botadero de desmorte corresponde a las laderas del cerro Pichita. Esta situada en la cordillera oriental de los Andes. El relieve presenta una superficie ondulada con pendientes moderadas a fuertes, debido a la composición litológica del área.

El relieve regional presenta variedad de geoformas, por el cual discurren los ríos que conforman las cuencas hidrográficas del Perené, Palcazu, Pichis, y Pachitea. Las unidades geográficas que caracterizan al área estudiada, corresponden a la Cordillera Oriental, selva alta (Faja Subandina), valles y Selva baja.

2.2 GEOLOGIA LOCAL

El área comprendida está ubicada dentro de los límites de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced, y que abarca parte de los departamentos de Junín y Cerro de Pasco con una extensión aproximada de 12,000 km²; ubicados en la parte central de la Cordillera Oriental y la Faja Subandina, entre los 10°00' y 11°00' (latitud Sur) y 75°00' y 76°00' (longitud Oeste). Sus desniveles se encuentran comprendidos desde los 300 msnm (valle del Palcazu) hasta los 5,723 msnm (nevado Tarata).

La columna litoestratigráfica comprende una secuencia de rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas que se han formado desde el Neoproterozoico hasta el Cuaternario reciente.

La unidad más antigua en la zona en general (Neoproterozoico) es el Complejo de Maraynioc conformado esencialmente por micaesquistos y gneis, formando parte del núcleo de la Cordillera Oriental.

Sobre las metamórficas y metasedimentitas del sustrato antiguo, sobreyace el Grupo Ambo, conformado por rocas conglomerádicas y niveles pelíticos, que se encuentra cubierto por rocas clásticas y carbonatadas de los grupos Tarma y Copacabana. Las rocas continentales del Grupo Mitu (que rodean a la zona de estudio) representan la etapa final de la sedimentación en el Paleozoico superior. Hacia la Cordillera Oriental y vertiente Subandina afloran los principales plutones y stocks con variación petrográfica de microdioritas a sienogranitos que han intruido

principalmente rocas formadas durante el Neoproterozoico al Paleozoico superior. Representan el magmatismo Permo -Triásico, que ha formado el batolito de la Cordillera Oriental. Justamente en el sector de las intrusiones se aprecia la zona que contiene al sector de estudio correspondiente a elementos de granodiorita (Ps-Tr-gd-tu)

Así mismo, Existen ocurrencias de sustancias metálicas (Zn, Pb) destacándose los depósitos de San Vicente, Pichita-Caluga y Shalipayco; cuyo modelo genético es descrito como depósitos del tipo "Mississippi Valley".

La Formación a la que pertenece la mina es la llamada Formación Aramachay del Grupo Pucará; compuesta por calizas y niveles de areniscas bituminosas intercaladas con lutitas, este segmento es rico en fósiles como los amonites, que nos indican de edad sinemuriano medio.

En la Lámina **P-2** se muestra la Geología Local.

2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Regionalmente se muestra el estilo estructural que está definido por pliegues amplios y comprimidos, normales e invertidos, así como la presencia de escurrimientos, según las imágenes SLAR se ha definido dos sistemas de lineamientos uno NE paralelo al río Tarma o Palca y otro NNW paralelo al río Oxabamba, lo que indica que las megas estructuras controlan el drenaje actual y también tuvieron control en el desarrollo de la cuenca, lo cual se ha puesto en evidencia al observar los cambio de fáciles y espesores está en relación directa con los lineamientos.

La secuencia Pre-Uncush de la Mina San Vicente tiene un espesor de más o menos 1250 metros mientras que en la Mina Pichita tiene no más de 150 metros aunque el adelgazamiento es progresivo, el cambio de facies es marcado.

Patrón Estructural

En el área de la Mina Pichita se tiene dos zonas estructurales que se muestran en el plano geológico local que se ha denominado zona estructural normal y zona estructural invertida. La primera se caracteriza porque las capas están en posición normal de otro lado se tiene abundantes fallas, estructuralmente es un homoclinal buzante hacia el NE. La segunda tiene dos sub zonas uno de buzamientos altos mayores a 60° y está cerca del contacto con el Mitu y la otra de buzamientos

menores en promedio de 30° a 40° en forma general es una flexura invertida buzante hacia el SW.

Rocas Encajonantes

Las rocas que encajan al tajo del cuerpo mineralizado Lomo de Corvina, hacia el techo es una dolomita fina a media de color blanco ligeramente grisáceo de rumbo 40-45° NW y buzamientos de 45° al NE y gradualmente pasa a ser una dolomita gris-beige de grano fino y mas hacia el techo encontramos una caliza gris-beige de grano fino acompañado de una secuencia de dolomita-caliza marrón terrosa a veces rojizo poroso con horizontes de limolita rojiza, muy cerca al contacto con la formación Mitu.

Al norte tenemos una intercalación de caliza con dolomita fina, caliza de color gris beige en partes oscuro de grano fino con cristales de calcita interclástica con rumbo y buzamiento invertido.

2.4 GEOMORFOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área del proyecto se encuentra localizado en la Cordillera Oriental de los Andes, en la zona de estudio de ha evidenciado dos unidades geomorfológicas principales:

La unidad geomorfológica de colina, presentándose en la cumbre del cerro Pichita, con pendientes moderadas, cubierto por vegetación.

La unidad geomorfológica de quebradas, las que se ubican en las zonas bajas de las colinas, estas presenta zonas de quebradas abruptas con valles encañonados, con presencia de fuerte pendiente, lo que indica levantamiento tectónico reciente de la cordillera.

CAPITULO III

HIDROLOGIA

3.1 INTRODUCCIÓN

El estudio hidrológico tiene por objeto determinar el régimen pluvial en la zona de emplazamiento del botadero de desmorte y las quebradas que inciden en ella, para el cálculo de los caudales de diseño de las obras de drenaje, ante condiciones de precipitaciones máximas.

El estudio hidrológico consistió en estimar las descargas máximas, a partir un análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en las estaciones pluviométricas ubicadas en áreas adyacentes a la zona del proyecto.

Por tanto el estudio hidrológico comprende, el cálculo de caudales máximos de diseño, para las obras de drenaje.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- Selección de las estaciones pluviométricas
- Recopilación de la información cartográfica, pluviométrica y datos hidrometeorológicos.
- Análisis estadístico de la información
- Determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno.
- Cálculo de las descargas máximas.

3.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El área del proyecto se ubica a una altitud promedio de 2,165 msnm. y a 8 kilómetros en línea recta hacia el NW de la ciudad de San Ramón.

La zona del proyecto, se caracteriza por la ocurrencia de altas precipitaciones principalmente entre los meses de Octubre a Marzo.

Para el botadero de desmontes se ha diseñado la construcción de un sistema de drenaje drenes sobre el terreno de fundación; asimismo se ha considerado el diseño del sistema de drenaje superficial para captar las aguas de escorrentía y evitar el ingreso al botadero de desmontes.

3.2.1 Hidrografía de la Zona

Dentro del área de influencia correspondiente al presente proyecto se ha reconocido al a quebrada Pichita y el río Casca.

La quebrada Pichita es un afluente del río Casca, la parte mas alta de su línea divisoria de aguas se ubica a una altitud de 2,720 msnm, esta quebrada es de naturaleza intermitente, y discurre su flujo de aguas de NW a SE hasta llegar a la confluencia con el río Casca.

La subcuenca del río Casca pertenece a la cuenca del río Oxabamba, este río presenta un flujo de aguas de manera constante, el caudal promedio de este río es de 320 L/s.

EL flujo de aguas que discurre en el área de proyecto tiene influencia sobre ambos cauces. Asimismo dichas cuencas pertenecen a la Cuenca del Atlántico.

La presente información se ha obtenido del estudio hidrológico realizado para la zona del proyecto, por la empresa Consultora ACOMISA.

En la lamina 03 se muestra las quebradas y cauces en el área de influencia del proyecto.

3.3 CLIMATOLOGIA

El clima en la zona del proyecto es templado y húmedo. La temperatura media anual es de 19°C presentando fluctuaciones mayores durante el estiaje y siendo más estable durante la época de lluvias. La temperatura se ve influenciada por su cercanía hacia la Selva Alta.

3.4 METEOROLOGIA

3.4.1 Fuente de Información

Para el presente estudio se ha considerado la información regional de las estaciones meteorológicas del SENAMHI más cercana a la Zona del Proyecto, a continuación se muestra en el Cuadro 3-01 los datos de ubicación de las estaciones.

Cuadro 3-01. Estaciones Meteorológicas Cercanas a la Zona del Proyecto

Estación	Ubicación		
	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)
Base Aérea de San Ramón	75°18'	11°06'	800
Huasahuasi	75°39'	11°19'	2820

3.4.2 Precipitación Pluvial

La precipitación se origina de masas de aire de tipo tropical con alto contenido de humedad, provenientes de la cuenca Amazónica, las cuales son elevadas por los vientos alisios del Noreste sobre la Cordillera de los Andes ocasionando la pluviosidad en la zona. Las masas son de características inestables acentuándose estas condiciones de inestabilidad durante el verano austral como resultado del desplazamiento hacia el sur de la zona de convergencia intertropical. El régimen de las precipitaciones es estacional registrándose los valores más altos de octubre a marzo originando el denominado periodo de lluvias coincidente con el periodo de avenidas o creciente de ríos. Los valores mínimos anuales ocurren en los meses de junio y julio debido a las masas de aire superior que tienen su origen en los valles interandinos. Estas masas son frías, secas y estables y dan origen a un periodo de cielos despejados.

Para fines del presente estudio se ha considerado la información pluviométrica local disponible a fin de encontrar los valores de la precipitación diaria y mensual del área de emplazamiento de operaciones minero-metalúrgicas.

La estación meteorológica de San Ramón (1968-1970), la precipitación anual promedio fue de 1921 mm. Durante la época de estiaje, de junio-agosto, las precipitaciones descienden significativamente (Ver Cuadro 2.06).

La estación meteorológica de Huasahuasi (1995-2003), la precipitación anual mínima fue de 167.00 mm, la máxima de 893.40 mm y el promedio de 563.29 mm. Del mismo modo, en época de estiaje, la precipitaciones descienden significativamente (Ver Cuadro 2.07).

De acuerdo a los análisis de precipitación-altitud se ha determinado una precipitación anual 1080 mm para la zona de estudio.

Cuadro 3-02 Precipitación Mensual en la Estación San Ramón

PERIODO	MAGNITUD	PRECIPITACION MENSUAL TOTAL												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1968-1970	PROMEDIO	230	226	169	236	95	93	91	98	107	185	172	219	1921

Fuente: Inrena

Cuadro 3-03 Precipitación Mensual en la Estación Huasahuasi

AÑO	PRECIPITACION MENSUAL TOTAL													TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1995	S/D	6.70	106.80	50.30	29.30	8.90	3.60	4.00	43.50	44.60	80.10	51.70	429.50	
1996	58.90	91.00	128.70	47.40	7.10	3.00	7.60	13.50	22.30	26.10	42.70	33.20	481.50	
1997	80.30	142.50	33.60	31.80	21.50	1.60	0.80	21.70	48.50	61.90	57.70	98.70	600.60	
1998	89.20	117.40	132.00	8.20	3.40	4.80	0.30	13.10	31.40	49.00	33.20	82.30	564.30	
1999	107.50	111.70	105.50	60.20	25.70	5.30	5.20	9.20	11.80	39.70	61.30	37.20	580.30	
2000	1009.6 (*)	127.90	142.10	41.20	14.00	8.10	10.80	15.90	46.80	16.00	46.60	64.30	533.70	
2001	107.00	107.40	93.20	41.00	27.60	14.70	21.40	9.60	16.10	51.40	42.30	77.30	609.00	
2002	19.90	92.70	98.10	54.30	25.20	0.90	34.90	6.30	35.30	104.50	87.10	56.60	615.80	
2003	50.90	98.70	114.10	40.70	19.20	1.60	7.40	23.40	13.40	24.70	29.00	85.00	508.10	
PROMEDIO	73.39	99.56	106.01	41.68	19.22	5.43	10.22	12.97	29.90	46.43	53.33	65.14	563.29	
MINIMO	19.90	6.70	33.60	8.20	3.40	0.90	0.30	4.00	11.80	16.00	29.00	33.20	167.00	
MAXIMO	107.50	142.50	142.10	60.20	29.30	14.70	34.90	23.40	48.50	104.50	87.10	98.70	893.40	

Nota: (*) Dato inconsistente

Fuente: Senhami

3.5 CAUDAL DE DISEÑO

Los flujos máximos debidos a tormentas descendiendo desde las laderas adyacentes fueron calculados utilizando el método racional, dada la poca extensión de las áreas de drenaje, como se indica a continuación:

El concepto básico del Método Racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña ocurre cuando la intensidad de tal cuenca está contribuyendo el escurrimiento y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio. Lo anterior en forma de ecuación resulta:

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

- Q : caudal de diseño en m³/seg.
 C : coeficiente de escorrentía.
 I : intensidad de la lluvia en mm/hr.
 A : área de la cuenca en Km².

Tabla 3-01. Coeficiente de Escorrentía C del Método Racional

FACTORES DE CLASIFICACION		VALORES c' *
TOPOGRAFIA	Terreno plano, con pendiente de 0.15%	0.30
	Terreno ondulado, con pendiente de 0.35%	0.20
	Terreno accidentado, con pendiente de 4.00%	0.10
SUELOS	Arcilloso - firme	0.10
	Arcillo - arenoso	0.20
	Arcillo - arenoso suelto	0.40
COBERTURA	Terrenos cultivados	0.10
	Bosques	0.20

* El coeficiente de escurrimiento C se obtiene restando a la unidad la suma de los c' para cada uno de los tres factores

Tabla 3.02. Coeficiente de Escorrentía C

TOPOGRAFIA	DESCRIPCION DE SUELOS O TIPOS DEL SCS	COBERTURA	COEFICIENTE
LLANA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.50
		Bosque	0.40
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.40
		Bosque	0.30
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.20
		Bosque	0.10
ONDULADA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.60
		Bosque	0.50
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.50
		Bosque	0.40
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.30
		Bosque	0.20
ACCIDENTADA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.70
		Bosque	0.60
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.60
		Bosque	0.50
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.40
		Bosque	0.30

Tabla 3.03. Coeficiente de Escorrentía C

TIPOS DE SUELOS SEGÚN U.S.S.C.S.	(P _{24h}) mm	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PARA AREAS EN Km ²				
		=0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 10	10 - 100	< 100
TIPO (D)	= 80	0.60	0.70	0.65	0.65	0.60
	81 - 150	0.90	0.85	0.80	0.80	0.80
	151 - 200	0.95	0.90	0.90	0.90	0.90
	> 200	0.95	0.95	0.95	0.90	0.90
TIPO (C)	= 80	0.70	0.60	0.55	0.50	0.45
	81 - 150	0.85	0.80	0.75	0.65	0.65
	151 - 200	0.85	0.85	0.80	0.70	0.70
	> 200	0.90	0.90	0.80	0.75	0.75
TIPO (B)	= 80	0.55	0.55	0.40	0.35	0.20
	81 - 150	0.65	0.63	0.56	0.45	0.30
	151 - 200	0.75	0.70	0.65	0.55	0.40
	> 200	0.80	0.75	0.70	0.65	0.50
TIPO (A)	= 80	0.35	0.28	0.20	0.20	0.15
	81 - 150	0.45	0.35	0.25	0.25	0.20
	151 - 200	0.55	0.45	0.40	0.35	0.30
	> 200	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40

En base a las características físicas del área drenante, que se determinaron en las tablas 3-01, 3-02 y 3-03, tres coeficientes de escurrimiento, los cuales se promediaron para obtener el definitivo a utilizar. En este caso el coeficiente de escurrimiento C se tomó igual a 0.60.

El caudal pico específico en las laderas, para un período de retorno de 500 años será de:

$$Q_p = 117.00 \text{ Lt/seg/hectárea}$$

CAPITULO IV

ASPECTOS SISMICOS DEL AREA

4.1 GENERALIDADES

El Perú es considerado como una de las regiones de más alta actividad sísmicas. Forma parte del cinturón circumpacífico, según estas consideraciones es necesario considerar la influencia del efecto sísmico sobre la estabilidad del talud del depósito de desmonte.

a) Zonificación Sísmica

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la nueva Norma de Diseño sismorresistente E-030 del reglamento nacional de construcciones (1997), presentado en la **Figura 4.1**, el área de estudio se encuentra comprendida en la zona 2 clasificada como zona de mediana sismicidad.

b) Intensidad

Según el análisis sismo tectónico, existen en el mundo dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como el Círculo Alpino Himalayo y el Círculo Circumpacífico. En esta última, donde se localiza el Perú, han ocurrido el 80% de los eventos sísmicos en el mundo. Por lo tanto, nuestro país está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica.

La fuente de datos básica de intensidades sísmicas que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú, ha sido presentada por Silgado (1978). En la **Figura 4.2** se muestra el mapa de distribuciones de máximas intensidades sísmicas observadas (Alva et al, 1984), de acuerdo a esta información, se concluye que según la historia sísmica del área de estudio (400 años), han ocurrido sismos de intensidades altas como V – VI en la escala Mercalli Modificado.

4.2 EVALUACION PROBABILISTICA DE PELIGRO SISMICO

Se han realizado varias evaluaciones probabilística de peligro sísmico utilizando el método de Cornell McGuire (1976), los sismos son modelados ya sea como áreas de fuerte sísmica o como zonas de fuerte lineal (fallas). Los sismos son tratados como eventos independientes ubicados en fuentes puntuales aleatorias. La relación magnitud-recurrencia y magnitud máxima para cada zona son estimadas a partir de la sismicidad registrada dentro de cada zona de fuente. Casaverde y Vargas (1980), Castillo y Alva (1993) fig.4.3, y Ceresis (1996) han efectuado evaluaciones similares. De acuerdo al mapa de distribución de isoaceleraciones (Alva et al. 1993) indican que la aceleración máxima del terreno (AMT) para la zona de estudio sería aproximadamente 0.28g para un 10% de excedencia en 50 años, lo que representa un periodo de retorno de 500 años, ver **Figura 4.3**.

4.3 CARACTERISTICAS DEL SISMO MAXIMO Y DE DISEÑO

Los Sismos Máximos a suceder en un periodo de retorno de 500 años serán de Intensidad VI en la escala de Mercalli Modificado según (Gutenberg y Richter).

Los Sismos Básicos de Diseño serán asumidos por el mismo valor anterior, es decir presentan una intensidad de V y VI en la escala de Mercalli, pero se afectara y corregirá el valor de sus aceleraciones respectivas.

En tal sentido, el valor de la aceleración máxima de diseño para los análisis de estabilidad, de acuerdo al mapa de isoaceleraciones, considerando una vida útil de 50 años y un periodo de retorno de 500 años, se indica a seguir:

$$a_{\max} = 0.28 \text{ g (para un periodo de retorno de 500 años)}$$

Es aceptada internacionalmente, que el coeficiente sísmico a ser considerado en el análisis de condiciones pseudoestáticas de diseño de taludes, sea obtenido como una fracción que varía entre 1/2 a 1/3 de la máxima aceleración esperada. Esta recomendación es consistente con las recomendaciones del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. En consecuencia, para el caso del análisis pseudo-estático de estabilidad del botadero de desmontes se considera un valor de aceleración básica de diseño de horizontal de 1/2 de aceleración pico, es decir 0.14g como el valor de la aceleración básica de diseño.

$$a_{\text{diseño}} = 0.14 \text{ g (para un periodo de retorno de 500 años)}$$

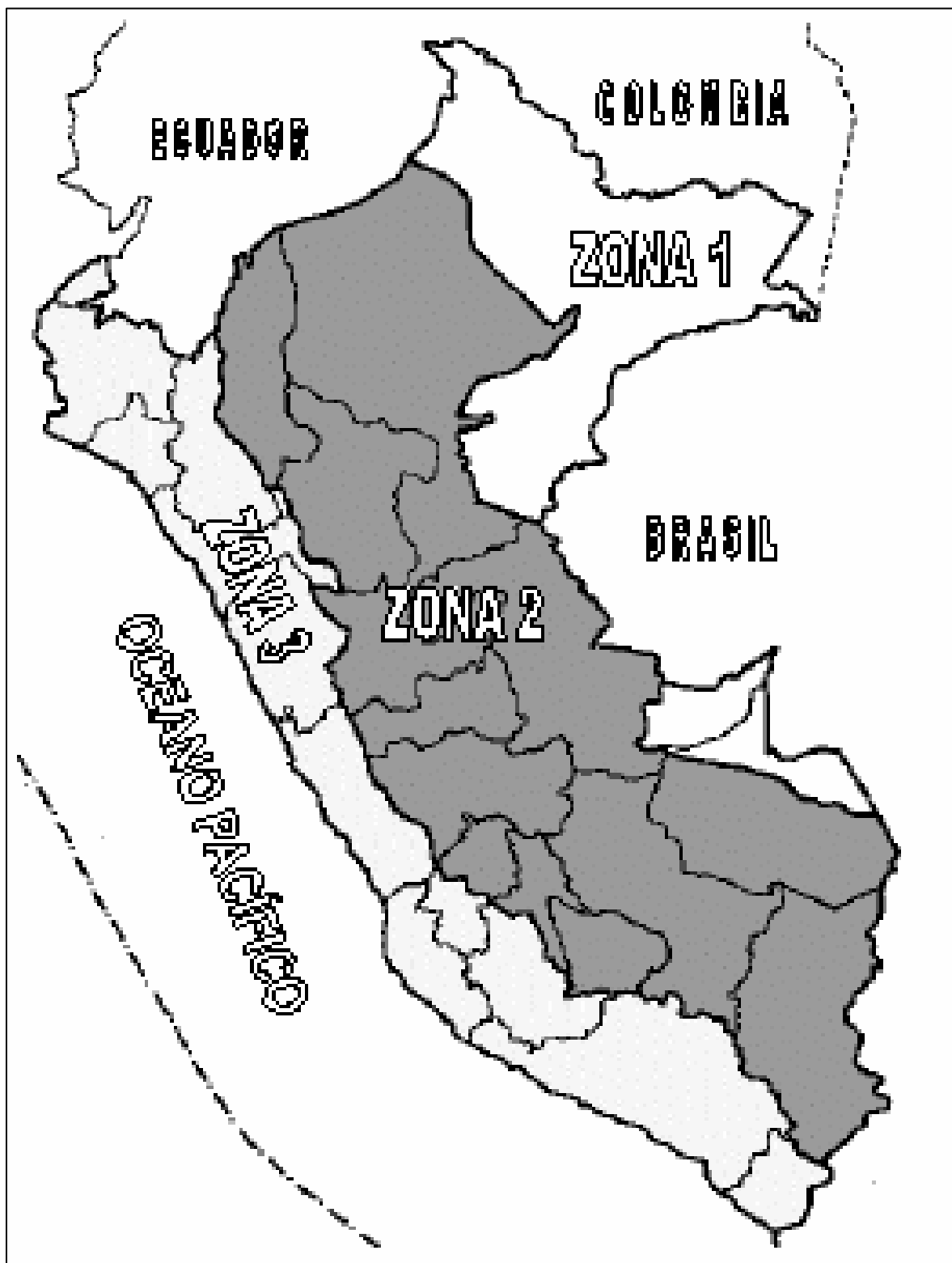


Figura 4.1. Zonificación sísmica del Perú
(Reglamento Nacional de Construcciones, 1990)

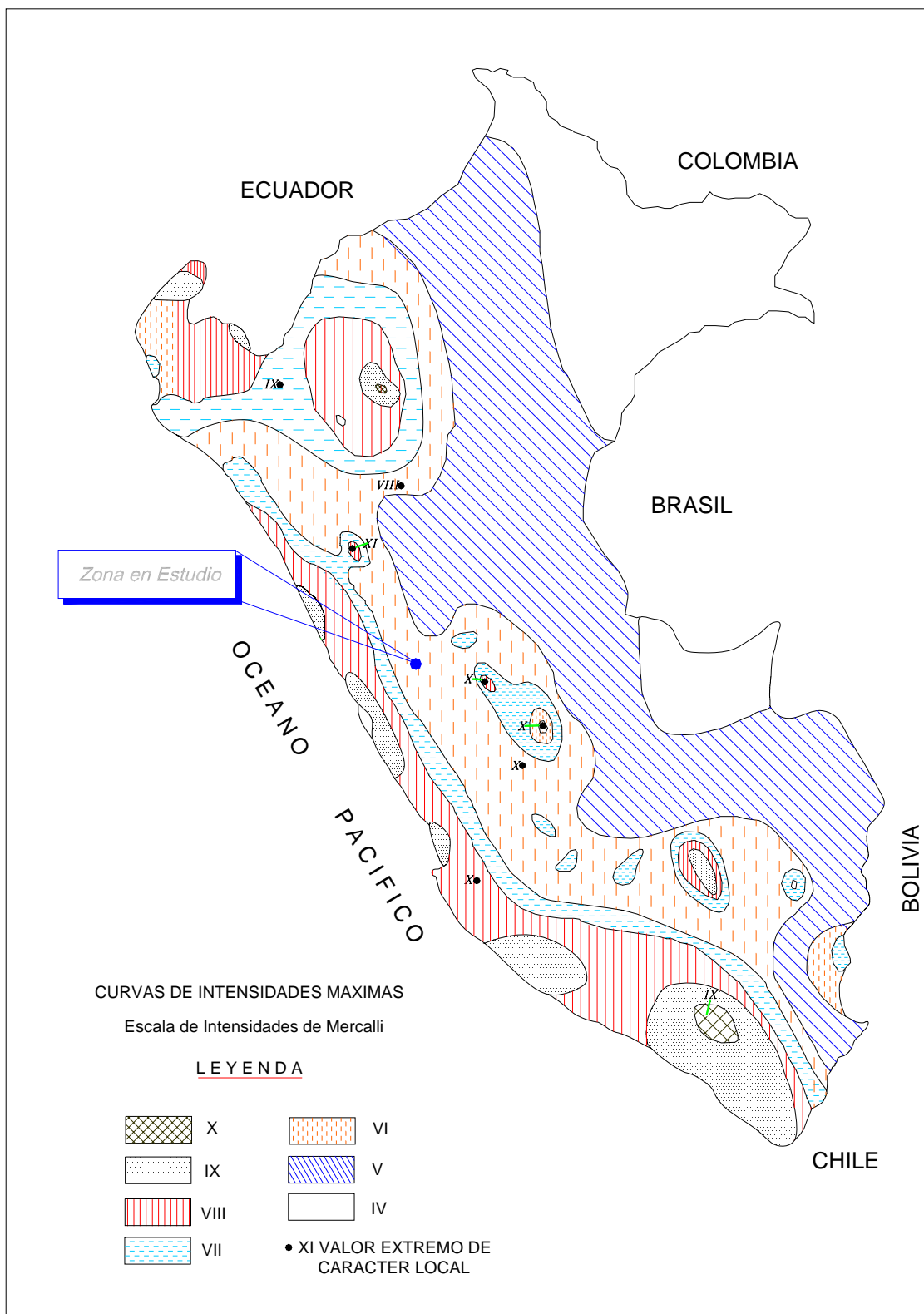


Figura 4.2. Mapa de Distribución de Máxima Intensidad Sísmica (Alva 1984)

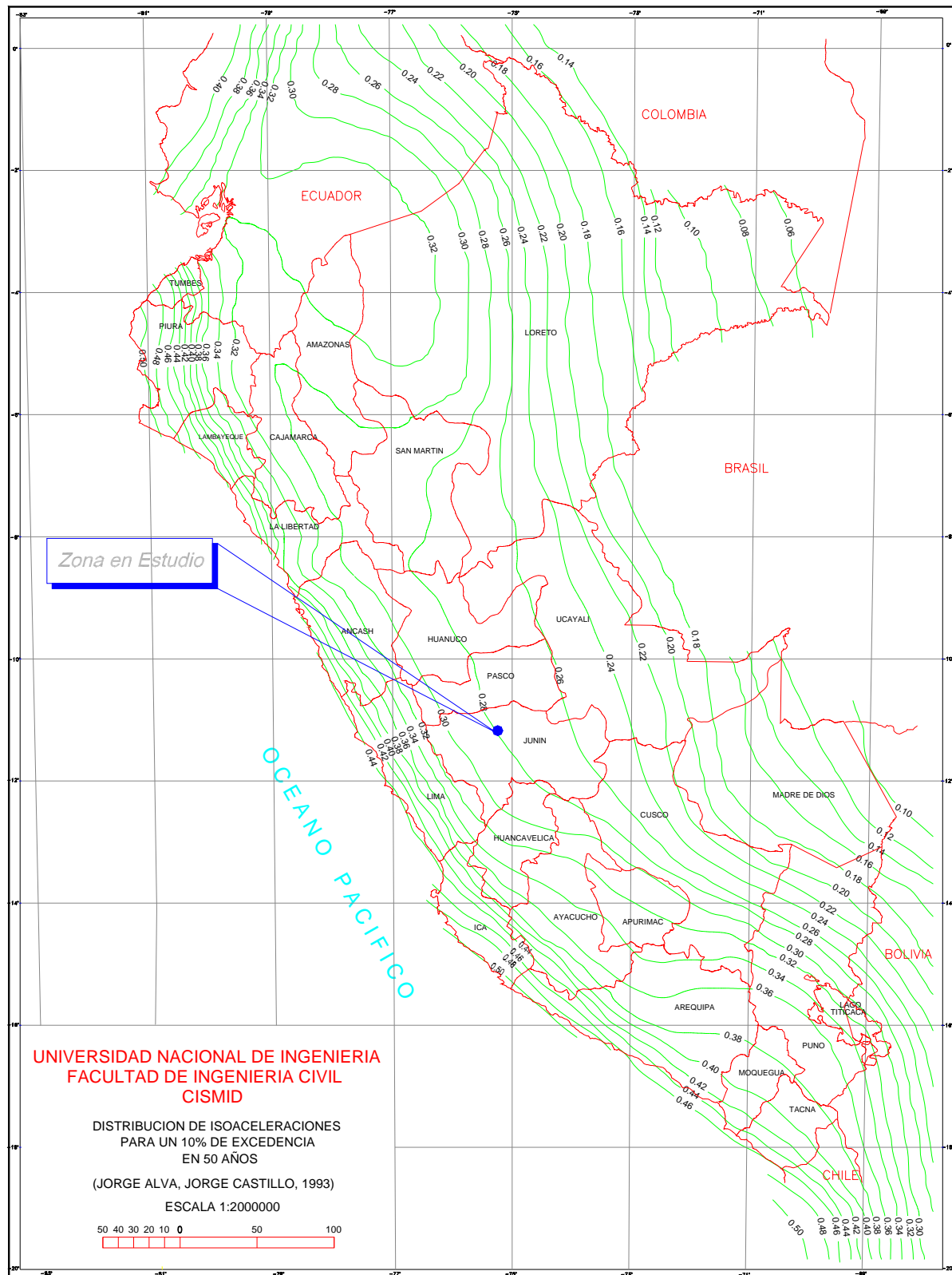


Figura 4.3. Mapa de Isoaceleraciones para 475 años de Periodo de Retorno

CAPITULO V

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS

5.1 GENERALIDADES

Para la ejecución del presente estudio la Empresa ACOMISA llevo a cabo un programa de investigaciones geotécnicas de campo con la finalidad de evaluar las características y propiedades de los materiales de la cimentación del área de emplazamiento del botadero de desmonte. Para la ejecución de las investigaciones se ha realizado sondajes de Perforación Dinámica Ligera (DPL), excavación de calicatas, así mismo se tomaron muestras representativas de suelo de cimentación y material de desmonte para llevar a cabo las pruebas de laboratorio y determinar los parámetros geotécnicos de resistencia.

5.2 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS DE CAMPO

Para determinar las características físico-mecánicas más representativa de la cimentación y del material de desmonte se ha empleado diversos métodos de investigación de campo. Uno de los métodos utilizados se basa en la medida de la resistencia que ofrece el suelo al avance del sondaje DPL. También se realizó excavaciones de calicatas, trincheras para elaborar el perfil estratigráfico del suelo y la correspondiente toma de muestras de suelo y del material de desmonte para llevar a cabo las pruebas de laboratorio y determinar los parámetros geotécnicos.

5.2.1 Sondajes DPL

Para determinar las características de resistencia de los suelos y el material de desmonte se ejecutaron un total de tres (03) sondajes DPL, (norma DIN – 4094), convenientemente ubicadas dentro del área de estudio con la finalidad de evaluar las condiciones geotécnicas, los parámetros resultantes nos permitirá correlacionar con la densidad relativa de las muestras en anillos con el fin de determinar los pesos volumétricos y su posterior remoldeo de los mismos. Los sondajes de DPL nos han permitido realizar las investigaciones hasta una profundidad de 4.00m.

Los registros efectuados en cada una de los sondajes DPL se detallan en los Anexos y a continuación en el Cuadro 5-01 se enumera los ensayos DPL.

Cuadro 5-01. Ensayos DPL

Ensayo (DPL)	Profundidad (m)
DPL-1	1.00
DPL-2	3.00
DPL-3	4.00

5.2.2 Calicatas

Con la finalidad de conocer las propiedades y condiciones geotécnicas (humedad, densidad y resistencia al corte) del suelo de cimentación y el material de desmonte se ha excavado tres (03) calicatas hasta una profundidad máxima de 2.50m, desde donde se ha extraído las muestras para los respectivos ensayos de laboratorio. Los resultados nos han permitido determinar los parámetros geotécnicos para el análisis de la estabilidad y determinación del talud de diseño del botadero de desmontes.

Cuadro 5.2. Calicatas

Calicata	Profundidad (m)
C-1	2.50
C-2	1.50
C-3	1.20

5.2.3 Registros de Investigación de los Suelos

De acuerdo a los materiales identificados en las excavaciones de las calicatas se ha elaborado un registro de sondajes donde se indica las características físicas encontradas en los suelos como color, humedad, compacidad clasificación, plasticidad, simbología grafica (ver anexos).

5.2.4 Resultados de Ensayos de Penetración y Sondajes

Los sondajes de penetración dinámica ligera alcanzaron hasta una profundidad máxima de 4.00 m. La ubicación de los sondajes se encuentra en la Lamina **P-3** y los resultados de los registros de los sondajes de DPL se adjunta en los anexos respectivos, juntamente con los sondajes de excavación.

5.2.5 Determinación de la Profundidad del Nivel Freático

Durante la evaluación geotécnica de campo mediante los sondajes DPL y la excavación de calicatas no se ha determinado la presencia del nivel freático en la zona de estudio donde estará localizado el nuevo botadero de desmorte.

5.3 INVESTIGACIONES Y ENSAYOS DE LABORATORIO

5.3.1 Ensayos de Laboratorio

Con las muestras disturbadas e inalteradas extraídas de las calicatas de exploración se determinó las características físico mecánicas del suelo de cimentación y material de desmorte mediante los ensayos estándar de laboratorio, los resultados determinaron la gradación y por consiguiente la clasificación SUCS. Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Geotécnico del CISMID de la Universidad Nacional de Ingeniería bajo las normas de la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.), se describe a continuación:

- | | |
|--|-------------|
| • Análisis granulométrico por tamizado | ASTM D-422 |
| • Contenido de humedad | ASTM D-2216 |
| • Densidad máxima | ASTM D-4253 |
| • Densidad mínima | ASTM D-4254 |
| • Limite Líquido | ASTM D-423 |
| • Limite Plástico | ASTM D-424 |
| • Peso volumétrico | ASTM D-2937 |
| • Peso Específico Relativo de Sólidos | ASTM D-854 |
| • Corte Directo | ASTM D-3080 |
| • Permeabilidad Pared Flexible | ASTM D-5084 |

5.3.2 Clasificación de Suelos

Los ensayos de laboratorio efectuados a las muestras de los estratos encontrados en las excavaciones, considerados como representativos del área del depósito de desmontes, han determinado la clasificación de suelos según SUCS permitiendo elaborar la sección de los suelos encontrados en el terreno. En general los materiales encontrados en el

suelo de cimentación y el cuerpo del botadero, de acuerdo a la clasificación SUCS, están descritos a continuación:

- MH = Limo de alta plasticidad
- CL = Arcilla de media plasticidad
- GM = Grava limosa

Las características del suelo de cimentación y el material del cuerpo del botadero se detallan en los siguientes cuadros.

Cuadro 5-03. Cuerpo del botadero - Resultados de las calicatas

ENSAYES	CALICATAS			
	C-1	C-1	C-2	C-3
Muestra	M-1	M-2	M-1	M-1
HUMEDAD	54.3	26.3	4.00	3.40
L. LIQUIDO	59.00	31.00	--	13.00
I. PLASTICO	41.00	20.00	N.T.	N.T.
SUCS	MH	CL	GM	GM
PASA N° 200	97.70	74.40	17.90	26.80

5.3.3 Perfil del Suelo

Según los datos de exploración mediante excavaciones se ha podido encontrar diferentes tipos de suelos, y estos se presentan en áreas bien definidas, mostradas en la sección 1-1 y apoyada por los ensayos de penetración DPL en las láminas respectivas.

Se ha encontrado superficialmente suelos superficiales de cobertura vegetal y top soil, húmedo, de 0.35 m en promedio como espesor.

Subyaciendo a este material se encuentra el suelo de cimentación, donde se distinguen dos zonas definidas: La zona Geotécnica II definida por las calicatas C-2 y C-3 y complementadas con DP-1, nos muestra un suelo de naturaleza gravosa limosa (GM) con partículas de caliza, concreciones y vetillas de cuarcita. Esta zona es la central. La zona Geotécnica I definida por la calicata C-1 y apoyada por los DP-2 y DP-3, considera un suelo flexible de naturaleza limosa de alta plasticidad (MH) debajo del cual existe arcilla de media plasticidad. Por la investigación y el análisis de los DP, las capas firmes debajo de esta zona se encontrarían alrededor de los 4.00 m.

5.3.4 Ensayos Especiales

5.3.4.1 Ensayo de Compactación

Con las muestras disturbadas extraídas de las calicatas del suelo de cimentación y el material de desmorte, se realizaron ensayos estándar de clasificación y los ensayos de compactación a las muestras del material de desmorte o a una combinación de material, para estimar los grados de compactaciones estándar y modificadas, la cual servirá para remoldear a un porcentaje de la densidad seca y inferir en la densidad del material de desmorte depositado.

5.3.4.2 Ensayo de Corte Directo

Para fines del presente estudio se ha realizado ensayos de corte directo tipo drenado ASTM D-3080 con muestra remoldeada y muestra inalterada, del suelo de cimentación y del material de desmorte, la que servirá para calcular los factores de seguridad de los taludes proyectados, en el modelo matemático de equilibrio limite.

En los anexos respectivos se presenta los reportes de los ensayos de laboratorio. El Cuadro 5-04 resume los resultados de los ensayos especiales de laboratorio.

Cuadro 5-04. Resultados de los Ensayos Especiales de Laboratorio

Sondaje	C – 1	Representativa C-2 y C-3	Representativa C-2 y C-3 < N° 4
MUESTRA	M – 2	M – 1	Suelo grueso
Clasificación (SUCS)	CL	GM	SM

Parámetros de resistencia Mecánica

Corte Directo	ϕ	26.50	-	32.0 – 40.0
	c (Kg/cm ²)	0.00	-	0.00

Permeabilidad

k (cm/seg)	4.90E-07	8.50E-04	
--------------	----------	----------	--

CAPITULO VI

CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES DE CIMENTACION Y DE LOS BOTADERO DE DESMONTES

6.1 MATERIALES DE LA CIMENTACION DEL BOTADERO DE DESMONTES

A partir de la zonificación geotécnica y el mapeo geológico realizado en el área de estudio, el botadero se encuentra dentro de dos zonas geotécnicas con características propias y bien definidas.

La *zona geotécnica I*, ubicado en las cercanías de las antiguas instalaciones de la mina y en la parte baja del cerro Pichita, en esta zona se presenta materiales muy finos y plásticos, distinguiéndose el limo de alta plasticidad y la arcilla, siendo necesario un corte de 4.00 m de espesor en promedio, según se muestra en la Lamina P-9, esta zona presenta alta humedad. La clasificación SUCS de los materiales presente es arcilla de baja plasticidad y limo de alta plasticidad con alto contenido de humedad. Para fines del presente estudio de ha considerado como Cimentación 1.

En esta zona se deberá reemplazar el material hasta la zona indicada, el material de reemplazo será el material de desmonte, previa selección.

La *Zona Geotécnica II* que comprende casi en su totalidad el área del botadero de desmonte, este presenta material arenoso pobremente graduada en algunos casos cementados, debido a su origen residual, debajo de esta capa se encuentra el basamento rocoso intemperizado, con algo de humedad. Para fines del presente estudio de ha considerado como Cimentación 2.

Considerando las características observadas en campo, los resultados de laboratorio, la bibliografía existente, y resultados de estudios anteriores los parámetros de resistencia para el suelo de fundación y material de desmonte están indicados en el Cuadro 6-01.

6.2 MATERIALES DEL CUERPO DEL BOTADERO DE DESMONTE

Durante la evaluación de campo se ha podido observar que el material de desmonte esta compuesto principalmente por material granular, compuesto por gravas y boleos angulosos, presenta una matriz arenoso mal gradado limoso (SP-SM), y con poca humedad. El material de desmonte proviene del tajo, esta compuesta por dolomitas y calizas principalmente, Considerando las características observadas en campo, los resultados de laboratorio de la matriz

del material de desmonte, la bibliografía existente, y resultados de estudios anteriores los parámetros de resistencia para el suelo de fundación y material de desmonte, están indicados en el Cuadro 6-01.

6.3 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS

Con los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio, se determinó los parámetros físicos y de resistencia para cada tipo de material o suelo que conforma el botadero de desmonte. En el cuadro 6-01 se muestra los parámetros geotécnicos de resistencia utilizados para el análisis de estabilidad del botadero de desmonte, ver Cuadro 6-01.

Cabe mencionar que la descripción de Cimentacion1, del cuadro 6-01, le corresponde al material encontrado en la cimentación de la zona geotécnica I, la cimentación 2, le corresponde al estrato cuaternario de la zona geotécnica II.

Los valores indicados se han obtenido de los ensayos, tales como el cono de arena, para la densidad de campo, o mediante los pesos volumétricos de la muestras inalteradas, los parámetros del modelo Morh Coulomb, se han obtenido de los ensayos de corte directo y con valores menores del pico.

Cuadro 6-01. Parámetros Geotécnicos para el Análisis de Estabilidad de Taludes del Botadero de Desmonte.

Suelo o Material	γ_t KN/m³	γ_{sat} KN/m³	C KN/m²	ϕ (°)
1: Cimentacion1	15.0	16.0	0.0	23.0
2: Cimentacion2	20.0	21.0	0.0	38.0
3: Desmonte	20.0	21.0	0.0	36.0
4: Macizo Rocoso	24.0	25.0	50.0	38.0

CAPITULO VII

ANALISIS DE CIMENTACION

7.1 HIPOTESIS DE ANALISIS

Para realizar el análisis de la capacidad de carga y asentamiento del suelo de fundación se presenta a continuación algunas de las hipótesis básicas que han sido consideradas.

- El análisis de la capacidad de carga del terreno natural se ha realizado considerando que el suelo de soporte se comportara como una base flexible, homogénea e isotropica.
- Se considera que la máxima carga actuante en el suelo de cimentación corresponde al tramo central de mayor altura de las secciones analizadas, para el cuerpo del botadero en general, el tramo central tiene un ancho aproximado de 200m.
- Para simular el efecto de un área rectangular uniformemente distribuida se considera que las cargas se distribuyen en una base equivalente rectangular.
- Las cargas del material de desmonte se distribuirán en la superficie del terreno natural, y actuara como una carga de tipo trapezoidal.
- La cimentación es superficial, es decir la profundidad de cimentación es mínima.
- La cimentación se presenta a nivel principalmente, en algunas áreas existe inclinaciones mayores de 10° en el nivel de rasante del terreno natural o material compactado.

7.2 CARGAS TRANSMITIDAS

La densidad promedio del material de desmonte considerado para los cálculos de las cargas transmitidas es de 2.0 KN/m³, según los ensayos in-situ de densidad natural efectuados en otros botaderos de similares características.

El espesor promedio del material de desmonte proyectado que transmite carga a la cimentación es 20 m. Estas cargas se presentan en las condiciones proyectadas, es decir hasta la altura máxima de crecimiento. Entonces el esfuerzo aplicado por cada metro cuadrado es 4.0Kg/cm², ubicada en la zona central del

botadero de desmonte. Estas cargas se distribuirán en una base cuadrada de 120 x 120m.

Evidentemente que dichas cargas se disiparan a través de la cimentación por la teoría elásticas de Boussines. Asimismo, debido a la configuración geométrica del botadero, las mayores solicitaciones se concentran en la parte central del botadero.

7.3 TIPO Y PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

De acuerdo a las características observadas en campo en el área donde se ubicara el deposito botadero de desmonte, el suelo de la cimentación se encuentra cubierto por el material de cobertura orgánica compuesto mayormente por gramíneas y árboles estos deberán retirarse, posteriormente al desbroce se deberá escarificar y compactar en la zona geotécnica II, la zona geotécnica I se deberá realizar el reemplazo hasta la profundidad indicadas en los planos y rellenar con material de desmonte compactado, posterior a esto se colocara una capa de 0.20m de espesor de material impermeabilizante, uniformizando el área.

La cimentación se modelara como cuadrada y con cargas trapezoidal, la profundidad de cimentación será superficial.

Cabe mencionar que el análisis se ha realizado con los parámetros de la zona geotécnica II, ya que el material de baja calidad ha sido reemplazado por material de desmonte, que presenta similares valores de ángulo de fricción y cohesión.

7.4 CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

El material de cimentación suelo 2 del botadero de desmonte presenta características de un material granular y compacto, cuyo espesor promedio es menos de 5.0 m. de potencia. Para debajo encontrar el macizo rocoso alterado. Las características de resistencia esta dado principalmente por el ángulo de fricción interna del suelo (ϕ) y su cohesión (c), obtenidos a través del ensayo de corte directo, con muestras inalteradas, alteradas y saturadas, encontrándose el siguiente resultado:

Cimentación de Desmontera

Angulo de fricción interna	$\phi = 36^\circ$
Cohesión	$c = 0.0 \text{ Kg/cm}^2$
Peso Volumétrico	$\gamma = 2.00\text{gr/cm}^3$

Luego aplicando la teoría de Terzaghi modificado por Vesic la capacidad portante admisible será de:

$$Q_{ult} = c.N_c.S_c + q.N_q.S_q + 0.5\gamma.B.N_\gamma.S_\gamma$$

$$Q_{adm} = \frac{Q_{ult}}{FS}$$

Donde:

Profundidad de Cimentación	Df = 0.10m.
Ancho de cimiento	B = 120.00m.
Factores Adimensionales	$N_c = 50.59$
	$N_q = 37.75$
	$N_\gamma = 56.3$
Factor de seguridad	FS = 3

Se ha determinado el valor de capacidad de carga para el área descrita anteriormente (ver memoria de cálculos en los anexos).

Reemplazando valores se obtiene:

Cimentación cuadrada:

$$B = 120\text{m.}$$

Entonces:

$$Q_{adm} = 135.58 \text{ kg/cm}^2$$

7.5 ANALISIS DE ASENTAMIENTO TOTALES

7.5.1 Asentamiento Elástico

Asimismo se realiza la predicción de asentamientos, y se calcula de acuerdo a la teoría elástica aplicada por Lambe y Whitman (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto que transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por la fórmula que se muestra continuación (ver memoria de cálculo en anexo)

$$\delta = \frac{q_s \cdot B \cdot (1 - \nu^2) I_w}{E_s}$$

Donde:

δ	=	Asentamiento (cm.)
Δq_s	=	Esfuerzo neto transmitido (Kg/cm ²)
B	=	Ancho de cimentación (cm.)
E_s	=	Módulo de elasticidad (Kg./cm ²)
ν	=	Relación de Poisson
I_w	=	Factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación (Bowles, 1977)

Finalmente en base a los valores de capacidad, el asentamiento total se obtiene como la suma de asentamiento elástico y asentamiento por consolidación, en el área donde se construirá el botadero de desmonte el asentamiento elástico es 8.29cm. Por lo tanto el asentamiento total estará en el rango de 8.0 cm a 12 cm. (ver memoria de cálculos en los anexos), esta deformaciones son permisibles para estas estructuras, ya que la distorsión angular serán las mínimas establecidas.

7.6 CIMENTACION EN ROCA

Se considera que los materiales que componen la roca (Calizas, Dolomitas), presentan adecuadas características de resistencia cortante y baja compresibilidad, a pesar del la meteorización superficial, la capacidad de carga del basamento rocoso será superior a las cargas transmitas por la acumulación del material de desmonte.

CAPITULO VIII

ANALISIS DE ESTABILIDAD FISICA Y DISEÑO DE TALUDES

8.1 METODO DE CALCULO

Para el análisis de la estabilidad de los taludes proyectados se ha utilizado las secciones transversales de la topografía del botadero de desmontes y el programa de cómputo PCSTABL (Siegel, 1975) versión 6. Este programa de cómputo permite hacer el análisis de estabilidad de taludes a través del cálculo del Factor de Seguridad. Es un programa completamente integrado, permite desarrollar la geometría del talud interactivamente y realiza el análisis de taludes con una versión modificada del programa STABL, desarrollado originalmente en la Universidad de Purdue.

El análisis para calcular el Factor de Seguridad se lleva a cabo bidimensionalmente usando el concepto de equilibrio limite y empleando el método de Bishop modificado. El programa puede ser usado para determinar la superficie potencial de falla mas critica, correspondiendo a un menor factor de seguridad del análisis.

Este programa está programado para manipular:

- Sistemas homogéneos o heterogéneos del suelo.
- Propiedades anisotropicas de resistencia de suelos.
- Reforzamiento de taludes.
- Envoltente de resistencia Mohr-Coulomb no lineal
- Presiones de poros del agua para análisis de esfuerzos efectivos, usando:
 - Superficies freáticas
 - Factor R_u , presión de poros como fracción de la presión vertical total del terreno dentro del talud
 - Presión de poros del agua constante
- Carga pseudo-estática
- Sobrecarga actuantes sobre taludes.
- Generación automática y análisis de un número limitado de superficies de falla circulares, no circulares y en forma de bloques.
- Unidades tanto en el sistema internacional, como el sistema ingles.

8.2 FACTORES DE SEGURIDAD MINIMOS

Para el caso de presas de tierra el U.S. Corp of Enginners propone que los factores de seguridad mínimos requeridos para considerar un talud estable, son aquellos propuestos en el Cuadro 8-01.

Cuadro 8-01. Factores de Seguridad Mínimos para Análisis de Estabilidad en Presas de Tierra.

CONDICION	Talud Aguas Arriba	Talud Aguas Abajo
I) Al final de la construcción para presas de mas de 15m.	1.3	1.3
II) Estado de infiltración constante	--	1.5
III) Desembalzo rápido	1.5	--
IV) Sismo - Solo condiciones I y II	1.0	1.0

Si se considera al botadero de desmonte como una estructura cuyo comportamiento bastante similar al de una presa de tierra para almacenamiento de agua, en la condición “final de la construcción”, se puede concluir que los factores de seguridad arriba indicados pueden servir como parámetros comparativos para la evaluación del comportamiento estático y pseudo estático de los taludes.

8.3 CONDICIONES DE ANALISIS

Para llevar a efecto el análisis de estabilidad se consideraron las siguientes condiciones de análisis:

- Se han considerado dos secciones de análisis, sección 1-1 y 2-2, cuyas ubicaciones en planta y perfiles se presentan en las láminas respectivas. Estas secciones son consideradas como críticas.
- Se ha analizado las condiciones proyectadas del botadero, tanto para las secciones 1-1 y 2-2, considerando la máxima capacidad de carga y almacenamiento. El talud critico presenta una altura máxima, medida desde el pie del botadero hasta la cresta del desmonte es de 30.0m., Se ha considerado la proyección de bermas y banquetas a lo largo del talud de diseño. La altura de las banquetas a lo largo del talud es de 15m., el ancho de berma de 8.0 m, y una inclinación de 1.4:1 (H:V).

- En todas estas secciones, los botaderos han sido proyectados a la altura máxima de crecimiento, y evaluados en proyección tridimensional según su disposición de almacenamiento y proyectada en el campo, el análisis ha sido efectuada interactivamente para alcanzar el máximo volumen de almacenamiento, la optimización del transporte del material y el talud que asegure la estabilidad de los desmontes.
- En los perfiles analizados se consideran tres tipos de materiales: el suelo de la cimentación¹, compuesto por material fino, el suelo de cimentación², compuesto por material granular, el material de desmonte y el basamento rocoso.
- Se consideran que las propiedades de los materiales que conforman el perfil del talud son homogéneos e isotrópicos y que la ruptura del talud se produciría como resultado de fallas simultáneas y progresivas a lo largo de la superficie de deslizamiento.
- Las propiedades de resistencia cortante del material de desmonte y suelo de cimentación son las presentadas en el Cuadro 5-01.
- Se considera un solo tipo de falla, superficie circular, que es características en taludes falladas en la zona. El método de análisis de falla circular adoptado es el de Bishop Modificado que se encuentra implementado en el programa de cómputo PCSTABL.
- Los resultados del análisis se presentan en términos de superficie potenciales de falla. La superficie crítica de deslizamiento es aquella que proporciona el menor factor de seguridad. En los anexos se presentan los datos de entrada y salida del programa PCSTABL.
- Se ha tratado de representar las condiciones reales de campo, es decir, se incluyen el efecto gravitatorio de los diferentes materiales y el efecto sísmico a través del análisis seudo estático. En este sentido, el coeficiente sísmico de diseño adoptado es de 0.14 g, a partir del análisis de los parámetros sismológicos presentados en el capítulo correspondiente.

8.4 ANALISIS DEL BOTADERO DE DESMONTE

Se han realizado los análisis de estabilidad de los taludes para determinar el *Factor de Seguridad* en condiciones estáticas y seudo estáticas teniendo en

cuenta las condiciones proyectadas del talud botadero de desmonte. En tal sentido se consideraron dos secciones críticas de análisis.

El Cuadro 8-02 muestra los resultados del análisis de estabilidad considerando la condición proyectada para la sección 1-1.

Cuadro 8-02. Análisis de Estabilidad de Taludes del Botadero de Desmontes en Condiciones Proyectadas – Sección 1 - 1

SECCIÓN 1 - 1	CONDICION DE ANÁLISIS	FACTOR DE SEGURIDAD EN CONDICIONES FINAL	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO ACEPTABLE
TALUD DEL DEPOSITO	Estática	1.41	1.3
	Seudo-Estática a=0.14	1.13	1.0

De acuerdo a los resultados de los análisis de estabilidad mostrados en el Cuadro 8-02 la condición de los taludes es estable, donde los *Factores de Seguridad* son mayores que los mínimos recomendados.

Para la segunda sección crítica, sección 2-2, el Cuadro 8-03 muestra los resultados del análisis de estabilidad considerando la proyección del talud.

Cuadro 8-03. Análisis de Estabilidad de Taludes del Botadero de Desmontes en Condiciones Proyectadas – Sección 2 - 2

SECCIÓN 2 - 2	CONDICION DE ANÁLISIS	FACTOR DE SEGURIDAD EN CONDICIONES FINAL	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO ACEPTABLE
TALUD DEL DEPOSITO	Estática	1.08	1.3
	Seudo-Estática a=0.14	0.79	1.0

De acuerdo a los *Factores de Seguridad* obtenidos en el análisis, los taludes de diseño presenta *Factores de Seguridad* por debajo del mínimo aceptable, de esta forma se deberá realizar un reemplazo de material de cimentación por material de desmonte.

Cuadro 8-04. Análisis de Estabilidad de Taludes del Botadero de Desmontes en Condiciones Estabilizadas – Sección 3 - 3

SECCIÓN 1 - 1	CONDICION DE ANÁLISIS	FACTOR DE SEGURIDAD EN CONDICIONES FINAL	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO ACEPTABLE
TALUD DEL DEPOSITO	Estática	1.43	1.3
	Seudo-Estática a=0.14	1.10	1.0

De acuerdo a los valores del *Factor de Seguridad* obtenidos, tanto en el análisis de estabilidad estático como seudo estático, la condición del talud del botadero es

estable, esto es, los factores de seguridad están por encima de los mínimos recomendados. De esta forma, los taludes y obras proyectadas consiguen estabilizar el talud del desmorte.

8.5 DISEÑO DE TALUDES

El diseño de los taludes de los botaderos se basa en las siguientes consideraciones:

- En los análisis de estabilidad efectuados en los numerales anteriores.
- En la práctica usual de construcción de botaderos.

Los análisis de estabilidad presentados en el numeral anterior, han sido efectuados considerando la forma como el botadero será construido, es decir:

El talud del Botadero de desmorte Pichita, está conformado por dos bancos con inclinaciones de 1.4:1 (H:V), la altura del primer banco es de 10.0 m y del segundo banco es de 20.0m, la berma intermedia presenta un ancho de 8.0 m y una pendiente de 1% hacia el talud interno, es importante mencionar que el valor de la inclinación es la misma del talud de reposo de materia de desmorte.

Es importante mencionar que para la conformación de los taludes estos deberían ser compactados y solo de esta forma alcanzarían la estabilidad física, puesto que los análisis de estabilidad toman en considerando la densidad propuesta, ver Cuadro 6-01, la misma que debe ser alcanzada durante la construcción. Es importante mencionar que las bermas proyectadas a lo largo del talud, considerando la inclinación propuesta, permiten a la empresa minera tener mas volumen de material para la conformación del botadero, significando esto un mejor aprovechamiento. El talud resultante final, según el diseño propuesto tiene una inclinación de 2:1 (H:V), presenta una condición de estabilidad general estable.

CAPITULO IX

ANALISIS DE ESTABILIDAD QUIMICA DEL BOTADERO DE DESMONTE

9.1 GENERALIDADES

Para predecir la posibilidad de generación de drenaje ácido del material de desmonte que se generaría como resultado de la explotación del tajo abierto se ha tomado muestras representativas. Las Pruebas de Balance Acido Base (método EPA-600/2-78-054) se realizaron en el Laboratorio **CIMM PERU S.A.** ha permitido determinar la caracterización de los materiales referidos a la interpretación de las pruebas A.B.A los resultados se detallan en los siguientes cuadros:

9.2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE BALANCE ACIDO BASE

Cuadro 9.1. Resultados la Muestra de Desmonte M-01

PARÁMETROS	MUESTRA "Representativa Desmonte "	
	UNIDADES	RESULTADOS
PH en pasta	Unidades de PH	9.42
PA	Kg CaCO ₃ /TM	0.63
PN	Kg CaCO ₃ /TM	1056.16
PNN	Kg CaCO ₃ /TM	1053.53

El Potencial Neto Neutralizante es la capacidad de un mineral para generar o consumir ácido. Considerando una regla general para la determinación de generación de Drenaje Acido podemos evaluarlo de la siguiente manera:

Si $PNN > +20 \text{ Kg. CaCO}_3/\text{TM}$NO SE PRODUCIRÁ DRENAJE ÁCIDO
Si $PN/PA > 3.0$NO SE PRODUCIRÁ DRENAJE ÁCIDO
Si $-20 < PNN < +20$RANGO DE INCERTIDUMBRE (*)

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

El valor del Potencial Neto Neutralizante para la muestra de material de desmonte es de 1056.16 y el radio PN/PA igual a 1676.44 nos indica que el material de desmonte **no generara drenaje acido**, independientemente de la exposición atmosférica que sufra.

Se concluye que la estabilidad química del botadero de desmontes esta garantizados teniendo en cuenta que la roca desmontes es de composición calcárea.

CAPITULO X

DISEÑO Y OBRAS PARA LA CONSTRUCCION DEL BOTADERO DE DESMONTES

10.1 MARCO CONCEPTUAL

Como resultado de las operaciones mineras de la explotación del cuerpo mineralizado "Lomo de Corvina" por método del tajo abierto se generaría material de desmonte el que deberá ser almacenado en un botadero, este se construirá de acuerdo a un diseño y contemplando las normas ambientales vigentes.

Para diseñar el botadero de desmontes se ha realizado la evaluación geotécnica y con los resultados de los parámetros geotécnicos del suelo de la cimentación, las propiedades físico mecánicas del material de desmontes se ha determinado la configuración del talud del botadero que permitirá garantizar su estabilidad física frente a potenciales fallas por traslación o erosión.

Concluida la evaluación geotécnica y ambiental del área propuesta para la construcción del botadero de desmontes se ha diseñado los criterios de construcción determinándose un área disponible de 14.24 Hectáreas aprovechables para una capacidad de almacenamiento de 190,200 TM con vida útil de 4 años teniendo en cuenta que la relación mineral-desmonte será de a 1 a 1 de acuerdo al diseño de los bancos y ritmo de explotación

10.2 DISEÑO DEL BOTADERO DE DESMONTES

Teniendo en cuenta las condiciones geotécnicas la configuración topográfica proyectada final tiene las siguientes características:

- Area de botadero de desmontes : 14,243 m².
- Capacidad de Almacenamiento : 190,200 TM
- Angulo de talud de los bancos del botadero : 1.4 : 1 (H:V)
- Altura de bancos : 10.0m. y 20 0 m
- Ancho de bermas de estabilidad : 8.0m.
- Gradiente de la berma : 1%
- Altura final proyectada : 30.0 m.
- Canal de coronación : 462.0 m
- .Dren francés : 185.0 m

(Ver Lamina N° P-6 diseño Final del Botadero de Desmontes)

10.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION DEL BOTADERO DE DESMONTES

Para construir la base de cimentación del deposito de desmontes se excavara y removerá todo el material orgánico; suelo blando, suelo húmedo o saturado, luego se compactara la capa de material arcilloso existente para impermeabilizar la cimentación del botadero.; así mismo se instalara un sistema de drenaje y subdrenaje que permitirá manejar las aguas superficiales y la probable presencia de aguas subterráneas, cabe indicar que durante la evaluación geotécnica no se ha detectado la presencia de aguas subterráneas.

10.3.1 Habilitación del Area del Suelo de Cimentación

Para la habilitación del suelo de cimentación, primeramente se deberá desbrozar la cobertura vegetal hasta una profundidad media de 0.30m, el material de desbroce se colocara en áreas designadas como depósitos de material orgánico para su posterior reutilización en la instalación de la cobertura.

El área de corte para la extracción del material de cobertura en la zona de desmonte es de 14,243 m², con un volumen de 4,273 m³, se considera un esponjamiento de 25% para el traslado de material a las zonas asignadas.

Posteriormente se deberá realizar los replanteos para la relimitación de los linderos del deposito de desmonte, estos replanteos se realizaran con instrumentos de topografía y los limites deberán ser monumentados con hitos para los controles respectivos.

10.3.2 Corte de Material de Baja Calidad

El corte de material de baja calidad se obtiene principalmente de la zona geotécnica I, la que se caracteriza por la presencia de materiales arcillosos sueltos y muy húmedos, este reemplazo se debe realizar para el mejoramiento de la estabilidad del botadero de desmonte, según los análisis de estabilidad realizados.

El corte de material, tiene un área de 2,829.80m, con una profundidad media de 4.0 m, las inclinaciones de los taludes de corte tendrán una inclinación de 1.75H:1.00V, tal como se muestra en la lamina de corte, el volumen del corte que se obtendrá en el área descrita alcanza una cantidad de 6,905.0m³.

Este volumen se dispondrá en el área donde se colocara la cobertura de suelo orgánico, la distancia de traslado es de 1.0 kilómetro con fines de la estimación de los costos de transporte.

Se considera un esponjamiento de 20% para el transporte de material.

10.3.3 Preparación de la Subrasante

La preparación de la subrasante, obedece al mejoramiento del suelo natural posterior a desbroce y al corte de material de baja calidad, este además contempla la disminución de la precolación de los flujos del agua de precipitación que atraviesan el cuerpo del botadero de desmonte. El área que comprende abarca 14,243 m², con un espesor de escarificado de 0.30m.

El procedimiento de esta preparación, contempla el escarificado del suelo natural hasta una profundidad de 0.30m, este se realizara con motoniveladora, posterior a esta partida se humedecerá según la humedad del valor del proctor, para alcanzar las especificaciones de relleno compactado, se recomienda que el valor de la humedad este debajo del valor optimo del contenido de humedad obtenido a través del ensayo de corte directo.

La compactación del espesor del escarificado se realizara con rodillo vibratorio o plancha de compactación en lugares donde no pueda acceder el rodillo.

10.3.4 Relleno Estructural

El relleno estructural viene a ser en esta obra, material de relleno compuesto principalmente por gravas, con partículas menores de 3" y compactadas con rodillos vibratorio.

Esta partida se instalara en la zona de corte del material de baja calidad, el material que se utilizara para el reemplazo provendrá del material de desmonte previa clasificación, deberá cumplir la gradación y los controles adecuados de compactación, es decir el grado de compactación deberá llegar hasta el 95% del valor del proctor modificado.

Las capas a compactarse tendrán como máximo un espesor de 0.30m, el control de compactación se realizara por capas y serán cinco controles

de compactación por cada capa. El volumen de reemplazo en el área de corte con material estructural es 6,905.0 m³.

10.3.5 Capa de Impermeabilización

La capa de impermeabilización se instalara una vez realizado la preparación de la capa subrasante, esta capa cumple la función de material impermeabilizante debajo del material de desmonte, esta tendrá un área de 14,243m².

El material que conformara esta capa se obtendrá de los cortes del dique de arranque, ya que en estas ares el material es principalmente arcilloso de baja capacidad de permeabilidad.

Esta capa tendrá un espesor de 0.20m, y será compactada hasta alcanzar el 95% del valor del Proctor modificado, el control de la compactación se realizara con el equipo de control de densidad de campo, se realizara el control por cada 200 m², de capa compactada. El equipo para realizar la compactación será el rodillo liso vibratorio.

El volumen de material que se deberá transportar desde la zona de corte hasta el área se de 3418.3m³, para esto se esta considerando un esponjamiento de 20%, la distancia máxima se ha estimado en un kilómetro.

10.3.6 Sistema de Subdrenaje

El sistema de subdrenaje contempla la instalación de una red de colectores distribuidos a los largo de la subrasante, tal como se muestra en los planos respectivos.

La principal función de estos sistemas es de coleccionar las aguas provenientes de las precipitaciones la cual ingresan por el cuerpo del botadero.

Esta red contempla la instalación de dos redes, la red del norte tiene una longitud de 85 m, y la del oeste una longitud de 100 m. Los detalles de este sistema se muestran en los planos correspondientes.

10.3.7 Sistemas de Drenaje

El estudio de drenaje comprende la proyección de una red de drenaje para que se evacue las aguas superficiales que discurren sobre el área

de influencia del botadero mencionados, para de esta forma mejorar la estabilidad a los taludes evitando la saturación del material. En este sentido, para la evacuación de las aguas superficiales como sub-superficiales se plantea estructuras adecuadas para cumplir tal propósito, las mismas que serán descritas a continuación.

Canales de Coronación

Para captar las aguas de escorrentía del contorno superior interno del depósito de desmontes se ha proyectado la construcción de canales de coronación. Su implementación será desde el inicio de operaciones y que estas quedarán de manera definitiva para el Plan de Cierre. Para determinar el caudal de diseño de los canales de coronación se han considerado el caudal pico calculado en el estudio hidrológico, considerando un período de retorno de 500 años. Se han proyectado un tipo de sección para los tres tramos, las mismas que están indicadas en la Lámina PD-04. En el Cuadro 10.3 se indican las secciones para los canales de coronación.

Cuadro 10.3. Dimensiones de los Canales de Coronación

Tramo	Sección	Base {B} (m.)	Altura {H} (m.)
I	Rectangular	0.40	0.40
II	Rectangular	0.40	0.40
III	Rectangular	0.40	0.40

Los canales de coronación serán conformados de material base de 0.15 m de espesor, para luego ser revestido con concreto armado de 0.15m espesor. En general, la sección del canal de coronación será de sección rectangular, ver Figura 10.2, y se proyectarán con una pendiente mínima de 2% y máxima de 3%. El canal de coronación tiene una longitud total de 462.00 m.

CAPITULO XI

PROGRAMA DE MONITOREO

11.1 GENERALIDADES

Durante la fase de operación del botadero de desmontes, surge la necesidad de realizar monitoreos geotécnicos de los materiales que interactúan con dicha estructura, sean estos materiales de soporte, como suelos de fundación o materiales que forman parte de su entorno, como el caso de taludes o laderas naturales que según su grado de estabilidad pueden representar una amenaza a poblaciones o estructuras cercanas. La puesta en marcha de un monitoreo en particular, depende del grado de seguridad que se requiera para la inversión realizada y para sus usuarios, así como de los parámetros geotécnicos que se deseen evaluar, sean estos deformaciones, presión de poros, esfuerzos totales, entre otros.

Los objetivos de un programa de monitoreo del talud de los bancos del botadero de desmontes son:

- a) Proporcionar un aviso anticipado de la inestabilidad
- b) Proporcionar información geotécnica para analizar los mecanismos de desplazamiento de la pendiente, para designar medidas correctivas.
- c) Mantener los procedimientos operacionales de seguridad con el fin de proteger al personal y los equipos.

Un programa de monitoreo permite establecer medidas de prevención para evitar deslizamientos, colapsos de estructuras frente a potenciales fallas por acción dinámica.,

Durante la construcción del depósito se instalarán los puntos de monitoreos tales como la instalación de inclinómetros, piezómetros, puntos de control geodésico y puntos de control topográfico los puntos estratégicos serán establecidos por consultor.

Inclinómetros

El inclinómetro permitirá determinar los desplazamientos del talud de los bancos del botadero de desmontes a diferentes profundidades, así como asentamientos

de los materiales Dichos desplazamientos son de gran utilidad para evaluar el grado de estabilidad.

Los monitoreos inclinométricos, se basan en las deformaciones que puedan sufrir los materiales ante las cargas laterales o gravitacionales, las cuales son determinadas por medio de observaciones.

Piezómetros

Se instalarán 2 piezómetros hidráulicos en diferentes lugares del botadero de desmontes para realizar el monitoreo geotécnico con la finalidad de determinar la variación del nivel freático y la calidad de aguas subterráneas.

El monitoreo se realizará después de 2 meses de iniciada la operación de funcionamiento del botadero, el Ingeniero responsable del manejo de la desmontera determinará la frecuencia de los monitoreos y establecerá las medidas pertinentes del caso.

Controles topográficos

Para monitorear la topografía del botadero de desmontes se colocaran hitos de control topográfico de concreto en puntos estratégicos del talud y probables zonas críticas para lo cual se establece un sistema de mediciones para cada hito a partir de una línea base enlazada a punto Geodésico de primer orden, desde este punto se ha realizado mediciones de distancia horizontal y vertical a los hitos de control topográfico monumentado. Los cálculos de las mediciones topográficas nos determinarán la variación horizontal y vertical y nos permitirá tomar las medidas del caso.

Los puntos de monitoreo del botadero de desmontes se ha fijado con coordenadas UTM y se detalla continuación.

Cuadro 11-01 Puntos Fijos de Control Geodésico fuera de Botadero de Desmonte

Puntos	Coordenada UTM	
	Norte	Este
G-1	454,955.41	8'775,013.42
G-2	455,004.33	8'774,944.30

Controles topográficos

Cuadro 11-02 Puntos fijos de control Topográfico dentro de Botadero de Desmonte

Puntos	Coordenada UTM	
	Norte	Este
E-1	454,926.63	8'774,939.38
E-2	454,943.67	8'774,889.46

CAPITULO XII

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y COSTO PRESUPUESTADO REFERENCIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL BOTADERO DE DESMONTES.

12.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA CONSTRUCCION DEL BOTADERO DE DESMONTES

Las actividades que se ejecutaran para la construcción del botadero de desmontes esta contemplando las Normas legales vigentes que exigen Reglamento para la protección ambiental en las actividades minero-metalúrgicas y el Código del Medio Ambiente de los Recursos Naturales.

La ejecución de la construcción contempla un conjunto de medidas y actividades que deben ejecutarse con la tecnología apropiada para construir y afectar en lo mínimo posible el área designada para el botadero de desmontes.

En el Cuadro N° 13-01 se considera un estimado del tiempo para la ejecución de las obras de construcción de botadero de desmontes.

12.2 COSTO PRESUPUESTADO PARA LA CONSTRUCCION DEL BOTADERO DE DESMONTES

La inversión que realizara la empresa para ejecutar la construcción del botadero de desmontes ha sido estimado en US. \$ 225,784.08 Dólares Americanos.

En el Cuadro N° 13-02 se considera un estimado de los costos referencial de las obras que contempla la construcción del Botadero de Desmontes.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCIÓN

CODIGO	NOMBRE DE LA PARTIDA	UNIDAD	SEMANAS	MES1				MES2				MES3				MES6
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	24
01.00.00 TRABAJOS PRELIMINARES Y TEMPORALES																
01.01.00	Movilización y desmovilización	gbl	1	█												
01.02.00	Cartel de Obra	und	1	█												
01.03.00	Colocacion de Puntos de Control Geodesico	und	1	█												
02.00.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS																
02.01.00 Habilitación del área del suelo de cimentación																
02.01.01	Corte de material de desbroce e=0.30 m	m3	4		█	█	█	█								
02.01.02	Eliminación y transporte de material excedente (l = 1.0 km)	m3-km	2			█	█									
02.02.00 Corte de material de baja calidad																
02.02.01	Trazo y replanteo	m2	2					█	█							
02.02.02	Excavación en material suelto	m3	3					█	█	█						
02.02.03	Eliminación y transporte de material excedente (l = 1.0 km)	m3-km	2						█	█						
02.03.00 Preparación de la subrasante																
02.03.01	Trazo y replanteo	m2	2								█	█				
02.03.02	Escarificado y compactado	m2	2								█	█				
02.04.00 Relleno estructural																
02.04.01	Transporte de material para relleno	m3-km	2									█	█			
02.04.02	Colocación, extensión y compactación (e = 0.30 m)	m3	2									█	█			
02.05.00 Capa de Impermeabilización																
02.05.01	Trazo y Replanteo	m2	2										█	█		
02.05.02	Transporte de material para relleno impermeabilizante	m3-km	1										█			
02.05.03	Extensión y compactado	m2	2										█	█		
03.00.00 SISTEMAS DE DRENAJE																
03.01.00 Dren Frances																
03.01.01	Excavación en terreno normal para zanja o canal	m3	1											█		
03.01.02	Relleno con material de préstamo (Grava)	m3	2											█	█	
03.01.03	Suministro y colocacion de geotextil	m2	1												█	
03.01.00 Canal de coronacion																
03.01.01	Trazo y Replanteo	m	1											█		
03.01.02	Excavación en material suelto	m3	1												█	
03.01.03	Concreto f'c 175 kg/cm2	m3	2												█	█
03.01.04	Encofrado y desencofrado	m2	2												█	█
03.01.05	Acero de refuerzo	kg	2												█	█

COSTO PRESUPUESTADO PARA LA CONSTRUCCIÓN

COSTO ESTIMADO PARA LA CONSTRUCCION DE BOTADERO DE DESMONTE																
PRESUPUESTO	CONSTRUCCION DE BOTADERO DE DESMONTE															
UBICACIÓN	PICHITA-SAN RAMON-LA MERCED-JUNIN															
FECHA PRES.BASE																
PROPIETARIO	CMCHSA															
CODIGO	NOMBRE DE LA PARTIDA	UNIDAD	COSTO	SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES Y TEMPORALES		8,571.83	1	8,571.83											
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS															
02.01.00	Habilitación del área del suelo de cimentación		75,016.79	4		18,754.20	18,754.20	18,754.20	18,754.20							
02.02.00	Corte de material de baja calidad		124,959.52	3					41,653.17	41,653.17	41,653.17					
02.03.00	Preparación de la subrasante		40,165.26	2								20,082.63	20,082.63			
02.04.00	Relleno estructural		130,062.58	2								65,031.29	65,031.29			
02.05.00	Capa de Impermeabilización		60,749.24	2									30,374.62	30,374.62		
03.00.00	SISTEMAS DE DRENAJE															
03.01.00	Dren Frances		14,772.99	2										7,386.50	7,386.50	
03.01.00	Canal de coronacion		81,908.06	3										27,302.69	27,302.69	27,302.69
	COSTO DIRECTO		536,206.26		8,571.83	18,754.20	18,754.20	18,754.20	60,407.37	41,653.17	41,653.17	85,113.92	115,488.54	65,063.80	34,689.18	27,302.69
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (15%)		80,430.94		1,285.77	2,813.13	2,813.13	2,813.13	9,061.11	6,247.98	6,247.98	12,767.09	17,323.28	9,759.57	5,203.38	4,095.40
	SUB TOTAL		616,637.20		9,857.60	21,567.33	21,567.33	21,567.33	69,468.47	47,901.15	47,901.15	97,881.01	132,811.82	74,823.37	39,892.56	31,398.09
	I.G.V. (19%)		117,161.07		1,872.94	4,097.79	4,097.79	4,097.79	13,199.01	9,101.22	9,101.22	18,597.39	25,234.25	14,216.44	7,579.59	5,965.64
	TOTAL PRESUPUESTO (S/. Nuevo Soles)	S/.	733,798.27		11,730.55	25,665.12	25,665.12	25,665.12	82,667.48	57,002.37	57,002.37	116,478.40	158,046.07	89,039.81	47,472.14	37,363.73
	TOTAL PRESUPUESTO (US\$/ Dolares Americanos)	US\$	225,784.08		3,609.40	7,896.96	7,896.96	7,896.96	25,436.15	17,539.19	17,539.19	35,839.51	48,629.56	27,396.87	14,606.81	11,496.53

CONCLUSIONES

- El botadero de desmontes se encuentra ubicada en la subcuenca del río Casca este río presenta un flujo de aguas de manera constante, el caudal promedio de este río es de 320 L/s, la que están comprendidas dentro de la cuenca del río Oxabamba que confluyen con el río Tulumayo para dar lugar al río Chanchamayo y en su recorrido toma el nombre de Perené, conformante de la red hidrográfica del Océano Atlántico.
- El área de emplazamiento del botadero de desmontes está ubicada en una zona de mediana sismicidad (Zona 2) de acuerdo a la zonificación sísmica del Perú, realizada por el Instituto Geofísico del Perú. Según el mapa sísmico del Perú y los registros históricos, el sismo más fuerte ocurrido en el área tuvo una intensidad de VII en la Escala Modificada de Mercalli.
- Se ha realizado el balance hídrico para el área de influencia del botadero, los cálculos hidrológicos para periodos de recurrencia de eventos máximos para el diseño correspondiente.
- En el área del botadero e desmontes construirán canales perimetrales de coronación que permiten captar y derivar las aguas de escorrentía. También se construirá un sistema de subdrenaje para evacuar y drenar las aguas de las precipitaciones pluviales que caen directamente en el área del botadero y las aguas subterráneas.
- Se ha realizado un programa de exploraciones geotécnicas de campo para conocer las propiedades físico-mecánicas más importantes de la cimentación y el material de desmonte que será almacenado. Así mismo durante la evaluación de campo se determinara las propiedades y características del desmonte o suelo *in-situ* mediante sondajes de Penetración Dinámica (DPL), también se realizo excavaciones de calicatas.
- Durante las evaluaciones de campo no se ha registrado la presencia de agua lo que demuestra que el nivel freático se encuentra ausente.
- Para el análisis de estabilidad física del talud proyectado del botadero de desmonte en condición seudoestático se considera un valor de aceleración básica de diseño de horizontal de 1/2 de Aceleración Máxima del Terreno ó sea 0.14 g como el valor de la aceleración básica de diseño.

- Teniendo en cuenta la ejecución de las obras el talud proyectado, la morfología del botadero, los parámetros de evaluación geotécnica de campo y los resultados del análisis de laboratorio y con apoyo del programa de cómputo PCSTABL5M mediante la corrida se ha determinado un factor de seguridad aceptable en condiciones estáticas y pseudoestáticas.
- Concluida la evaluación geotécnica y ambiental del área propuesto para la construcción del botadero de desmontes se ha diseñado los criterios de construcción determinándose un área disponible de 1.42 Hectáreas aprovechables para una capacidad de almacenamiento de 190,200 TM con vida útil de 4 años teniendo en cuenta que la relación mineral-desmonte será de a 1 á 1 de acuerdo al diseño de los bancos y ritmo de explotación.
- La inversión que realizara la empresa para ejecutar la construcción del botadero de desmontes ha sido estimado en US. \$ 225,784.08 Dólares Americanos.

RECOMENDACIONES

- Para construir la base de cimentación del depósito de desmontes se excavara y removerá todo el material orgánico; suelo blando, suelo húmedo o saturado, luego se compactara la capa de material arcilloso existente para impermeabilizar la cimentación del botadero.; así mismo se instalara un sistema de drenaje y subdrenaje que permitirá manejar las aguas superficiales y la probable presencia de aguas subterráneas, cabe indicar que durante la evaluación geotécnica no se ha detectado la presencia de aguas subterráneas.
- Durante la construcción del depósito se instalarán los puntos de monitoreos tales como la instalación de inclinómetros, piezómetros, puntos de control geodésico y puntos de control topográfico los puntos estratégicos serán establecidos por consultor.
- Debe realizarse el monitoreo topográfico del botadero de desmontes mediante un sistema de mediciones ha hitos topográficos monumentado en puntos estratégicos del botadero a partir de un punto geodésico de primer orden, a los hitos de control topográfico ubicado en el botadero de desmontes.

REFERENCIAS

- MEM-DGAA. (1997). "Manejo de Relaves Mineros". Guía Ambiental de Minería – Volumen VII.
- MEM-DGAA (1998). "Estabilidad de Taludes de Depósitos de Residuos Sólidos Provenientes de Actividades Mineras". Guía Ambiental de Minería – Volumen XVI.
- Parra D. y Alva J. (1990). Evaluación del Potencial de Licuación de Suelos en Chimbote. Memorias del VIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Piura. Perú.
- Ponce, V. M. Engineering Hydrology, Principles and practices; Prentice Hall, New Jersey, 1989.
- Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1971). Simplified Procedures for Evaluating Soil Liquefaction Potential, Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 97, No. SM9, pp.1249-1273.
- Seed, H.B., Tokimatsu, K., Harder L. F., and Chung, R. M. (1984). The Influence of SPT Procedures in Soil Liquefaction Resistance Evaluations, Report No. EERC 84-15, University of California, Berkeley.
- Seed, H.B. and Harder, L. F. (1990). SPT-Based Analysis of Cyclic Pore Pressure Generation and Undrained Residual Strength, Proc., H.
- Bolton Seed Memorial Symp., J. M. Duncan (Ed.), University of California, Berkeley, California, Vol. 2, pp 351-376.
- Stark, T.D. and Mesri. G. (1992). Undrained Shear Strength of Liquefied Sands for Stability Analysis, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, 118(11), 1727-1747.
- Stark, T.D. and Olson. S.M. (1995). Liquefaction Resistance Using CPT and Field Case Histories, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, 121(12), 856-869.
- USACE, Engineer Manual EM-1110-2-1417, Flood Runoff Analysis; US Corp of Engineers, 1994.
- USACE, Engineer Manual EM-1110-2-2901, Tunnels And Shafts In Rock; US Corp of Engineers, 1997.
- USBR; Design of Small Canal Structures; Denver, 1978.
- USBR; Design of Small Dams, 3rd ed.; Denver, 1978.