

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA**  
**MINERA Y METALURGICA**



**ESTUDIO GEOLOGICO - GEOTECNICO PARA LA**  
**SELECCION DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA**  
**TINGO - CHACAYBAMBA - UCHUBAMBA**

**PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRIC CHIMAY**  
**PROV. DE JAUJA - DPTO. JUNIN**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO GEOLOGO**

**GRACIELA GONZALES PACHECO**

**AGOSTO 1996**

A MIS QUERIDOS PADRES,  
A MIS HIJOS Y MUY ESPE-  
CIALMENTE A CARLOS AN-  
TONIO POR EL APOYO  
BRINDADO.

"ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTECNICO PARA LA SELECCIÓN DE LA  
VARIANTE DE LA CARRETERA TINGO-CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA"

PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA CHIMAY  
PROV. DE JAUJA - DPTO. JUNIN

I N D I C E

1.- RESUMEN.

2.- GENERALIDADES.

2.1 ANTECEDENTES.

2.2 INTRODUCCIÓN.

2.2.1 Ubicación, Clima y Accesos.

2.2.2 Referencias Anteriores.

2.2.3 Agradecimientos.

2.3 OBJETIVOS Y ALCANCES.

2.4 CONCEPCIÓN DEL ESTUDIO

2.4.1 Conceptos Teóricos.

2.4.2 Metodología de Trabajo.

2.4.3 Investigaciones Efectuadas.

3.- GEOLOGÍA REGIONAL DEL ÁREA.

3.1 GEOMORFOLOGÍA.

3.2 AFLORAMIENTOS ROCOSOS.

3.3 SUELOS.

3.4 ESTRUCTURAS Y MARCO TECTÓNICO.

3.5 GEODINÁMICA EXTERNA.

4.- DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS.

4.1 VARIANTE "MONOBAMBA".

4.1.1 Objetivos.

4.1.2 Condiciones Geológico-Geotécnicos Prelimi-  
nares.

4.1.3 Condiciones Ingenieríles.

4.2 VARIANTE "LOS ANGELES".

4.2.1 Objetivos.

4.2.2 Condiciones Geológico-Geotécnicos Prelimi-  
nares.

4.2.3 Condiciones Ingenieríles.

4.3 VARIANTE "CHIMAY".

4.3.1 Objetivos.

4.3.2 Condiciones Geológico-Geotécnicos Prelimi-  
nares.

4.3.3 Condiciones Ingenieríles.

- 4.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS.
  - 4.4.1 Parámetro Sociales.
  - 4.4.2 Parámetros Geológicos-Geotécnicos.
  - 4.4.3 Parámetros Constructivos y de Mantenimiento.
  - 4.4.4 Parámetros Económicos.
  - 4.4.5 Selección de la Variante.

## 5.- ESTUDIO GEOTECNICO DEL TRAZO SELECCIONADO.

- 5.1 LEVANTAMIENTO DEL TRAZO DE LA RASANTE POLIGONAL Y SECCIONES.
- 5.2 CONDICIONES GEOTECNICAS DE LA SUB RASANTE.
- 5.3 ESTABILIDAD DE TALUDES..
  - 5.3.1 Condiciones de Estabilidad de Taludes en Suelo.
  - 5.3.1 Condiciones de Estabilidad de Taludes en Roca.
- 5.4 SECCIONES TÍPICAS DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD.
- 5.6 OBRAS DE ARTE.
  - 5.6.1 Puentes y Pontones.
  - 5.6.2 Badenes y Losas.
  - 5.6.3 Cunetas y Obras de Drenaje.
- 5.7 MATERIALES PARA AFIRMADO.
- 5.8 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y DE DISEÑO FINAL.

## 6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 6.1 ASPECTOS GEOTECNICOS.
- 6.2 ASPECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 6.3 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

## 7.- ANEXOS.

- 7.1 BIBLIOGRAFÍA Y ESTUDIOS ANTERIORES.
- 7.2 PLANOS.
  - 7.2.1 Plano de Reconocimiento Geológico de las variantes 1/10,000.
  - 7.2.2 Plano Geológico-Geotécnico de la variante CHIMAY 1/5,000.
  - 7.2.3 Planos de Planta y Perfil longitudinal.
  - 7.2.4 Secciones transversales.

## 1. RESUMEN.

La presente Tesis para obtener el título profesional de "Ingeniero Geólogo", trata sobre el uso que se requieren de las ciencias geológicas en la Industria de la Construcción Civil, especialmente en los proyectos para la ejecución de carreteras de segundo orden ó vías secundarias a poblaciones pequeñas.

Estos trabajos consistieron como **primer capítulo**, en el reconocimiento geológico de las diferentes alternativas planteadas de acceso a las localidades de Chacaybamba y Uchubamba (Variante "Monobamba", Variante "Los Angeles" y Variante "Chimay"); que reemplazarían a la vía existente que será afectada por las obras del Proyecto de la Central Hidroeléctrica Chimay y posteriormente el estudio geológico-geotécnico definitivo de la alternativa seleccionada, la cual fue la "Variante Chimay".

En el **segundo capítulo** denominado "Generalidades", se indican los Antecedentes, Objetivos y Alcances de ésta Tesis; y su relación con el Proyecto Hidroeléctrico, definiendo además las condiciones geográficas del área; climatológicas y de accesibilidad para culminar con una descripción de los conceptos teórico y la metodología que se aplicaron.

El **tercer capítulo** "Geología Regional del Area", comprende los rasgos geológicos más importantes en la zona de trabajo y su incidencia en las diferentes alternativas de acceso, las cuales influirán en la selección de la alternativa aparte de los parámetros constructivos y socio-económicos.

Como **cuarto capítulo** se tiene "Descripción de las Variantes", en los cuales se describe los objetivos, condiciones geológico-geotécnico y condiciones ingenieriles de cada variante, complementándolo con un cuadro comparativo en el que se muestra las ventajas y desventajas de cada una; incluyendo todos los parámetros antes mencionados.

El **quinto capítulo** comprende el estudio geotécnico detallado de la Variante "Chimay" que incluye: la Topografía, Diseño Preliminar del Trazo, Secciones Transversales, Condiciones de Estabilidad de Taludes en Suelo y Roca, Estudio de Canteras; Recomendaciones para los diseños. Las Obras de Arte y las Obras de Seguridad, se encuentran en el capítulo sexto.

En las **Conclusiones y Recomendaciones** se resalta los aspectos geotécnicos más importantes, así como su influencia en los aspectos de diseño y construcción de la obra vial; incluyendo condiciones futuras de mantenimiento, y la relación de esta vía en el desarrollo integral de esta Area del País, que se incrementará notablemente con la ejecución de la Central Hidroeléctrica "Chimay".

Por último ésta Tesis es acompañado con los resultados de los Trabajos de Investigación de Detalle (Mecánica de Roca, Mecánicas de Suelo, Estudio de Discontinuidades) e Información Fotográfica, las que se incluirán en los items respectivos; los Planos Geológicos-Geotécnicos y la Bibliografía utilizada se incluyen en el capítulo séptimo de "Anexos".

## 2. GENERALIDADES.

### 2.1 ANTECEDENTES.

La Compañía Eléctrica del Perené (PERENE); subsidiaria de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A. (SIMSA), se encuentra elaborando varios estudios para el aprovechamiento hidroenergético en el Dpto. de Junín, en base a la Ley de privatización del servicio y generación eléctrica dado por el presente gobierno.

Entre sus diversos estudios que PERENE viene desarrollando, está el de la Central Hidroeléctrica "Chimay"; que aprovecha las aguas del río Tulumayo a la altura de la localidad del mismo nombre, y que consta de un reservorio para 40' millones de metros cúbicos, Presa de 50.0 mts. de altura, Túnel Aductor de 3.0 Km. de longitud y 12.0 mts. de sección, Conducto Forzado en subterráneo de 90.0 mts. verticales y 120.0 mts. horizontales; Casa de Máquinas en Superficie, las Obras Subterráneas serán excavados íntegramente en granitos competentes.

La construcción de estas obras, especialmente la Presa y el Reservorio afectaran la Carretera de acceso que une a las localidades de Chacaybamba y Uchubamba con la ciudad de San Ramón en un tramo de 8.0 a 10.0 Km., para lo cuál se requirió de un estudio preliminar para seleccionar posibles variantes, considerando los parámetros geológico-geotécnicos, constructivos y socio-económicos; y luego realizar el Estudio geológico-geotécnico de detalle de la variante seleccionada.

Estos estudios son la base de ésta Tesis, y fueron autorizados para su presentación y sustentación en la Escuela de Geología de la Universidad Nacional de Ingeniería, por la Compañía Eléctrica del Perené S.A.

## 2.2 INTRODUCCION.

El acceso actual a las localidades de Chacaybamba y Uchubamba desde la ciudad de San Ramón, va a lo largo del río Tulumayo, presentando un ramal hacia la localidad de Monobamba a partir de la localidad de Tingo (30.0 km.), (Desembocadura del río Monobamba en el río Tulumayo).

En la nacimiento del río Tulumayo (Km.40+500-40+-670), (Confluencia de los ríos Chacaybamba, Comas, Uchubamba y Marancocha), este acceso se divide en dos ramales; uno hacia Chacaybamba (3.0 Km.), y el otro hasta Uchubamba (10.0 Km.).

Los últimos 500.0 mts. antes de la bifurcación, el primer kilómetro del ramal a Chacaybamba y los 3.0 primeros kilómetros del ramal a Uchubamba quedarán debajo del nivel del espejo de agua del reservorio proyectado, por lo que se requiere definir el acceso que reemplazaría los tramos afectados. Las tres alternativas que se propusieron y que se denominaron son: a) Variante "Monobamba", b) Variante "Los Angeles", c) Variante "Chimay"

La Variante "Monobamba" se iniciará a partir de la localidad de Monobamba a continuación del ramal a ésta localidad, continuará hacia la localidad de Callas, mejorando el acceso de 1.5 Km. existente, y luego subiría hasta la divisoria de aguas de la Qda. Coleman y la Qda. Chacaybamba, para después pasar por la localidad de Chacaybamba, aprovechando el acceso existente hasta cruzar el río Huampuyo, continuando por la divisoria de aguas de las cuencas Huampuyo y Uchubamba; de esta divisoria empalmaría con el ramal existente a la localidad de Uchubamba en la progresiva 5+650 Km., continuando por este acceso hasta Uchubamba.

La Variante "Los Angeles" se iniciaría en la

localidad del mismo nombre, ubicado en la progresiva 34+300 del acceso actual, mediante desarrollos se elevará 400.0 mts. en los primeros 4.50 Km. de esta variante, continuando con una gradiente horizontal hasta empalmar con el acceso a Chacaybamba en la progresiva 0+500 de este ramal; para llegar a la localidad de Chacaybamba, para ir a Uchubamba se utilizaría el trazo que cruza el río Huampuyo, que es el mismo de la variante anterior.

La Variante "Chimay" es la más corta y se inicia en la progresiva 38+550 del acceso actual, con una gradiente de 8% hasta pasar por el eje de presa proyectado de 50.0 mts. de altura; luego continúa horizontal hasta la progresiva 0+500 del ramal a Chacaybamba, pasando a la margen derecha de esta Qda. para continuar en forma horizontal y paralela al ramal actual a Uchubamba; pero 50.0 mts. más alta. Esta variante se enlaza con el ramal a Uchubamba en la progresiva 3+200.

### **2.2.1. Ubicación, Clima y Accesos.**

El área de estudio se halla ubicado en la región central del País, políticamente corresponde al distrito de Monobamba, provincia de Jauja, departamento de Junín (Fig. 1); geográficamente pertenece a las estribaciones occidentales de los andes orientales, está delimitada por las coordenadas: 8°751,000 a 8°737,000 Norte y 452,000 a 474,000, Este y 1,200 a 2,200 m.s.n.m.

El clima es cálido, húmedo y lluvioso, con temperaturas máximas de 34°C y mínimas de 10°C, la precipitación media es de 1,500 milímetros anuales, siendo el mayor aporte en los meses de Diciembre a Marzo y menor en los meses restantes; la humedad varía de 55% al 100%, con valores medios de 75%, presenta una topografía moderada con pendientes de 30° a 40° promedio, así como zonas encañonadas con pendientes entre 60° a 70° y muy poco desarrollo de terrazas.

La principal vía de acceso es la carretera asfaltada Lima-La Oroya-Tarma-San Ramón (295.0 Km.), y luego la carretera afirmada de San Ramón-Mina San Vicente-Tingo-Uchubamba de 51.0 Km. (Fig.2). En la localidad de Uchubamba se tiene un aeropuerto para avionetas, que actualmente no está en servicio.

### **2.2.2. Referencias Anteriores.**

Existe una amplia información geológica regional en la zona de estudio de las tres alternativas, siendo las publicaciones más resaltantes las siguientes:

- "Le Batholite de San Ramón, Cordillera Orientale du Pérou Central" (1,977), elaborado por Capdeville R., Megard F., Paredes J.

- "Geología de los Andes Orientales del Perú Central" (1951), boletín 21 de la Sociedad Geológica del Perú".
- The Pariahuanca Earthquakes, Huancayo-Perú; July-October 1969". Recent crustal movements. Royal Soc. New Zealand. bull 9, elaborado por Deza E.
- Etude Geologique de la Fenille de Jauja en 1:100,000 (Andes Du Pérou Central 1972), elaborado por Paredes J.
- Estudio Geológico de los Andes del Perú Central (1,979), Boletín Nº de Ingeniería, F. Megard.
- Estudio Geológico-Geotécnico a nivel de Prefactibilidad de la Central Hidroeléctrica CHIMAY (Río Tulumayo). Cía. Eléctrica del Perené - Octubre 1,994.
- Estudio Geológico-Geotécnico complementario de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico CHIMAY. Cía. Eléctrica del Perené - Noviembre 1,995.

A MIS QUERIDOS PADRES,  
A MIS HIJOS Y MUY ESPE-  
CIALMENTE A CARLOS AN-  
TONIO POR EL APOYO  
BRINDADO.

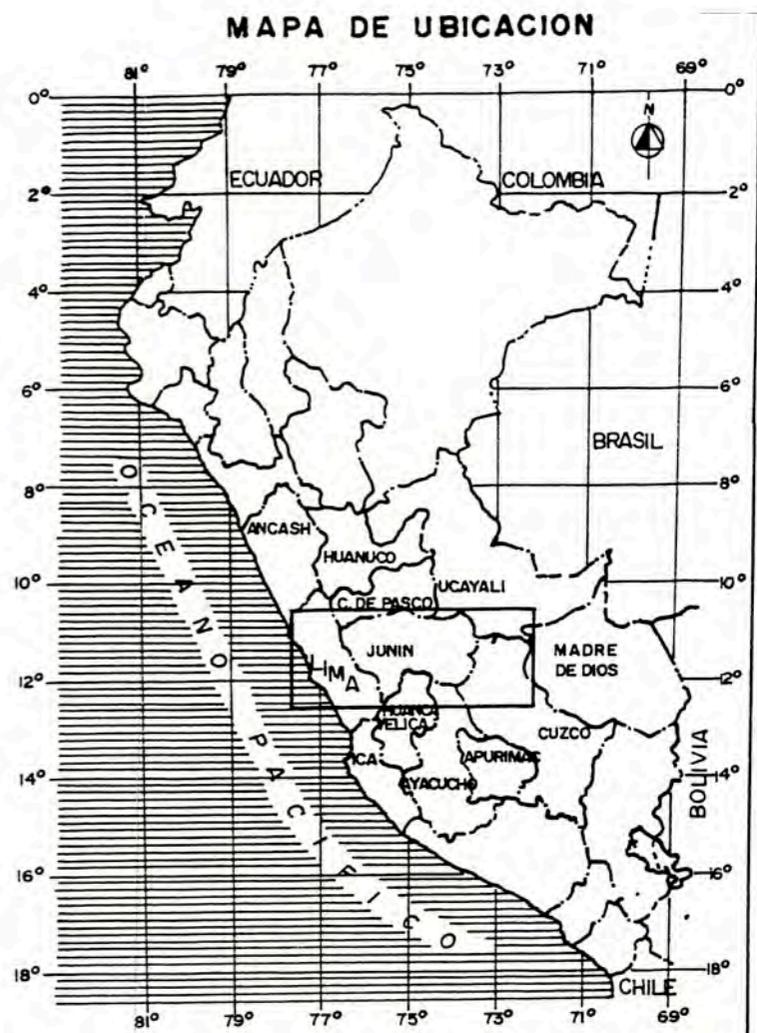
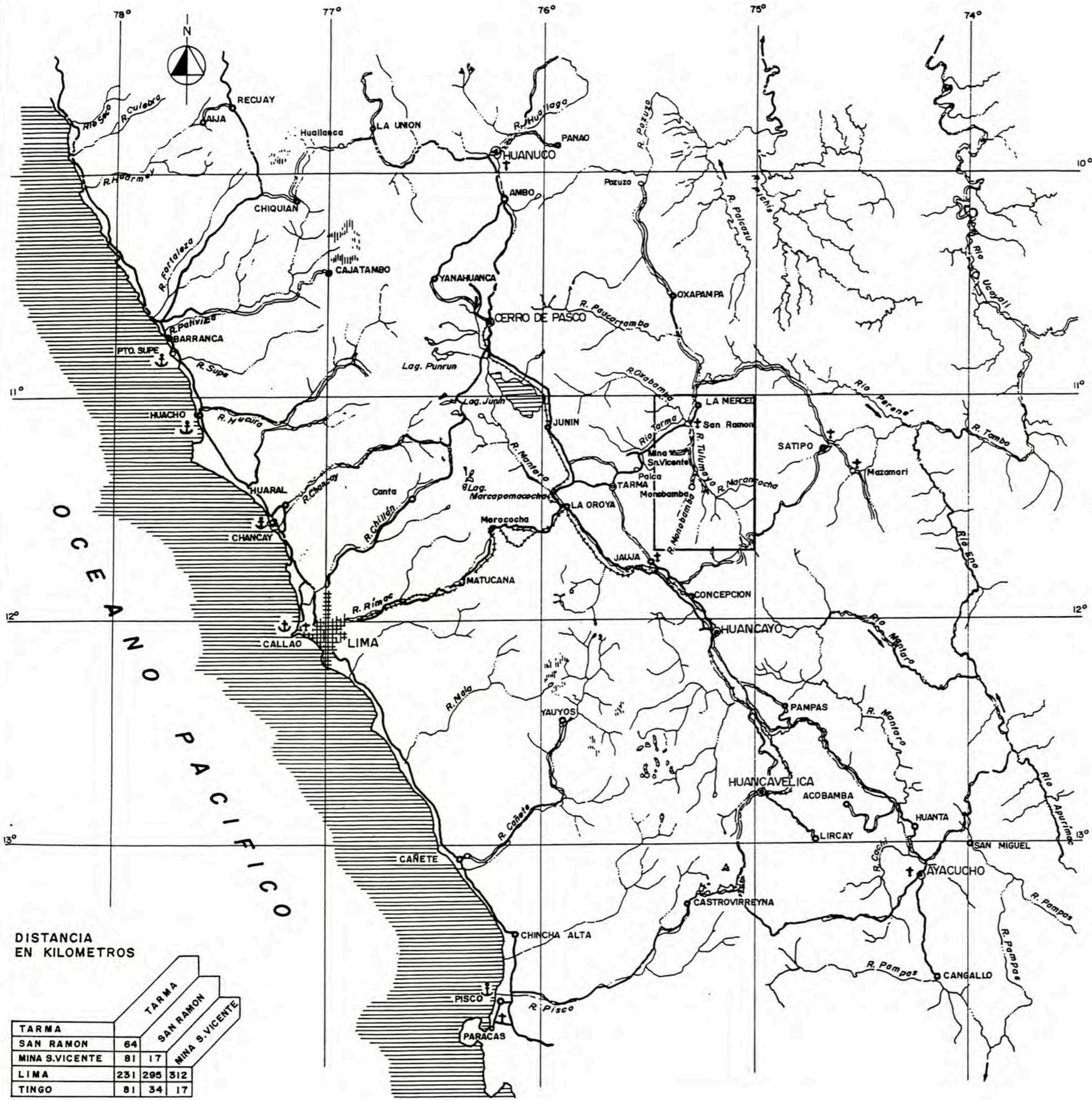
### **2.2.3. Agradecimientos.**

Deseo agradecer a la "Cía. Minera San Ignacio de Morococha S.A." y a la "Cía. Eléctrica del Perené S.A.", por haberme brindado la oportunidad de realizar mi tesis en el Proyecto Central Hidroeléctrica Chimay, ya que durante mi estadía en el estudio de este Proyecto me brindaron todas las facilidades del caso.

También quiero agradecer a todas aquellas personas que colaboraron con la elaboración del presente estudio y especialmente a mis asesores Dr. Pablo Vidal Taype e Ing° José Martínez Talledo.

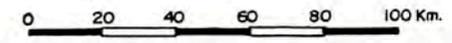
Un agradecimiento especial a mi Alma Mater, la Universidad Nacional de Ingeniería y muy en especial a la Escuela de Ingeniería Geológica por acogerme en sus aulas y por enseñarme las Ciencias Geológicas.





**LEYENDA**

- CAPITAL DE ESTADO
- CAPITAL DE DEPARTAMENTO
- CAPITAL DE PROVINCIA Y DISTRITO
- CARRETERA PRINCIPAL PAVIMENTADA
- CARRETERA SECUNDARIA AFIRMADA
- FERROCARRIL
- AEROPUERTO INTERNACIONAL
- AEROPUERTO SECUNDARIO O PISTA
- PUERTO PRINCIPAL
- PUERTO SECUNDARIO



**DISTANCIA EN KILOMETROS**

		TARMA		
TARMA				
SAN RAMON	64			
MINA S.VICENTE	81	17		
LIMA	231	295	312	
TINGO	81	34	17	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA  
 ESCUELA DE GEOLOGIA

PLANO: UBICACION GENERAL

TESIS DE TITULO PROFESIONAL FIGURA N°

**GRACIELA GONZALES PACHECO**

REFERENCIA: EST. DE FACTIBILIDAD C. H. YANANGO (SIMSA - PERENE)	DIBUJO: A. C. G.	ESCALA: 1/2000,000	FECHA: ABR, 1, 996	<b>2</b>
--	---------------------	-----------------------	-----------------------	----------

### 2.3 OBJETIVOS Y ALCANCES.

Los objetivos de estos trabajos comprenden dos aspectos fundamentales:

El primer objetivo es desde el punto de vista académico y comprendería lo siguiente:

- a) Cumplir con las exigencias necesarias para la obtención del título profesional de Ingeniero Geólogo.
- b) Servir como una fuente de información, y orientación en los trabajos relacionados con la aplicación de los conocimientos geológicos en obras de infraestructura vial.

El segundo objetivo es el de satisfacer los requerimientos del Proyecto, de Accesos a la Central Hidroeléctrica en lo referente a la influencia de las condiciones geológicas geotécnicas del área en cada una de las variantes, cuyos alcances serían:

- Reconocimiento de las condiciones geológicas del área.
- Determinación de las condiciones geológicas-geotécnicas generales de las variantes.
- Selección de la alternativa de menor riesgo geológico-geotécnico.
- Selección de canteras para materiales de préstamo.
- Recomendaciones para la conservación del acceso seleccionado.

## 2.4 CONCEPCION DEL ESTUDIO.

### 2.4.1 Conceptos Teóricos.

Para detallar los conceptos que se han tomado en cuenta desde el punto de la Ingeniería Geológica en el presente estudio, es oportuno conocer la definición actualizada de esta ciencia de la Ingeniería, y que han sido clasificadas por la UNESCO como parte de la Geología.

"El fin de la Ingeniería Geológica es el de asegurar que los factores geológicos, básicos y condicionantes a las obras de ingeniería, y el medio ambiente sean tenidos en cuenta e interpretarlos correctamente; para lo cual se requiere del estudio de los materiales y los procesos geológicos en función de su comportamiento ante las actividades constructivas y extractivas, su relación con el medio ambiente y la prevención de los riesgos geológicos".

En la construcción de una carretera, el objetivo principal es la construcción de su plataforma; para lo cual se deberá ejecutar movimientos de tierra, ya sea como cortes o rellenos, los que crearán un desequilibrio de las condiciones naturales, y a su vez afectarán a la obra a construirse; estos problemas que se presentan, principalmente son:

- a) Asentamientos en la subrasante (Suelos).
- b) Inestabilidad en los taludes de corte (Suelos y Roca).
- c) Aceleración de ambos problemas por la presencia de agua (superficial y subterránea).

Los criterios geológicos que nos darán una evaluación de la posible presencia de estos problemas, y el grado de la intensidad de los mismos a lo largo del trazo de acceso serán:

- a) Condiciones geomorfológicas, mediante la cual se analizará la evolución del relieve, sus procesos de erosión, sistemas de drenajes, y reconocer las zonas inestables activas, sus mecanismos de evolución y su aceleración con los cortes.
- b) Condiciones litológicas y estratigráficas, se apreciarán las condiciones de los suelos y rocas, su procedencia, grados de cohesión y fricción interna, alteración, fracturamiento y consistencia.
- c) Condiciones Hidrogeológicas, las que determinarán la actividad de las aguas de escorrentía superficial y de las aguas subterráneas, sus zonas de infiltración, zonas de surgencia, y su influencia en la evolución geomorfológica y en las condiciones del suelo y roca.
- d) Estructuras y tectónica; que nos permitirá reconocer la ocurrencia de fallas, pliegues y fracturas en el área y su incidencia en el trazo de acceso, así como también la ocurrencia de sismos y su intensidad.

Con todos estos criterios se zonificará las áreas inestables activas, sus mecanismos de evolución, su aceleración con los cortes para la construcción de la plataforma, dimensionamiento; y determinar posibles medidas de control, minimización y seguridad.

Estos elementos constituyen el Modelo Geológico Básico, complementado con investigaciones de campo y conceptos de Mecánica de Rocas y de Suelos para elaborar el Modelo Geológico Definitivo o Geomecánico de un determinado estudio.

#### **2.4.2 Metodología del Trabajo.**

El desarrollo del presente estudio es un procedimiento generalizado para determinar el Modelo Geomecanico o Geológico Definitivo, incluyendo básicamente las siguientes etapas:

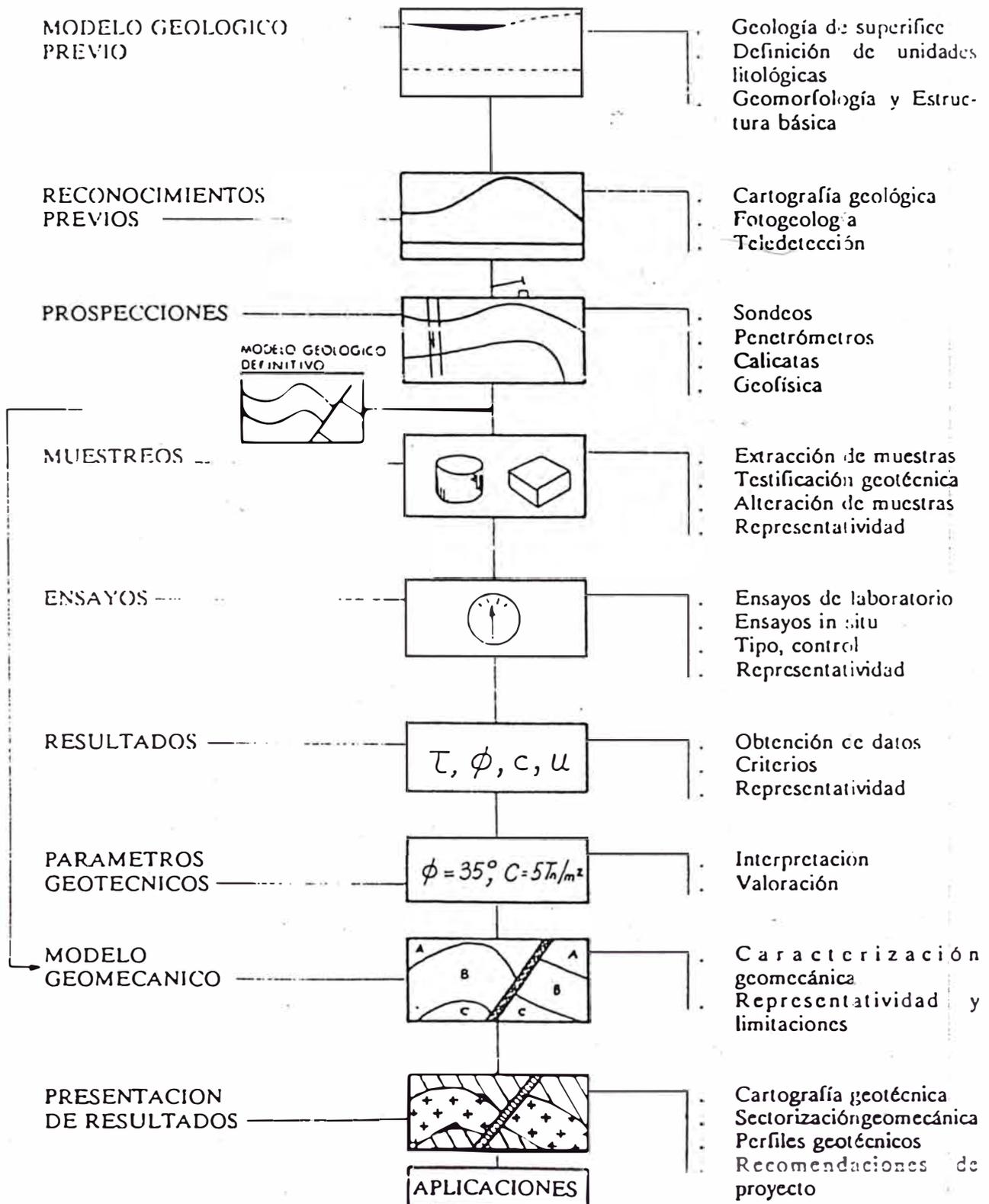
- a) Evaluación de la información existente, incluyendo la fotointerpretación.
- b) Reconocimiento de campo para verificar la información de la fotointerpretación, programar los mapeos de detalle, localizar los puntos y tipos de prospecciones (calicatas, trincheras), y ubicar las estaciones de mediciones de las discontinuidades.
- c) Muestreo y Descripción de Calicatas; Mapeo de Detalle y Ejecución de Líneas de Detalle.
- d) Ensayos de laboratorio y recopilación de datos (Mecánica de Suelos, Carga Puntual y Petográficos).
- e) Interpretación de resultados y determinación de Parámetros Geotécnicos.
- f) Elaboración del Modelo Geomecanico.
- g) Presentación de Resultados.  
(ver Fig. N003).

#### **2.4.3 Investigaciones Efectuadas.**

Con el objetivo de conocer las características y condiciones del subsuelo se excavaron 13 Calicatas de las dimensiones siguientes: 2.00 mts. de largo, 1.00 mt. de ancho y 1.50 mts. de profundidad, correspondiendo a depósitos coluviales y suelos residuales; formados por la meteorización física y química de las rocas ígneas, granito granodiorita, ubicadas en el pie del talud a lo

FIGURA 3

PROCEDIMIENTO EN LAS INVESTIGACIONES IN SITU Y RECONOCIMIENTOS DE CAMPO (FASE GENERAL)



largo del trazo de carretera.

Once (11) muestras fueron sometidas al Análisis Granulométrico, dando como resultado suelos de gravas pobremente graduadas, y arenas limosas algunas hasta con 20% de finos; los resultados correspondientes se muestran en los registros de calicatas y en las hojas de Análisis Granulométricos respectivos.

Veintitres (23) muestras de rocas fueron sometidas al Ensayo de Carga Puntual, con la finalidad de conocer su resistencia a la compresión, variando esta de 039 Mpa. a 262 Mpa.; una muestra fue sometida al ensayo de Carga Puntual, ensayo Triaxial y ensayo Brasilerero; y a otra se le realizó el Estudio Petrográfico y Petrológico. Los resultados obtenidos se muestran en el ítem correspondiente.

Igualmente con el fin de evaluar la estabilidad de los taludes rocosos se establecieron cinco Estaciones de Mediciones de Discontinuidades, anotando las características de éstas, como son: la orientación y longitud de las discontinuidad, tipo de terminación, tipo de discontinuidad, separación de la abertura, tipo de relleno, tipo de rugosidad y tipo de ondulación.

### 3. GEOLOGÍA REGIONAL DEL AREA

#### 3.1 GEOMORFOLOGIA.

Los rasgos del relieve del área de estudio está controlada principalmente por las diferentes litologías existentes, las mismas que presentan resistencia muy variada a los procesos erosivos.

Se observan relieves que van de plano a muy suave y de fuerte a abrupto; las primeras están relacionadas con la presencia de cuatro terrazas principales:

- a) Terraza de la Cabecera del Tulumayo.
- b) Terraza de Chacaybamba.
- c) Terraza de Uchubamba.
- d) Terraza de Monobamba.

La Terraza de la Cabecera del Tulumayo, es esencialmente aluvial, formado por la unión de los ríos Marancocha, Comas, Uchubamba y Chacaybamba; con una pendiente de 3° a 5°, y cubierta en los bordes por coluvios.

La Terraza Chacaybamba, es esencialmente una terraza coluvial formada por varias etapas de deslizamientos, que en la cercanía a la confluencia con el río Tulumayo, se estrangulan por la presencia de un cañón labrado en rocas graníticas, las diferentes etapas de acumulación le dan un aspecto de un circo por las escalinatas que presenta, su gradiente es de 10° a 15°; los materiales proceden de las formaciones no diferenciados del Paleozóico Inferior y del Grupo Mitu. (*Foto N° 1*).



**FOTO Nº 1:** Vista de la Terraza Chacaybamba, formada por la acumulación de deslizamientos antiguos, Variante de Carretera Monobamba; progresivas 4+500 - 11+000, observándose tramo de la carretera actual a Chacaybamba (A) y un Deslizamiento de Suelo Residual (B), Afloramientos Graníticos (C), Afloramientos Grupo Mitu (D) y Afloramientos Grupo Pucará (E).

La Terraza Uchubamba, tiene forma muy alargada y presenta dos niveles de terrazas aluviales con una cobertura coluvial de mayor espesor por erosión del grupo Mitu, igualmente a la anterior se estrangula cerca a la confluencia al encañonarse el río en la roca granítica; su pendiente es de 5° a 10°.

La Terraza Monobamba, es una mezcla de coluvio y aluvio en la desembocadura de las quebradas Callas, Coleman y Piñón en el río Monobamba, formada por aportes de deslizamiento y depósitos de río.

Todas las Terrazas con excepción de la cabecera del río Tulumayo, están labrados en rocas sedimentarias débiles del paleozóico y se estrangulan al llegar al granito "La Merced", formando cañones muy abruptos con pendiente de 60° a 70°, con alturas promedio de 50.0 a 100.0 mts.; sobre estos el relieve disminuye a una pendiente promedio de 30° a 45°, y en las crestas es suave a moderada.

El relieve de moderado a abrupto corresponden a los afloramientos rocosos y a los suelos.

En las laderas donde afloran las rocas más débiles, las pendientes varían de 25° a 35°, ( Grupo Mitu y rocas del Paleozóico inferior), cubiertos por suelos residuales y coluviales, aumentando bruscamente al entrar en contacto con las calizas que presentan laderas de pendientes fuertes a abruptas.

El drenaje principal lo constituye el río Tulumayo-

yo que tiene una orientación N30°W, con gradiente promedio de 3°, el sistema de drenaje es dentrítico a subrectángular; este último en las rocas intrusivas, controlado por sistemas de discontinuidades muy persistentes.

La morfología de las crestas es moderadamente ondulante, característico de relieve laborado en rocas intrusivas fracturadas y de grano grueso, por efecto del intemperismo (meteorización esférica).

Se observa una fuerte infiltración de agua a lo largo de los sistemas de agrietamiento en los suelos, y en las fracturas abiertas de las rocas; esto se ha determinado por la presencia de zonas de oxidación en la roca granítica alterada a profundidades variadas, relacionadas con fracturas, y surgencias de agua en las bases de las terrazas; la presencia de estas aguas originan movimientos superficiales (Creeping) en Chacaybamba, deslizamientos en Monobamba y derrumbes en rocas graníticas.

### **3.2 AFLORAMIENTOS ROCOSOS.**

Existe un contacto muy definido de las rocas sedimentarias con las intrusivas que tiene un rumbo N20° a 40°W, subparalelo al curso del río Tulumayo, localizándose hacia el SW a los Grupos sedimentarios no diferenciados del Paleozóico inferior, Mitu del Permiano superior y Pucará del Triásico superior-Jurásico inferior; hacia el NE aflora el granito "La Merced" del Paleozóico

inferior.

La descripción litológica de cada uno de ellos se dan a continuación:

**Grupo no diferenciado del Paleozóico Inferior.**

Se le localiza en el tramo intermedio de la quebrada de Chacaybamba y en los tramos finales de las quebradas Piñón y Coleman, se encuentra en contacto con las rocas intrusivas probablemente por efectos de una gran estructura regional y cubiertas por afloramientos del Grupo Mitu.

Su litología consiste en intercalaciones de filitas y esquistos micáceos con pizaras oscuras, areniscas y capas de diferente espesor de calizas nodulares, los colores oscuros de deben a la presencia de materia orgánica y un ambiente de reducción durante su deposición; se encuentran muy fracturadas y alteradas, con Rumbo N/20°W y Buzamiento 30° a 40°SW.

Su edad se ha correlacionado por el tipo de litología y por encontrarse subyacente al Grupo Mitu.

**Grupo Mitu.**

Aflora con dirección de sur a norte, ubicándose en el tramo intermedio del río Uchubamba, en la Qda. Huampuyo, partes altas de las Qdas. Chacaybamba, Coleman y en la desembocadura de la Qda. Piñón en el río Monobamba.

Consiste en una secuencia caracterizada por presentar conglomerados cementados en la base y sobre éste intercalaciones de material tufáceo o arcilloso de color rojizo (Area de Piñón)

intercalado con areniscas rojizas y areniscas cuarzosas blanquecinas; éstas areniscas hacia la parte intermedia están intercaladas con lutitas y lodolitas rojas, las cuales predominan hacia el techo del grupo con la presencia de capas de yeso, los espesores en las partes bajas son gruesas a medianas, siendo las capas de lutitas delgadas, los bancos de yeso tienen espesores de 1.0 a 3.0 mts.; el rumbo promedio es N20° a 40°W y su buzamiento de 20° a 45°SW, las lutitas intercaladas con areniscas se encuentran muy fracturadas y alteradas.

Se encuentra sobreyaciendo a los sedimentos no diferenciados del paleozóico inferior o al granito "La Merced" ó infrayaciendo al grupo Pucará, por lo que se le da una edad permiana superior (Newell, 1,953).

#### **Grupo Pucará.**

Se ubica en el extremo SW del área mapeada en las cumbres de las elevaciones, como un sombrero sobreyaciendo en discordancia erosional al grupo Mitu, por lo que se le asigna una edad Triásica superior-Jurásico inferior.

Está formado por calizas dolomíticas, dolomitas, calizas shertosas y calizas micríticas en bancos de 0.2 a 3.0 mts.; su color es gris a negruzco y gris blanquecino las dolomitas, contienen intercalaciones de brechas intraformacionales de lutitas, lodolitas y areniscas en parte cineríticas; en la parte inferior se nota a veces la presencia de yeso, presenta algunos horizontes de tufos volcánicos y diques andesíticos.

Los macizos caliza-dolomíticas son duras, fracturadas y presentan buzamientos bajos  $20^{\circ}$  a  $30^{\circ}$ , con rumbo N-S a  $N30^{\circ}W$ , se observa actividad karstica moderada y pequeñas áreas mineralizadas.

### Rocas Intrusivas del granito "La Merced"

Aflora en los ríos Comas, Marancocha, Tulumayo y los tramos de confluencia de los ríos Uchubamba y Chacaybamba.

Batolito de San Ramón, caracterizado por tener una coloración rosácea por el alto contenido de ortosa, conociéndose también como granito rojo, tiene grano grueso y su composición promedio es la siguiente:

Cuarzo (30%), ortosa (35%), plagioclasas (27%) y ferromagnesianos (8%), su edad corresponde al Paleozóico superior.

Dentro del cuerpo del intrusivo se observa stock de granodiorita o granitos con mayor cantidad de plagioclasas de color blanquecino y grano medio, éstas características están relacionados con un mayor fracturamiento pero menor alteración en relación con el granito rojo.

La roca es muy competente, con R.Q.D. promedio de 70% a 80% ligeramente a moderadamente alterada, salvo tramos afectados por zonas de falla y presencia de aguas subterráneas que han originado mayor fracturamiento y alteración, encontrándose tramos de roca fácilmente disgregable con la mano.

Se presenta diques de microdiorita y andesita

porfirítica de grano fino a afanítico, coloración gris verdosa, muy competentes, fracturados y ligeramente alterado, sus dimensiones varían de espesores máximos de 10.0 mts. y mínimos del orden de algunos centímetros, se encuentran relleno de zonas de mayor debilidad del intrusivo; así mismo se han observado xenolitos de rocas anfibolíticas y gnéisicas en el cuerpo del intrusivo de pequeñas dimensiones.

### **3.3 SUELOS.**

Se ha identificado los siguientes tipos de suelos de acuerdo al agente de transporte cuyas características y localización predominante se describe a continuación:

- Suelos Aluviales.
- Suelos Coluviales.
- Suelos Residuales.

Indicando así mismo que existen interdigitaciones e intercalaciones de estos tipos de suelos entre sí, pero que su comportamiento mecánico es similar de acuerdo a su procedencia.

#### **Suelos Aluviales.**

(Q-al (g,a,b)) (Leyenda utilizada en los planos que indica la edad, procedencia y granulometría típica del tipo de suelo).

Se caracterizan por ser transportados por corriente de agua superficial (depósito de ríos o quebradas), tienen una granulometría consistente en 30% a 40% de piedra o bolonería, 20% a 30% de grava y 40% a 50% de arena; las formas de los

bolones y gravas son subredondeadas a subangulosas y con un 70% procedentes de rocas intrusivas, 20% de rocas volcánicas y 10% de rocas metamórficas y sedimentarias: las arenas son angulosas a subangulosas y proceden en parte de los suelos residuales lavados por las aguas de escorrentía superficial, son predominantemente cuarzosas.

Estos depósitos son muy permeables, fricciantes, poco densos y se encuentran húmedos. se disgregan con la mano. se encuentran en las terrazas de los ríos Comas y Uchubamba, inclusive se observan algunas terrazas colgadas que indican la profundización del valle, los cantos rodados o gravas se encuentran orientados por lo que se diferencian de otros depósitos; así mismo se encuentran capas con predominio de arena que indica tanto el comportamiento estacional de la crecida y descenso del caudal, como las variaciones del canal dentro del cauce del río.

#### Suelos Coluviales.

(Q-Co (g,a,f)) (Leyenda utilizada en los planos que indica la edad, procedencia, granulometría y plasticidad de los materiales finos de este tipo de suelo).

Se caracterizan por ser transportados por la gravedad y corrientes de agua superficial, en cortos desplazamientos, por lo que sus materiales gruesos son subangulosos a angulosos y presentan hasta un 30% de bloques mayores de 0.5 m<sup>3</sup>, piedra o bolonería entre 30% y 40%, grava 20% y 30%, arenas de 20% a 30% y finos limosos poco plásticos de 5% a

20%, con variaciones en escombreras con un 90% de grava, piedra y bloques.

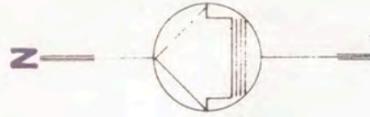
Se ubican entre las terrazas aluviales y las laderas con afloramientos rocosos, o en las laderas de las quebradas, su mayor desarrollo se localiza en el río Uchubamba, presentando heterogeneidad, tanto vertical como horizontal; en su granulometría estos suelos son de mayor densidad que los aluviales, se disgregan con dificultad con la mano, ligeramente plástico y húmedos.

Los suelos coluviales procedentes de las rocas sedimentarias paleozóicas presentan menor porcentaje de bloques (10% a 15%), y mayor porcentaje de finos plásticos a muy plásticos (30% a 40%); que son los que le otorgan las características de su comportamiento a estos suelos, y se localizan en Uchubamba, Huampuyo, Chacaybamba y Monobamba.

#### **Suelos Residuales.**

(Q-re (a,g,f)) (Leyenda utilizada en los planos que indica la edad, procedencia y granulometría de este tipo de suelo).

Se caracteriza por proceder de la alteración de la roca madre, en el caso de proceder del intrusivo granítico, se concentran en las crestas redondeadas y en las zonas de pendiente suave a ligeras, retenidos por la escasa vegetación que crece en forma natural, su espesor es de algunos centímetros hasta cerca de dos metros, consisten predominantemente en gravas y arenas gruesas subangulosas a angulosas, con un alto porcentaje de cuarzo y en menor proporción de feldespatos y



470-E

460-E

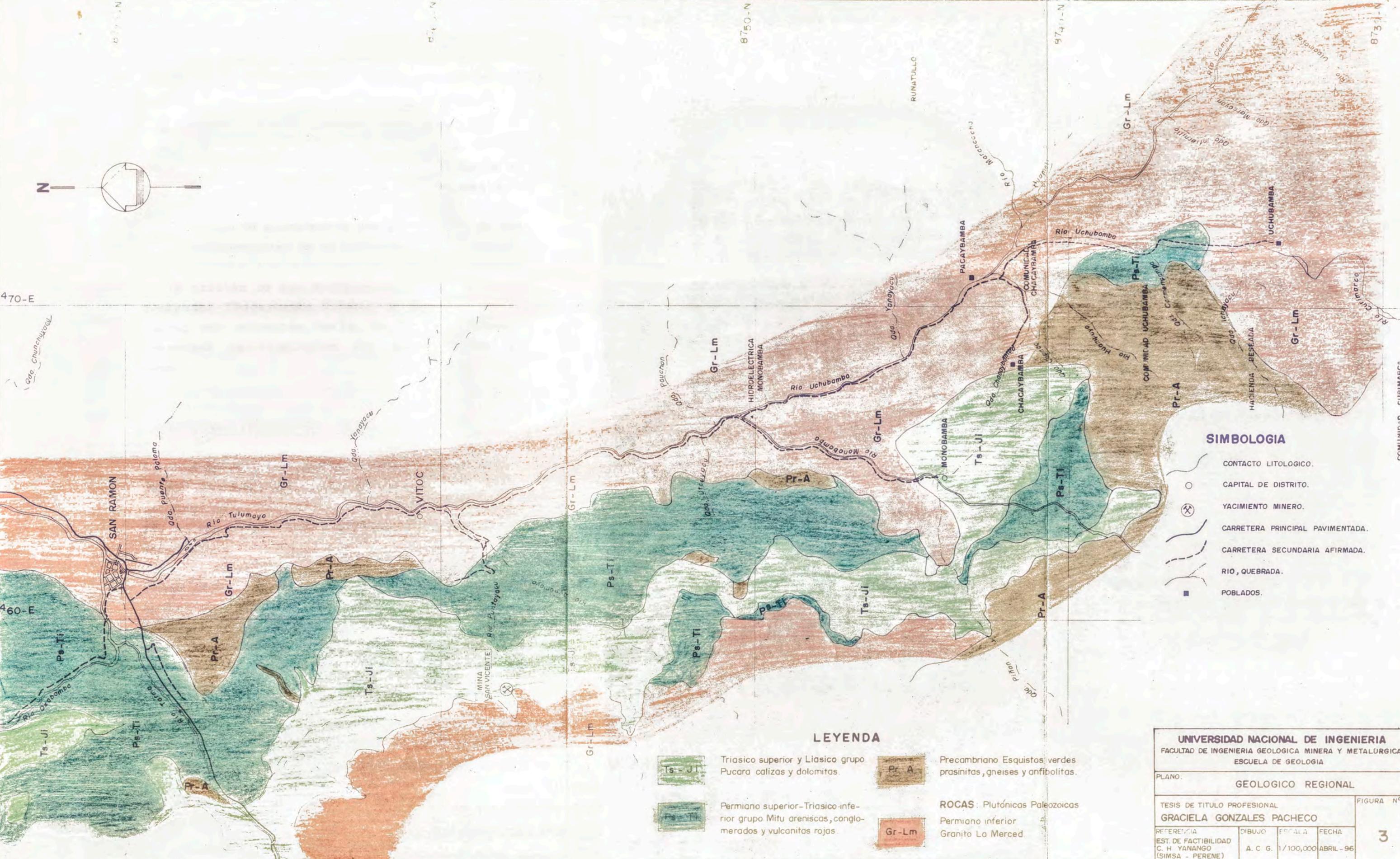
8750-N

8750-N

8750-N

8740-N

8730-N



**SIMBOLOGIA**

- CONTACTO LITOLÓGICO.
- CAPITAL DE DISTRITO.
- YACIMIENTO MINERO.
- CARRETERA PRINCIPAL PAVIMENTADA.
- CARRETERA SECUNDARIA AFIRMADA.
- RIO, QUEBRADA.
- POBLADOS.

**LEYENDA**

- Triasico superior y Liásico grupo Pucara calizas y dolomitas.
- Permiano superior-Triasico inferior grupo Mitu areniscas, conglomerados y vulcanitas rojas.
- Precambriano Esquistos verdes prasinitas, gneises y anfibolitas.
- ROCAS:** Plutónicas Paleozoicas Permiano inferior Granito La Merced

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA			
ESCUELA DE GEOLOGIA			
PLANO: <b>GEOLOGICO REGIONAL</b>			FIGURA N°
TESIS DE TITULO PROFESIONAL			
<b>GRACIELA GONZALES PACHECO</b>			
REFERENCIA	DIBUJO	ESCALA	FECHA
EST. DE FACTIBILIDAD C. H. YANANGO (SIMSA - PERENE)	A. C. G.	1/100,000	ABRIL - 96
			<b>3</b>

COMUNIDAD CURIMARCA

algo de micas, son fácilmente lavadas por las aguas de escorrentía superficial, su distribución es amplia, pero de espesores mínimos; se encuentran cubiertos por una mezcla de materia orgánica y arena, debajo de este suelo residual la roca se encuentra muy a extremadamente alterada hasta un espesor promedio de 2.0 a 3.0 mts. como máximo.

En los casos de procedencia por alteración de las rocas sedimentarias es principalmente arcillosa, muy plásticas, blandas y cohesivas, y se localiza en la crestas de las divisorias de aguas de las quebradas Chacaybamba-Coleman y Huampuyo-Uchubamba; sus espesores varían de 2.0 a 5.0 mts., presentan agrietamientos por donde filtra el agua.

### **3.4 ESTRUCTURAS GEOLOGICAS Y MARCO TECTONICO.**

El área del proyecto probablemente esté controlado por una mega estructura de dirección N30°W, a lo largo de la cual el granito "La Merced" intruyó a las capas sedimentarias del paleozóico inferior.

Estas capas sedimentarias pertenecen a un gran homoclinal alineado subparalelo a esta megaestructura y que presentan variaciones o plegamientos locales por deformaciones de los diferentes tipos de rocas debido a sus competencias, el buzamiento general varía de 20° a 40° al SW.

En la zona de afloramiento de granito "La Merced", se ha definido tres tipos de discontinuidades que se presentan con mayor frecuencia y son

más persistentes, las cuales en algunos tramos presenta desplazamiento de rocas, comportándose como fallas y en otros como sistemas de fractura. La diferencia entre ambas es la presencia de estrias en las paredes de la discontinuidad cuando estas no se han alterado o han sido intruídos por diques andesíticos o microdioríticos, sus orientaciones son las siguientes:

NS / Sub vertical.

NWW / Sub vertical.

EW / Sub vertical.

Estas discontinuidades tiene) relación con los esfuerzos de compresión que han afectado los Andes Centrales, y cuya dirección es EW a NWW, originando fallas tensionales y compresivas en los macizos rocosos. Así mismo, se han definido tres sistemas de discontinuidades de menor frecuencia y muy locales, que se presentan en algunas áreas del proyecto y cuyas orientaciones son:

NNW / Sub horizontal.

NNW / 40°-60°SO

NNW / Sub vertical.

La primera discontinuidad se presenta como falla de sobreescurrimiento y/o inversa de bajo ángulo, y las otras dos se debe a fracturas de relajamiento a lo largo de fracturas preexistentes originados por la rápida profundización del valle debido al levantamiento andino.

En general, los sistemas de discontinuidades están espaciados y controlan el sistema de drenaje, con excepción de la zona de falla N60°W/80°-SW, que se ubica en la Prog.37+500 Km., de la carretera de acceso actual y cruza el río Tuluma

yo. tendría un tramo de corte de 10.0 a 20.0 mts.; las fallas no presentan actividad cuaternaria.

En los estudios para el proyecto de la C.H. CHIMAY, se deberá incluir el estudio de sismicidad para el diseño de las diferentes estructuras, para lo cual se estableció el marco tectónico que definirá este estudio y que es tomado en cuenta también para los accesos, ya que la actividad sísmica afectará también a esta obra en forma directa en los tramos más susceptibles. Estas consideraciones han sido:

a) La actividad tectónica cuaternaria se manifiesta en las fallas activas de la cordillera Blanca, cordillera de Quiches, y la cordillera de Huaytapallana que se reactivaron en los respectivos sismos ocurridos.

b) La sismicidad histórica del Perú Central está asociado a tres dominios tectónicos principales:

- La interfase poco profunda de Subducción (zona de subducción costera), con sismos de empuje Este.

- La losa profunda subducida perteneciente a la placa de Nazca, bajo el Perú Central y los Andes (zona de subducción oriental con sismos en la interfase poco profunda y magnitud 8) en la placa (más profundas).

- La corteza superficial de la placa Sudamericana del Perú (zona cortical Este) con

fallas inversas y sismos de hasta 7.3 m/s  
(15-50 Km. de profundidad).

c) Ocurrencia de sismos en la región, diferenciándolos en su intensidad, magnitud y área de influencia.

Según Keefer (1,984), las condiciones geológicas que parecen más susceptibles a ser afectadas por deslizamientos, inducidos por sismos, incluyen rocas intemperizadas poco cementadas y muy fracturadas; rocas más competentes, con prominentes o frecuentes discontinuidades, arenas coluviales o residuales, suelos volcánicos con arcilla sensitiva, loes, suelos cementados y aluviones granulares. Se aplicará este criterio en el acceso seleccionado.

Así mismo, menciona que pocos deslizamientos inducidos han reactivado deslizamiento antiguos, y la mayoría ocurre en materiales que no se han deslizado o fallado previamente.

En la *Tabla Nº1*, se reproducen las características pertinentes de los deslizamientos inducidos por sismos (según Keefer), incluyendo el mínimo sismo, capaz de iniciar tipos específicos de deslizamientos, el área afectada por sismos de intensidad específica, y la máxima distancia a la zona de desplazamiento por falla de ciertos tipos específicos, dependiendo de la topografía del terreno ya que en zonas escarpadas se produce por lo general una amplificación de las ondas sísmicas.

**TABLA Nº 1: CARACTERISTICAS DE DESLIZAMIENTO CAUSADOS POR SISMOS**

MAGNITUD DEL SISMO	AREA AFECTADA POR DESLIZAMIENTOS CAUSADOS POR SISMO Km <sup>2</sup> .	DISTANCIA PARA CAUSAR DESLIZAMIENTO (Km.)		SISMO MINIMO PARA CAUSAR TIPO DE DESLIZAMIENTO.
		DERRUMBE ROTURA	DESLIZAMIENTO COHERENTE	
4.0	---	---	---	Derrumbe, deslizamiento de roca, deslizamiento de suelo, deslizamiento por ruptura.
4.5	---	---	---	Hundimiento de suelo, deslizamiento del terreno en bloque.
5.0	75	---	---	Hundimiento de rocas, deslizamiento rocoso en bloque.
5.5	250	---	---	-----
6.0	1,100	60	30	Avalancha rocosa.
6.5	5,000	---	---	Avalancha de suelo.
7.0	13,000	150	120	-----
8.0	120,000	250	250	-----
9.0	450,000	400	400	-----

### 3.5 GEODINAMICA EXTERNA.

Los procesos de geodinámica externa están controlados por los rasgos morfológicos, climáticos, litológicos y estructurales que predominan en la zona y que producen derrumbes, huaycos, deslizamientos y asentamientos; cuya ocurrencia caracterizado por presencia de desgarres en las laderas (ya sea en suelo o en roca), zonas de corte en la continuidad de la vegetación, presencia de escombreras y agrietamientos superficiales en suelos. Estos fenómenos afectan directamente las carreteras, por lo que, su reconocimiento, descripción, mecanismos de evolución y dimensionamiento son fundamentales en este tipo de estudio.

Se han identificado cuatro tipos de movimiento de masas en el área del proyecto:

- a) Deslizamiento en rocas sedimentarias con laderas de 30° a 40°, y buzamiento de estratos a favor de pendiente y fuerte cobertura coluvial.
- b) Derrumbes de roca de diferentes mecanismos de falla (planar, volteo y cuña) en afloramientos graníticos y calcáreos.
- c) Deslizamientos superficiales o reptación de suelos en terrazas, suelos coluviales y residuales muy arcillosos y de suave pendiente.
- d) Huaycos o flujos de lodo y gravas en quebradas, con gradientes muy fuertes y laderas inestables.

El principal deslizamiento denominado "Coleman", se ubica en la Qda. del mismo nombre y es del tipo rotacional regresivo a nivel de roca, controlado por el buzamiento a favor de la pendiente de los estratos y la consistencia de estos (lutitas con areniscas); además de la presencia de yeso, la zona de arranque se ubica en la cota 2,000 m.s.n.m., su pie en la cota 1,400 m.s.n.m., con un ancho afectado de 500.0 mts. promedio, se encuentra en permanente actividad, ya que en la zona de la cresta las paredes rocosas presentan fuerte pendiente y agrietamientos que favorecen la infiltración del agua, probablemente el volumen del material comprendido es de 1'000,000 m<sup>3</sup>.  
(Foto N02)

Se presentan otros deslizamientos de este tipo en los depósitos coluviales y afloramientos de los sedimentos paleozóicos de menor dimensión en la margen izquierda del río Uchubamba, y aguas abajo de la Qda. Coleman.

Los derrumbes de roca son de dimensiones pequeñas a moderadas, y se localizan mayormente en la margen derecha del río Tulumayo, debido a que las discontinuidades más persistentes se inclinan a favor de la pendiente, otro factor de origen es la alteración de la roca de grano grueso por efecto del agua de infiltración en zonas de intersección de fracturas; por lo que se ha desarrollado un análisis de las discontinuidades para evaluar el riesgo en el acceso seleccionado, aunque las zonas inestables la constituya la cobertura coluvial y residual que se desliza a lo largo de los planos de los taludes.

En la margen izquierda de la quebrada de Huampuyo



**FOTO Nº 2:** Deslizamiento Coleman, ubicado debajo de las progresivas 3+800 - 4+600, "Variante Monobamba" en rocas del Grupo Mitu.

(tramo superior), se observa un derrumbe de rocas calcáreas.

Muy cerca a la confluencia de los ríos Chacaybamba y Uchubamba, se ubican los depósitos de huaycos provenientes de la quebrada Chacaybamba; encontrándose rocas del grupo Mitu, del Paleozóico inferior no diferenciado y rocas ígneas del tamaño de gravas y bloques envueltos en una matriz limo-arenosa y de mediana consistencia.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIANTES.

##### 4.1 VARIANTE "MONOBAMBA".

###### 4.1.1 Objetivos.

Los objetivos principales que tiene esta variante son en primer lugar evitar paralizaciones de tránsito de vehículos que vayan hacia los poblados de Chacaybamba y Uchubamba durante la etapa constructiva, por encontrarse este trazo fuera del área de la C.H. CHIMAY; y en segundo lugar el desarrollo integral del distrito de Monobamba al cual pertenecen las localidades de Chacaybamba, Uchubamba y Callas; mediante ésta variante, que partiendo del poblado de Monobamba uniría a éstas localidades pasando en su recorrido por extensas áreas de cultivo, actualmente sin vías de acceso.

###### 4.1.2 Condiciones Geológicas-Geotécnicas Preliminares.

El tramo actualmente construido entre Monobamba y Callas atraviesa depósitos coluviales en su primer kilómetro, hace tres desarrollos excavados parcialmente en rocas paleozóicas (*Foto N03*), y el último kilómetro con una pendiente de 12%; se halla en rocas del Grupo Mitu, debido a esto la carretera es muy arcillosa y plástica cuando llueve, el tramo a construirse será excavado casi en su totalidad a lo largo de afloramientos y suelos coluvio-residuales, procedentes del Grupo Mitu (*Foto N04*), los mismos que presentan una orientación N-S a N20°W con buzamiento de 30°-50° hacia el SW.



**FOTO N<sup>o</sup> 3:** Rocas del Paleozóico inferior, consistente en intercalaciones de pizarras y areniscas de color gris, ubicada entre las progresivas 38+500 - 39+000 de la Carretera Monobamba Callas.

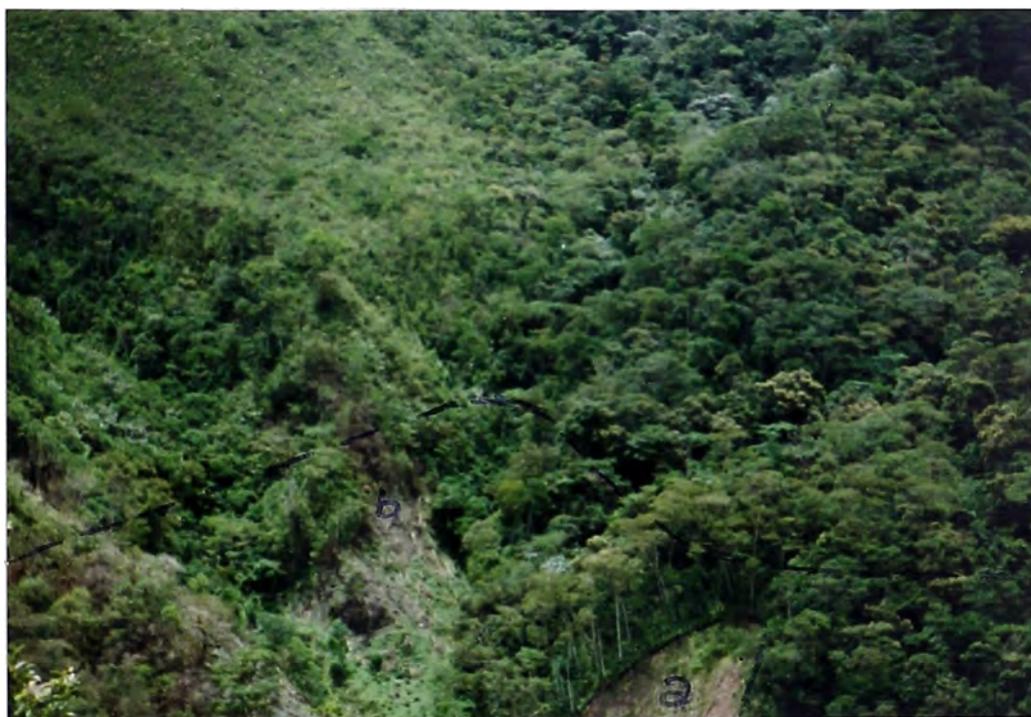


**FOTO N<sup>o</sup> 4:** Variante trazo Monobamba. Progresivas 3+800 - 2+000, en rocas del Grupo Mitu.

Este buzamiento origina que en la ladera derecha del río Monobamba y la Qda. Callas, se presentan deslizamientos ya que la dirección de inclinación del talud coincide con el buzamiento de los estratos.

El principal deslizamiento activo en esta ladera se ubica en la cabecera de la Qda. Coleman, es a nivel de roca y de tipo rotacional regresivo y afecta esta variante entre las progresivas 3+800 a 4+600, aún elevando la gradiente para pasar por encima de la zona de arranque actual, por el mecanismo y evolución de este movimiento el acceso sería afectado, entre las progresivas 4+600 a 8+500. Se observan agrietamientos en suelos residuales arcillosos que afectarían en algunos tramos a este acceso, los que se podrían controlar mediante un buen sistema de drenaje; entre la progresiva 8+500 a 9+500 el trazo se desarrollaría en terrazas coluviales de la Qda. Chacaybamba, de la progresiva 9+500 a 11+000 continúa por el acceso actual que se halla en este mismo material y no se observan problemas de tipo Geológico-Geotécnico.

De la Progresiva 11+000 a 14+400 el acceso se proyectará por la margen izquierda de la Qda. Huampuyo, estando su primer kilómetro apoyado en suelos residuales de origen ígneo y los siguientes en suelo residual y afloramientos del Grupo Mitu, se presentan dos pequeños deslizamientos: el primero entre las progresivas 13+400-13+500 pasando el trazo por la cabecera del mismo, y el segundo en la progresiva 13+800-13+900 y el trazo pasa por la parte media de este deslizamiento. (*Foto N°5*),



**FOTO N<sup>o</sup> 5:** Margen Izquierda de la quebrada Huampuyo, progresivas 13+000 - 14+400 de la Variante Monobamba, la que pasa encima de la cresta del deslizamiento (a) Prog.13+400 - 13+500, y por la parte media del deslizamiento (b) Prog.13+800 - 13+900.

El cruce de la Qda. Huampuyo (Prog. 14+400), presentará problemas por la presencia de derrumbes en rocas calcáreas, aguas arriba del mismo; los cuales afectarán en caso de presentarse, especialmente si ésta Qda. se represará desde las progresivas 14+400 hasta la 16+230 (líneas de cumbre), el trazo está proyectado en la margen derecha de la Qda. Huampuyo; igualmente en suelos residuales y afloramiento del Grupo Mitu presentándose un deslizamiento muy reciente de grandes dimensiones que afectaría el trazo; de la Prog. 16+250 hasta la 19+200, el trazo se desarrollará en la margen izquierda del río Uchubamba sobre suelos residuales y afloramiento del Grupo Mitu, observándose pequeños deslizamientos debajo de la Prog. 17+000 a 17+400 (*Foto N06*), finalmente de la Prg. 19+200 a 20+300 (punto de intersección con la carretera actual a Uchubamba), el trazo se desarrollará en depósitos coluvio-aluviales formados por el cono de deyección de la Qda. Carmen Pampa.

Las condiciones de la subrasante son muy negativas, ya que el tipo de suelo es A-5, A-7 (Suelos Arcillosos muy plásticos, blandos; los cuales deberán permanentemente enripiarse para mejorar su consistencia y su comportamiento.

#### **4.1.3 Condiciones Ingenieriles.**

El trazo actual de Monobamba a Callas presenta un ancho de vía de 3.5 mts., una gradiente promedio de 11% y tres desarrollos con radios de curvatura menores de 10.0 mts.



**FOTO Nº 6:** Un tramo de la Variante Monobamba, progresivas 16+200 - 17+500; ubicado en la ladera izquierda del río Uchubamba, (A) divisoria de Aguas de las cuencas de Huampuyo y Uchubamba.

El trazo proyectado a partir del poblado de Callas entre las Prg. 0+000 a 4+600, presentará una gradiente de 9.0%, el ancho de vía será de 5.0 mts. y tres desarrollos con radio de curvatura de 10.0 mts. en las Prg. 0+300, 1+000 y 2+500.

Las radios mínimos para curvas en cruces de Qdas., serán los anteriormente mencionados.

De la Prg. 4+600 a 9+500 (punto de unión en el acceso actual a Chacaybamba), se mantendrá el mismo ancho de vía y las demás condiciones ingenieriles, presentándose un solo desarrollo en la Prg. 7+650, la gradiente en este tramo es de 7.5 %.

De la Prg. 9+500 a 11+000 la carretera actual tiene 10% de gradiente, siendo el ancho de vía 4.0 mts.

De la Prg. 11+000 a 13+500 el trazo proyectado tiene una gradiente de 8%, y presenta un desarrollo en la Prg. 11+300.

De la Prg. 13+500 a 14+400 (cruce del río Huampuyo) el trazo proyectado tiene una gradiente de 2.5%; en la Prg. 14+400 se ubica el río Huampuyo y en el cruce será necesario un puente de 10.0 mts. de luz.

De la Prg. 14+400 a 16+250 el trazo tiene una gradiente de 9.0%.

Por último, de la Prg. 16+250 a 20+300 el trazo proyectado tendrá una pendiente de 9.0% y tres desarrollos en la Prg. 19+400, 19+700 y 20+000.

Desde la Prg. 0+000 hasta la 20+300 existen veinticuatro pasos de agua que requerirán el uso de alcantarillas, pontones y badenes o puentes para su cruce, asimismo se requerirá también de obras de drenaje como cunetas laterales y cunetas de coronación para el encauzamiento del agua de escorrentía.

## **4.2 VARIANTE "LOS ANGELES".**

### **4.2.1 Objetivos.**

El objetivo principal de esta variante es permitir el acceso por la misma margen de la carretera actual, para el caso en que se considere la construcción de una presa de 100.00 mts. de altura y el desarrollo del área cultivable de la Qda. Huampuyo, que permitirá habilitar esta área para poder reubicar posteriormente a las poblaciones de las localidades que serán afectadas por el embalse.

### **4.2.2 Condiciones Geológicas-Geotécnicas Preliminares.**

Esta variante se inicia en la progresiva 34+400 de la Carretera actual. El tramo comprendido entre la Pgr. 0+000 a 11+500 será desarrollado en un 80% en rocas intrusivas y 20% en suelos coluvio-residuales de poco espesor y extensión. Entre las Prg. 5+800 a 7+500 la roca es un granito rosado de grano grueso, de leve a moderadamente alterado, poco fracturado y duro a muy duro;

presentándose únicamente zonas de derrumbes pequeños en las laderas de las Qdas. profundas que desembocan en el río Tulumayo.

Para la excavación de esta roca se deberá tener en cuenta los sistemas de fracturas, especialmente las fracturas más persistentes y que buzan a favor de la pendiente de acuerdo a la orientación del talud excavado, ya que estos podrían originar deslizamientos planares de dimensiones moderadas a muy grandes, de acuerdo a lo observado en el área. Los deslizamientos en cuña pueden ser más frecuentes, pero de dimensiones pequeñas.

Los suelos coluvio-residuales con espesores menores de 2.00 mts. y pendiente de talud mayores de 40° deberán ser eliminados; debiéndose ejecutar el corte en roca, ya que factores como la precipitación pluvial, tránsito vehicular y la ocurrencia de sismos en la zona originarían el deslizamiento de estos materiales a lo largo del plano de contacto con el macizo rocoso. (*Foto No 7*),

De la Prg. 11+500 a 12+500 el trazo continuará por la carretera actual a Chacaybamba, que está desarrollada parte en roca y parte en suelo coluvial; a partir de la Prg. 11+500 a 21+800, el trazo así proyectado coincide con el trazo proyectado para la Variante de "Monobamba" entre sus Pgr. 11+000 a 20+300 presentando las mismas características geológicas-geotécnicas, anteriormente descritas.



**FOTO Nº 7:** Tramo comprendido entre las progresivas 4+100 - 4+500 de la "Variante Los Angeles"; trazo a media ladera, con afloramientos graníticos y suelos coluvio-residuales de poco espesor, en (A) se observan deslizamientos superficiales.

#### 4.2.3 Condiciones Ingenieriles.

De la Prg. 0+000 a 4+500 el trazo tiene una gradiente promedio de 9.0% y dos desarrollos; uno en la Prg.1+300 y el otro en la Prg.3+000, además aprovechando una zona de suave pendiente se ha proyectado un desarrollo complejo de curva y contracurva en la Prg. 1+400, al igual que la variante anterior, se mantendrán un ancho de vía de 5.0 mts., radio de curvatura de 10.0 mts. y cortes de talud de 4/1 en roca y 1/1 en suelos coluviales.

De la Prg. 4+500 a 6+000 el tramo es horizontal; de la Prg. 6+000 a 6+800, la gradiente promedio será de 9.0%.

De la Prg. 6+800 a 8+000, la gradiente promedio del trazo será de 4.0%.

De la Prg. 8+000 a 9+500, la gradiente promedio del trazo será 7.0%, continuando horizontalmente desde la Prg.9+500 a 10+500.

De la Prg. 10+500 a 11+500 (que es punto de unión con la carretera actual a Chacaybamba) la gradiente promedio del trazo será de 5.0%.

Desde la Prg. 11+500 a 12+500 el trazo corresponde a la carretera actual a Chacaybamba; y presenta una gradiente de 7.5%, y un ancho de vía de 4.0 mts. de la Prg. 12+500 a 21+800, las condiciones ingenieriles de esta variante serán las mismas a las condiciones ingenieriles de la Variante "Monobamba", comprendidos entre las Prg. 11+000 a 20+300 de ésta.

Desde la Prg. 0+000 hasta al 21+800, en el trazo proyectado existen dieciocho pasos de aguas; los que se cruzarán con las mismas obras de arte que se detallan en la Variante "Monobamba".

#### **4.3 VARIANTE "CHIMAY".**

##### **4.3.1 Objetivos.**

Esta variante se proyectó para el caso de ser considerado como altura máxima de presa 50.0 mts., en el proyecto C.H. CHIMAY; además de utilizar en lo máximo posible los accesos existentes lo que reduciría los costos de construcción.

##### **4.3.2 Condiciones Geológico-Geotécnicos Preliminares.**

El trazo se inicia en la Prg. 38+550 del acceso actual, desarrollándose desde la Prg. 0+000 hasta la 0+400 en suelos coluviales; de la Prg. 0+400 a 0+500 aflora roca granítica rosada de grano grueso, de leve a moderadamente alterada, poco fracturada y dura; de la Prg. 0+600 hasta 2+000 se desarrollará principalmente en rocas graníticas con cobertura de poco espesor de suelos residuales, salvo pequeñas terrazas coluviales; así mismo se observan crestas de deslizamiento de suelos residuales superficiales y paredes subverticales en rocas que corresponderían a posibles deslizamientos planares; (Foto N08) entre las Prg. 2+000 a 2+2500, se desarrolla sobre suelos colu



**FOTO N<sup>o</sup> 8:** Deslizamiento de suelos residuales superficiales y paredes subverticales en rocas graníticas, progresivas 1+900 - 2+000

viales y residuales de ladera de gran espesor, a partir de la Prg. 2+500 a 3+000 el trazo se desarrolla en roca, y de la Prg. 3+000 a 3+100 (cruce del río Huampuyo), el trazo sigue por una pequeña terraza coluvio-aluvial; de la Prg. 3+100 hasta la Prg. 6+675, el trazo se desarrolla mayormente en roca y suelo residual de poco espesor (80%), algunos tramos pequeños en terrazas coluvio-residuales y depósitos de moderado espesor (20%).

Los afloramientos rocosos consisten en granito rosado de grano grueso, moderadamente alterados, fracturados y duros; se observan crestas de deslizamientos en suelos superficiales entre las Prgs. 0+950, 4+000, 5+050, 6+280, 6+450.

Estos deslizamientos están controlados por la superficie de contacto suelo-roca, y son activados por la presencia de lluvias, generalmente están asociados con pendiente de terreno mayores de 40°.

El último tramo de este acceso entre las Prgs. 6+675 a 6+775 (intersección con el acceso existente a Uchubamba), se desarrolla en una pequeña terraza coluvial estable.

#### **4.3.3 Condiciones Ingenieriles.**

El acceso en toda su longitud no presenta ningún desarrollo, y todas las curvas de cruce de quebrada se proyectan con un mínimo de 10.0 mts. de radio de curvatura; así mismo los taludes de roca serán de 4:1 y en suelos coluviales 1:1; los

suelos residuales de poco espesor que cubren afloramientos rocosos en laderas con pendientes mayores de 40°, serán totalmente eliminados, la variación de la gradiente del acceso a lo largo del trazo será la siguiente: entre la Prg. 0+000 a la 1+000 es de 9%; de la Prg. 1+000 hasta 5+500, la gradiente será 2%; y de la Prg. 5+500 hasta el final del trazo 6+775, la gradiente será de 1%.

Los sistemas de drenaje consistirán en alcantari-llas para quebradas menores de 2.0 mts., pontones para quebradas entre 2.0 y 5.0 mts., puente para el cruce del río Chacaybamba, badenes para quebradas pequeñas, cunetas de coronación en los tramos que presentan rasgos de deslizamiento superficiales.

Con respecto al mejoramiento de la plataforma especialmente en tramos de corte en roca se utilizará para disminuir el desgaste de las llantas de los vehículos, el material procedente de la Cantera Chimay; la que se ubica en la desembocadura del río Chacaybamba en el río Tulumayo, por presentar gravas y arenas no abra-sivas, así como porcentaje de finos de 10% a 15%.

#### **4.4 ANALISIS COMPARATIVO DE LA VARIANTE.**

Para seleccionar la variante de acceso que debe-ría ser considerada en el Proyecto C. H. CHIMAY se toma en cuenta cuatro parámetros, que fueron los siguientes:

a) Parámetros Sociales.

- b) Parámetros Geológicos-Geotécnicos.
- c) Parámetros Constructivos y de Mantenimiento.
- d) Parámetros Económicos.

#### 4.4.1 Parámetros Sociales.

VARIANTE "MONOBAMBA"	VARIANTE "LOS ANGELES"	VARIANTE "CHIMAY"
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. INTEGRA EN UNA SOLA VIA DE ACCESO A LAS LOCALIDADES DE MONOBAMBA, CALLAS, CHACAYBAMBA Y UCHUBAMBA.</li> <li>2. DESARROLLA LA PRODUCCION AGRICOLA Y GANADERA DEL DISTRITO DE MONOBAMBA.</li> <li>3. CON RESPECTO A LA DISTANCIA A SAN RAMON, LAS LOCALIDADES DE UCHUBAMBA Y CHACAYBAMBA RESULTAN PERJUDICADAS AL AUMENTAR SUS RECORRIDOS CONSIDERABLEMENTE EN COMPARACION CON LA ACTUAL CARRETERA.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PERMITE EL APROVECHAMIENTO AGRICOLA Y GANADERA DEL RIO HUAMPUYO.</li> <li>2. EL RECORRIDO PARA EL POBLADO UCHUBAMBA ES MAYOR QUE EL ACTUAL, PERO MENOR QUE EL DE LA VARIANTE "MONOBAMBA".</li> <li>3. AFECTARA EL TRANSITO A LAS LOCALIDADES DE CHACAYBAMBA Y UCHUBAMBA DURANTE SU CONSTRUCCION.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. NO INCIDE EN NINGUN MEJORAMIENTO SOCIAL.</li> <li>2. SE REQUERIRA DE ACCESOS COMPLEMENTARIOS PARA EL OTORGAMIENTO DE NUEVAS AREAS DE CULTIVO A LOS AFECTADOS POR LAS OBRAS.</li> <li>3. AFECTARA EL TRANSITO A LAS LOCALIDADES DE CHACAYBAMBA Y UCHUBAMBA DURANTE SU CONSTRUCCION.</li> </ol>

#### 4.4.2 Parámetros Geológicos-Geotécnicos.

VARIANTE "MONOBAMBA"	VARIANTE "LOS ANGELES"	VARIANTE "CHIMAY"
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SE PRESENTA GRANDES DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES QUE LO AFECTARAN DIRECTAMENTE.</li> <li>2. LOS 20.3 KMS. DEL TRAZO SE DESARROLLARA LA PLATAFORMA EN SUELOS, MAYORMENTE DE COMPOSICION ARCILLOSA PLASTICA Y BLANDA.</li> <li>3. NO PRESENTA EXCAVACION EN ROCAS DURAS EN NINGUN TRAMO.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. EL PRIMER TRAMO 0.0 AL 11.5 KM. PRESENTA UN 80% DE EXCAVACION EN ROCA DURA.</li> <li>2. EL SEGUNDO TRAMO DE 11.5 A 21.8 KM. SE DESARROLLARA LA PLATAFORMA EN SUELOS BLANDOS Y PLASTICOS.</li> <li>3. SERA AFECTADO EN ESTE SEGUNDO TRAMO POR ALGUNOS DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES EN FORMA DIRECTA.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. LA MAYOR PARTE DEL TRAZO DE 6.8 KM. SERA EXCAVADO EN ROCA (70%).</li> <li>2. SOLO SE PRESENTARAN ALGUNOS PEQUEÑOS DESLIZAMIENTOS POR LOS PLANOS DE DISCONTINUIDADES DEL MACIZO ROCOSO.</li> <li>3. NO PRESENTA EXCAVACION EN SUELOS BLANDOS Y PLASTICOS.</li> </ol>

4.4.3 Parámetros Constructivos y de Mantenimiento.

VARIANTE "MONOBAMBA"	VARIANTE "LOS ANGELES"	VARIANTE "CHIMAY"
<p>1. LA EXCAVACION ES MUY RAPI- DA, Y NO SE REQUERIRA VO- LADURAS PARA PREPARAR LA PLATAFORMA.</p> <p>2. SE REQUERIRA DE EXCAVACIONES DE CUNETAS EN PLATA- FORMA Y EN LA CORONACION UN BUEN SISTEMA DE ALCAN- TARILLADO.</p> <p>3. EN LA TOTALIDAD DE LA PLA- TAFORMA SE REQUERIRA DE ENRIPIADO COMO MEJORAMIENT- TO DE LA SUBRASANTE, Y LUEGO UNA CAPA DE AFIRMA- DO.</p> <p>4. SE REQUERIRAN DOS PUENTES.</p> <p>5. MANTENIMIENTO PERMANENTE.</p>	<p>1. EN EL PRIMER TRAMO (0.0 A 11.5) KM.), LA CONS- TRUCCION ES LENTA Y RE- QUIERE DE VOLADURA Y COLOCACION PROBABLE DE ANCLAJES.</p> <p>2. EL SEGUNDO TRAMO (11.5 A 21.8 KM.), ES MAS RAPIDO Y NO REQUERIRA VOLADURA.</p> <p>3. EN ESTE TRAMO SE REQUE- RIRAN EXCAVACIONES PARA CUNETAS DE PLATAFORMA, CORONACION Y BUEN SISTE- MA DE ALCANTARILLADO; IGUALMENTE UN ENRIPIADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE, Y LUEGO AFIRMADO.</p> <p>4. SE REQUERIRAN DOS PUEN- TES.</p> <p>5. EN EL SEGUNDO TRAMO EL MANTENIMIENTO SERA PER- MANENTE. Y EN EL PRIMERO SERÁ MINIMO.</p>	<p>1. LA CONSTRUCCION ES LEN- TA, POR EL ELEVADO USO DE VOLADURA Y PROBABLES ANCLAJES EN ROCA.</p> <p>2. SOLO REQUERIRA DE CAPA DE AFIRMADO.</p> <p>3. SE REQUERIRA ALGUNAS CUNETAS DE CORONACION.</p> <p>4. MANTENIMIENTO MINIMO.</p>

#### 4.4.4 Parámetros Económicos.

VARIANTE "MONOBAMBA"	VARIANTE "LOS ANGELES"	VARIANTE "CHIMAY"
1. COSTOS DE PREPARACION DE PLATAFORMA EN SUELO. \$US 80.00/ml. \$US 1'624,000	1. COSTO DE CONSTRUCCION DE PLATAFORMA EN ROCA. \$US 320.00/ml. \$US 2'944,000	1. COSTO DE CONSTRUCCION EN ROCA. \$US 320.00/ml. \$US 1'523,200
2. COSTOS DE MEJORAMIENTO DE TERRAPLEN. \$US 30.00/ml. \$US 609,000	2. COSTO DE CONSTRUCCION DE PLATAFORMA EN SUELO. \$US 80.00/ml. \$US 1'108,000	2. COSTO DE CONSTRUCCION EN SUELO. \$US 80.00/ml. \$US 163,200
3. COSTOS DE AFIRMADO. \$US 20.00/ml. \$US 406,000	3. COSTO DE AFIRMADO. \$US 10.00/ml. \$US 218,000	3. COSTO DE AFIRMADO. \$US 10.00/ml. \$US 68,000
4. COSTOS DE DRENAJE Y OBRAS DE ARTE (GLOBAL). \$US 300,000	4. COSTO DE DRENAJE Y OBRAS DE ARTE (GLOBAL). \$150,000	4. COSTO DE DRENAJE Y OBRAS DE ARTE (GLOBAL). \$US 80,000
5. COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION. \$US 2'939,000	5. COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION. \$US 4'320,000	5. COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION. \$US 1'834,400
6. COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL. \$US 200,000	6. COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL. \$US 100,000	6. COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL. \$US 50,000

#### 4.4.5 Selección de la Variante.

Salvo el parámetro social en lo referente al desarrollo integral de la zona, en todos los demás parámetros resultó más favorable la Variante "Chimay"; requiriéndose para solucionar el problema de reubicación de áreas de cultivo, con un pequeño acceso hacia el río Huampuyo; a partir del acceso a Chacaybamba de 2.0 Km. de longitud, y a un costo aproximado de \$100.000; la población se instalaría en Chacaybamba, para lo cual el Proyecto considera la habilitación de todo un núcleo urbano.

En base a esta selección se procedió a ejecutar el estudio de detalle del trazo escogido, y que se describe en el siguiente capítulo.

## **5. ESTUDIO GEOTECNICO DEL TRAZO SELECCIONADO.**

De acuerdo a los análisis comparativos del capítulo anterior, el trazo seleccionado para la modificación de acceso actual a las localidades de Chacaybamba y Uchubamba debido a las obras del Proyecto de la Central Hidroeléctrica "CHIMAY" fue la denominada "Variante CHIMAY", cuyas características geomecánicas y geotécnicas se detallan en el presente capítulo.

### **5.1 LEVANTAMIENTO DEL TRAZO DE LA SUB RASANTE, POLIGONAL Y SECCIONES TRANSVERSALES.**

El trazo de la sub rasante o la determinación de su recorrido planimétrico y altimétrico se realizó en base a un plano topográfico (escala 1:5000), en el cual se plantearon algunos trazos preliminares, respetando las condiciones de pendientes y curvatura; indicando eventuales puntos obligatorios de pase escogidos previamente en una visita de campo.

Posteriormente se evaluó las alternativas, haciéndose la elección racional del trazo desde el punto de vista geológico y sobre todo del costo de la obra, el trazo definitivo se desarrolló sobre el terreno siguiendo el trazo pre escogido, para lo cual primero se ejecutó inicialmente una línea de gradiente a lo largo de una trocha peatonal de apoyo, salvo en tramos de fuertes pendientes del talud natural.

posteriormente se enlaza esta línea a la red de triangulación del Proyecto, mediante una poligonal de apoyo, obteniéndose el perfil longitudinal y el trazo de planta; sobre estos Planos el Ingeniero Civil, especialista en carreteras trazará sus curvas verticales y horizontales que dependen de la velocidad directriz, tipo de carretera y volumen del tránsito.

La variación de la línea de gradiente determinada se indica en el cuadro adjunto. (*Cuadro N°5.1*).

Cuadro N°5.1

## GRADIENTE DEL TRAZO DE LA SUB RASANTE

P R O G R E S I V A	G R A D I E N T E
0+000 - 0+100	+ 3.60 %
0+100 - 0+200	+ 9.10 %
0+200 - 0+250	+ 5.60 %
0+250 - 0+500	+ 8.80 %
0+500 - 0+600	- 2.40 %
0+600 - 0+650	+ 6.40 %
0+650 - 0+750	+ 8.60 %
0+750 - 1+030	+ 7.10 %
1+030 - 1+100	+ 3.20 %
1+100 - 1+150	- 2.60 %
1+150 - 1+300	+ 4.60 %
1+300 - 1+450	- 4.20 %
1+450 - 1+550	- 3.00 %
1+550 - 1+960	+ 2.80 %
1+960 - 2+055	- 4.42 %
2+055 - 2+100	+ 8.00 %
2+100 - 2+450	+ 2.20 %
2+450 - 2+490	- 0.50 %
2+490 - 2+540	+ 5.00 %
2+540 - 2+590	+ 8.00 %
2+590 - 2+745	+ 1.74 %
2+745 - 2+825	+ 6.62 %
2+825 - 3+100	- 4.10 %
3+100 - 3+235	+ 4.14 %
3+235 - 3+625	+ 3.48 %
3+625 - 3+770	- 6.20 %
3+770 - 3+968	+ 2.00 %
3+968 - 4+265	+ 1.20 %
4+265 - 4+306	0.00 %
4+306 - 4+482	- 1.00 %
4+482 - 4+740	+ 3.80 %
4+740 - 4+935	+ 2.50 %
4+935 - 5+100	- 3.00 %
5+100 - 5+150	- 1.20 %
5+150 - 5+200	- 5.00 %
5+200 - 5+300	- 3.40 %
5+300 - 5+550	+ 3.40 %
5+550 - 5+600	- 5.60 %
5+600 - 5+650	- 3.00 %
5+650 - 5+695	+ 2.60 %
5+695 - 5+740	+ 1.30 %
5+740 - 6+000	- 5.00 %
6+000 - 6+050	+ 1.80 %
6+050 - 6+280	- 0.30 %
6+280 - 6+680	+ 1.00 %
6+680 - 6+775	- 1.90 %

## 5.2 CONDICIONES GEOTECNICAS DE LA SUB RASANTE.

Para determinar estas condiciones se efectuó el Mapeo geológico-geotécnico a escala 1/5000 a lo largo de una trocha peatonal (*Láminas N°01 y 02*) determinando:

- a) la clasificación geotécnica de los macizos rocosos (grados de alteración, fracturamiento y dureza.
- b) La ubicación de las estaciones de mediciones de líneas de detalle.
- c) Las condiciones de suelo con la ubicación de las calicatas de exploración.
- d) Las principales estructuras geológicas.

Como Investigación de detalle se establecieron:

- a) Estaciones de Mediciones de Discontinuidades donde se midieron las características geomecánicas de estas, como son: Orientación (buzamiento, dirección de buzamiento), tipo, persistencia, abertura, relleno, rugosidad y ondulación; datos que son procesados por los Programas DIPS Y SCANL.
- b) Extracción de muestras de rocas recogidas en diferentes zonas a lo largo del trazo, las que fueron sometidas al ensayo de carga puntual para conocer su resistencia a la compresión, el que se realiza con el equipo de carga puntual se aplica a la muestra un esfuerzo hasta llegar a la rotura, lo que se repite 4 o 5 veces; se hace el promedio de estos valores y se multiplica por un factor de correc

ción obteniéndose la mencionada resistencia estos valores varían de acuerdo al tipo de roca, tamaño del grano, grados de alteración, grado de fracturamiento y estructura interna.

En total se extrayeron 23 muestras que corresponden a granitos de color rosado en varios tonos a color blanco, de grano grueso a fino, fresco a extremadamente alterado, fracturado a muy fracturado, y de resistente a roca suave; variando su resistencia a la compresión de: 39 Mpa. a 262 Mpa., lo que se indica en los *Cuadros Nº I, II y III.*

- c) Excavación, descripción y Muestreo de Calicatas, habiéndose ejecutado, un total de 13 Calicatas con la finalidad de conocer las condiciones del suelo, las muestras se extrajeron en canales en forma corrida de arriba hacia abajo, recogiendo el material en forma continua por presentar un horizonte definido, salvo una calicata (C-VC-CH-07) que tiene 2 horizontes claramente definidos, de la cual se extrayeron 2 muestras.
  
- d) Ensayos granulométricos respectivos;obteniéndose las curvas granulométricas correspondientes y la clasificación de suelos (SUCS) con las características de estos se realizó la clasificación para su empleo en las carreteras y aeropuertos. Se adjuntan la descripción visual de los Registros de Calicatas e igualmente los formatos de los Ensayos Granulométricos , se resumen en los *Cuadros IV, V y VI;* las Condiciones Geotécnicas de la subrasante se detallan en el *Cuadro Nº 5.2.*

Cuadro N° 1

**CARACTERISTICAS GEOTECNICAS Y ENSAYOS DE MECANICA DE ROCAS**

CODIGO MUESTRA	UBICACION	TIPO DE ROCA	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	TIPO DE ENSAYO	RESULTADO DE ENSAYO	CARACTERISTICAS
M - 01	Prog. 5+800	Granito	a2,b2,c2.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 163$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso a medio, los feldespatos se hallan ligeramente alterados y con 2 familias de fracturas cerradas.
M - 02	Prog. 5+770	Granito	a3,b2,c3.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 77$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso a medio, los feldespatos y biotitas, ligeramente alterados y con 3 familias de fracturas cerradas.
M - 03	Prog. 2+010	Granito	a3/a4,b3,c4.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 39$ Mpa.	Granito rosado de grano fino con feldespatos y micas extremadamente alterados.
M - 04	Prog. 2+020	Granito	a2,b2,c1.	Análisis Petrográfico. Carga Puntual.	$\sigma_c = 163$ Mpa. Qz = 32 % Fps = 61 % Maf = 7 % Vacíos = 6 %	Granito rosado de grano grueso a medio, con leve alteración de los feldespatos, con manchas de óxidos, no se observa microfracturas.
M - 05	Prog. 1+990	Granito	a2/a3,b2,c3.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 79$ Mpa.	Granito de grano grueso, las micas y feldespatos moderadamente alterados.
M - 06	Prog. 1+960	Granito	a3,b3,c3.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 72$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso, moderadamente alterado.
M - 07	Prog. 1+930	Granito	a1,b2,c1.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 162$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso, ligeramente alterado.
M - 08	Prog. 1+915	Granito	a2,b2,c2.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 121$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso con vetillas de cuarzo, ligeramente alterado.

Cuadro N° II

**CARACTERISTICAS GEOTECNICAS Y ENSAYOS DE MECANICA DE ROCAS**

CODIGO MUESTRA	UBICACION	TIPO DE ROCA	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	TIPO DE ENSAYO	RESULTADO DE ENSAYO	CARACTERISTICAS
M - 09	Prog. 1+620	Granito	a1/a2,b2,c1.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 255$ Mpa.	Granito blanco de grano fino, levemente alterado.
M - 10	Prog. 1+600	Granito	a2,b2,c2/c3.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 97$ Mpa.	Granito blanco de grano grueso, los feldespatos y micas estan moderadamente alterados.
M - 11	Prog. 1+520	Granito	a2,b2,c2.	Carga Puntual. Ensayo brasilero, Ensayos triaxiales	$\sigma_c = 148$ Mpa. Rt = 5.3 Mpa. Cohesión=26 <sup>a</sup> Mpa. $\phi = 63^\circ$	Granito rosado de grano grueso, levemente alterado.
M - 12	Prog. 1+390	Granito	a1/a2,b3,c1.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 215$ Mpa.	Granito rosado de grano medio, ligeramente alterado.
M - 13	Prog. 1+360	Granito	a2/a3,b2,c3.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 67$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso, medianamente alterado con fracturas cerradas.
M - 14	Prog. 1+340	Granito	a2/a3,b2,c3.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 63$ Mpa.	Granito blanco de grano medio, moderadamente alterado.
M - 15	Prog. 0+680	Granito	a1/a2,b2,c1.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 262$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso, ligeramente alterado con 2 familias de fracturas perpendiculares entre sí.
M - 16	Prog. 0+660	Granito	a1/a2,b2,c1.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 161$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso a medio, con feldespatos y biotitas, ligeramente alterado.

Cuadro N° III

**CARACTERISTICAS GEOTECNICAS Y ENSAYOS DE MECANICA DE ROCAS**

CODIGO MUESTRA	UBICACION	TIPO DE ROCA	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	TIPO DE ENSAYO	RESULTADO DE ENSAYO	CARACTERISTICAS
M - 17	Prog. 0+640	Granito	a2,b2,c1.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 176$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso a medio, ligeramente alterado, con 2 sistemas de fracturas cerradas.
M - 18	Prog. 0+620	Granito	a2,b2,c2.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 126$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso a medio, ligeramente alterado, con 3 sistemas de fracturas cerradas.
M - 19	Prog. 0+590	Granito	a2,b2,c2.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 154$ Mpa.	Granito rosado de grano grueso a medio, ligeramente alterado, con sistemas de fracturas cerradas.
M - 20	Prog. 0+160	Granito	a2,b2,c2.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 133$ Mpa.	Granito blanco de grano grueso, ligeramente alterado, con fracturas cerradas.
M - 21	Prog. 0+150	Granito	a1/a2,b2,c2.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 154$ Mpa.	Granito rosado de grano medio, ligeramente alterado, con fracturas cerradas.
M - 22	Prog. 0+130	Granito	a1/a2,b2,c2.	Carga Puntual.	$\sigma_c = 153$ Mpa.	Granito rosado de grano medio, ligeramente alterado.
M - 23	Prog. 0+100	Granito	a2,b2,c2	Carga Puntual.	$\sigma_c = 147$ Mpa.	Granito rosado de grano medio, ligeramente alterado.

Cuadro N° IV:

## RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS.

CALICATA	UBICACION Progresivas	DESCRIPCION VISUAL	CLASIF. SUCS-PR	NOMBRE TIPICO	C A R A C T E R I S T I C A S
C-UC-CH-01	0 + 054	Suelo coluvial; formado por gravas, arenas, bloques y pocos finos de origen igneo, de color gris claro, seco, no cohesivo.	GP A-3	Gravas mal gradadas mezcla de gravas y arenas con pocos finos o sin ellos.	Grava mal gradadas, con aproximadamente 12% de grava angulosa de 5 cm. de tamaño máximo, con arena de gruesa a fina de forma angulosa a sub angulosa alrededor de 25% y finos no plásticos 2.25%.
C-UC-CH-02	0 + 536	Suelo coluvial; formado por gravas, arenas, finos y bolonería de origen igneo, de color beige, seco, medianamente cohesivo.	SM A-2	Arenas bien gradadas, arenas limosas, mezclas arena limo.	Arena limosa con grava angulosa, aproximadamente 4.5% es de 5.0 cm. de tamaño máximo; arena gruesa a fina, angulosa a sub angulosa, y 19.5% de finos moderadamente plásticos.
C-UC-CH-D1	0 + 904	Suelo residual; compuesto de bloques 40%, grava 30% y arena 30%, de origen igneo, de color beige rosáceo, seco no cohesivo.			
C-UC-CH-03	1 + 480	Suelo coluvial; compuesto de gravas, arena, finos y bolonería de origen igneo, de color rosáceo con un tinte beige, seco, poco cohesivo.			
C-UC-CH-04	2 + 055	Suelo coluvial; formado de arenas, gravas, finos y bolonería de origen igneo, de color beige, seco, poco cohesivo.	SM A-2	Arenas limosas, mezclas de arena-limo mal gradadas.	Arena limosa con grava angulosa en porcentaje aproximado de 36.0%, del cual 4.5% es del tamaño máximo de 5.0 cm. y arena aproximadamente 50% de forma angulosa a sub angulosa y finos poco plásticos.

Cuadro N° V:

## RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS.

CALICATA	UBICACION Progresivas	DESCRIPCION VISUAL	CLASIF. SUCS-PR	NOMBRE TIPICO	C A R A C T E R I S T I C A S
C-UC-CH-05	2 + 501	Suelo coluvial; compuesto aproximadamente de grava 50% arena 30%, finos 10% y bolonería 10%, de origen igneo, de color beige rosáceo, seco no cohesivo.			
C-UC-CH-06	3 + 100	Suelo coluvial; arena gravosa con finos y bolonería de naturaleza ignea, color beige amarillento, con tinte rosáceo, seco, no cohesivo.	SM A-2	Arenas limosas, mezclas de arena-limo.	Arena bien gradada, mezclada con grava arena limosa con aproximadamente 4.5% de grava angulosa del tamaño máximo 5.0 cm. y arena 43% angulosa a sub angulosa, finos moderadamente plásticos 15%.
C-UC-CH-07 07-B	3 + 540	Suelo coluvio-aluvial; originado por un huayco, formado de grava, arena, finos bolonería formado por calizas, areniscas, lodolitas y rocas igneas de color beige blanquecino, seco, moderadamente cohesivo.	SM A-2	Arenas limosas, mezclas de arena-limo.	Arena limosa con 25% aproximadamente de grava angulosa; siendo 4.5% de esta grava del tamaño máximo de 5.0 cm. y aproximadamente 60% de arena gruesa a fina de forma angulosa a sub angulosa y finos moderadamente plásticos 44% aproximadamente.
C-UC-CH-07 07-C	3 + 540	Suelo coluvio-aluvial; originado por un huayco, formado de finos, grava, arena y bolonería compuesta de rocas igneas, calizas areniscas, lodolitas de color beige amarillento, húmedo, cohesivo.	GM A-2	Gravas limosas, mezclas mal gradadas de grava, arena y limo.	Gravas pobremente graduadas, mezclas de grava aproximadamente 30%, arena 26%. Gravas limosas, gravas de forma angulosa, correspondiendo el 0.9% de tamaño máximo de 5.0 cm., arenas angulosas y finos plásticos 44% aprox.

Cuadro N° VI:

## RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS.

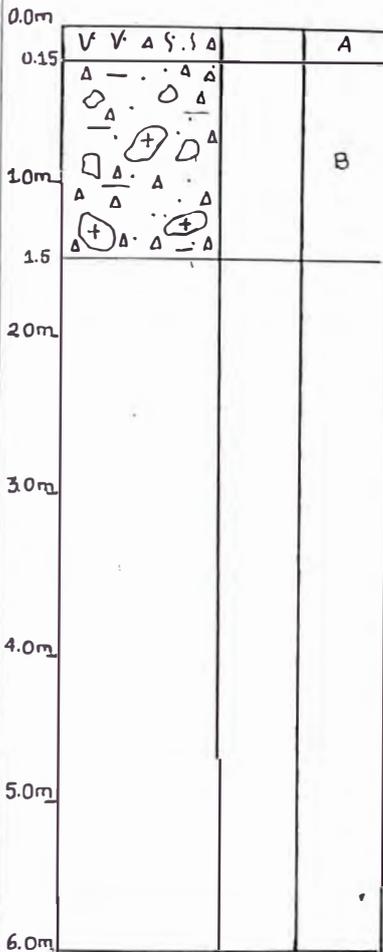
CALICATA	UBICACION Progresivas	DESCRIPCION VISUAL	CLASIF. SUCS-PR	NOMBRE TIPICO	C A R A C T E R I S T I C A S
C-UC-CH-08	4 + 151	Suelo coluvio-residual; gra- vo arenoso de color rosáceo, seco, cohesivo.	SM A-2	Arenas limosas, mezclas arena-limoso.	Arenas limosas, mezclas de arena-limo, con 20% de grava, de la cual 4% del ta- maño máximo de 1.0 cm. de forma angulo- sa, arena 60% de forma angulosa a sub angulosa, y finos no plásticos 20%.
C-UC-CH-09	4 + 850	Suelo coluvial gravo arenoso; compuesto de grava, arena, finos y bolonería de origen igneo, de color marrón rojizo claro, seco, poco cohesivo.	GM A-2	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Gravas limosas, con aproximadamente 45% de grava de forma angulosa, del cual 8% corresponden al tamaño máximo de 5.0cm., 35% arena de forma angulosa y subangu- losa, y finos poco plásticos 20% aproximadamente.
C-UC-CH-02	5 + 100	Suelo coluvial; formado de grava, arena, finos y bolo- nería de origen igneo con raíces, de color beige, seco, poco cohesivo.			
C-UC-CH-10	6 + 150	Suelo coluvial; areno gra- voso, compuesto de arena, grava, finos y bolonería de naturaleza ignea, de color beige con tinte rojizo, seco poco disgregable.	SP A-3	Arenas pobremente gradadas arenas gravosas, con pocos finos.	Arenas pobremente graduadas con 48% de arena de forma angulosa a subangulosa, gravas angulosas aproximadamente 44%, del cual 8% corresponden al tamaño má- ximo de 2.5 cm. y finos poco plásticos 8%.
C-UC-CH-11	6 + 340	Suelo coluvial; compuesto de grava, arena, finos y bolo- nería de origen igneo de color beige.	1 rosáceo seco, poco cohesivo.		

**COMPANIA ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
**PROYECTO C. H. CHIMAY**

**REGISTRO DE CALICATAS**

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C-VC-CH-01	DESCRIPCION - SITIO : Variante de carretera a Chacaybamba
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones pico y Lampa		UBICACION : Progresiva 0+054	DESCRIPCION : G.B.P.
FECHA-INICIO : 3-12-95	FECHA-TERMINO : 4-12-95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2x2x1.50	SUPERVISION : C.V.C.
OBJETIVO :			

**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :**



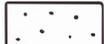
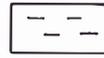
Horz. A : Suelo Coluvial de color marrón oscuro, formado de grava y finos con raíces.

Horz. B : Suelo Coluvial formado de grava, arena, finos y bloques ; Seco, disgregable de color gris claro.

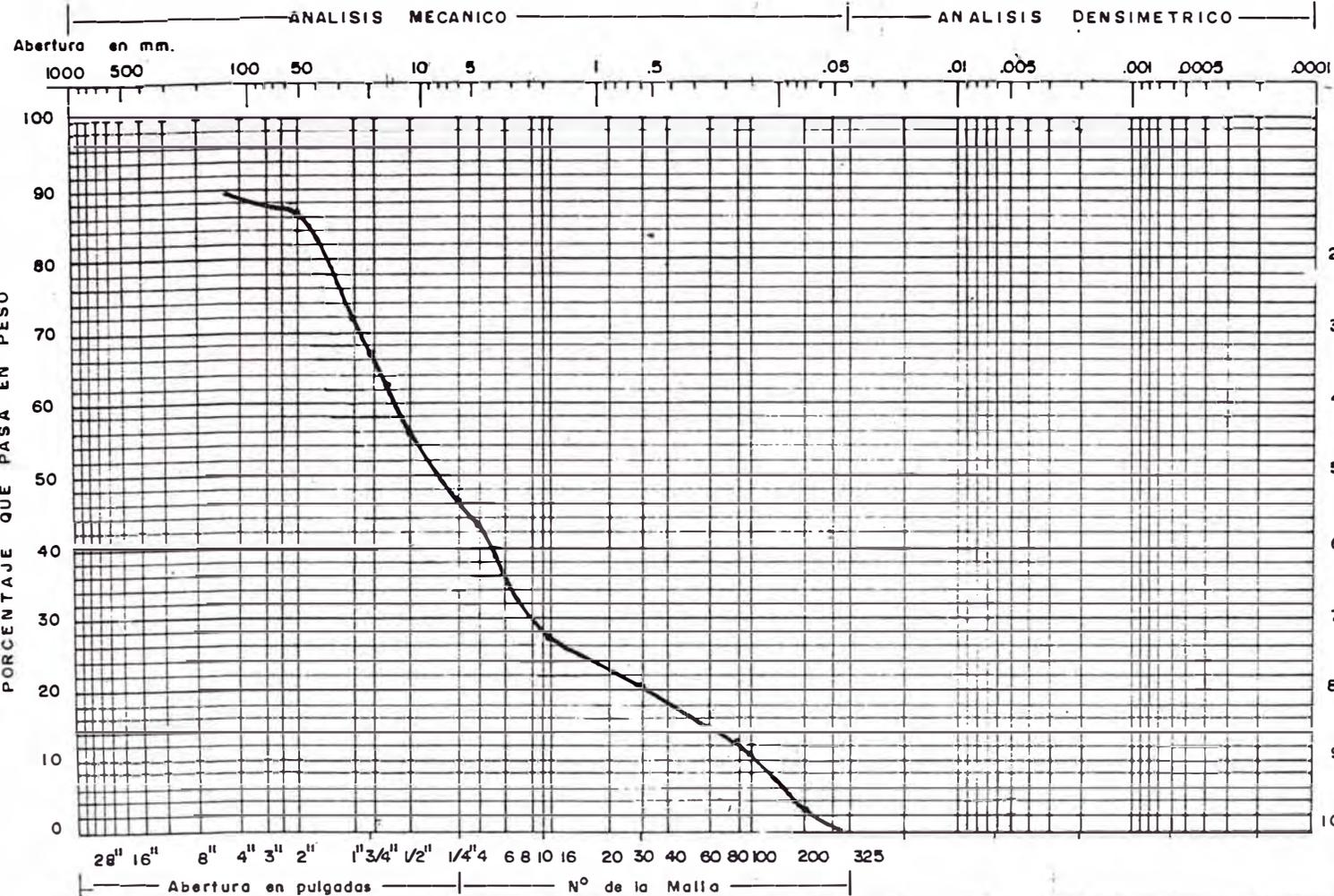
grava 60% , arena 20% , Finos 50% , bolonería 15% ; bolonería angulosa de naturaleza ígnea, granito, granodiorita, diorita y andesita. grava de la misma naturaleza y arenas de cuarzo, feldspatos y biotitas alterados.

MUESTRAS TOMADAS :	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU :	NOTAS U OBSERVACIONES :
1 muestra	Suelo coluvial.	
PRUEBAS A REALIZAR : análisis Granulométrico.	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : Curva granulométrica y clasificación de suelo.	

**SIMBOLOGIA :**

-  Grava
-  arena
-  finos
-  bloques

# E N S A Y O    G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Media	Pequeña	Grande	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			L I M O			A R C I L L A		

### C L A S I F I C A C I O N    M . I . T .

POZO N° : C-VC-CH-01  
 MUESTRA N° : 01  
 UBICACION : Variante Carretera Chimay.  
 ZONA : Prog. O + 054  
 EJECUTADO : G. G. P.

SUCS : G.P.  
 L.L. :  
 L.P. :  
 I.P. :

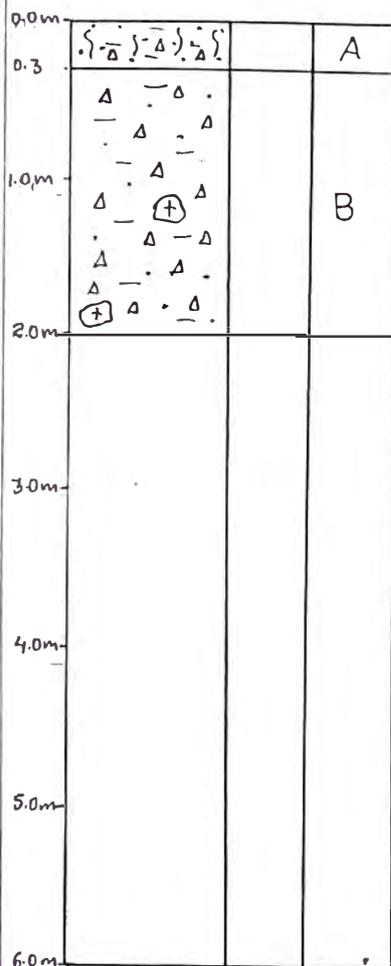
DENSIDAD ESPECIFICA:  
 PESO DE MUESTRA: 2000 Grs.

**CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
 ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
 PREFACTIBILIDAD  
 PROYECTO C. H. CHIMAY

	TAMAÑO DE GRANO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
	2"	250.0	12.5	12.5
G R A V A	1.5"	119.0	5.95	18.45
	1.0"	194.8	9.74	28.19
	3/4"	188.5	9.42	37.61
A R C I L L A	1/2"	125.4	6.27	43.88
	3/8"	62.0	3.1	46.98
	1/4"	130.6	6.53	53.51
A R E N A G R U E S A	4	63.1	3.15	56.66
	16	320.7	16.03	72.69
	30	124.2	6.21	78.90
A R E N A F I N A	60	128.1	6.40	85.3
	80	44.8	2.24	87.54
	100	27.1	1.35	88.89
F I N A S	200	177.2	8.86	97.75
	-200	44.5	2.25	100.00

TIPO DE EXCAVACION : Manual	CALICATA No.: C - VC - CH - 02	DESCRIPCION - SITIO : Variante de carretera a chacaybamba
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones , pico y Lampa .	UBICACION : Prog. 0+536	DESCRIPCION : G.G.P.
FECHA-INICIO :	FECHA-TERMINO :	DESCRIPCION : G.G.P.
	PROFUNDIDAD - VOLUMEN: 2 x 2 x 1	SUPERVISION : C.V.C.
	OBJETIVO :	

DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :



Horz. A - Suelo con materia orgánica, de arena y finos.

Horz. B - Suelo Coluvial de grava arena, finos y bolonería, de color beige, poco cohesivo, se mantienen las paredes seco, grava 30%, arena 45%, finos 20%, bolonería 5%.

Grava angulara de naturaleza ígnea granito, andesita, arena angulara de cuarzo, feldespatos y biotitas alteradas.

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra.	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvial	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR : analisis granulométrico .	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : Curva granulométrica y clasificación de suelo	

SIMBOLOGIA :

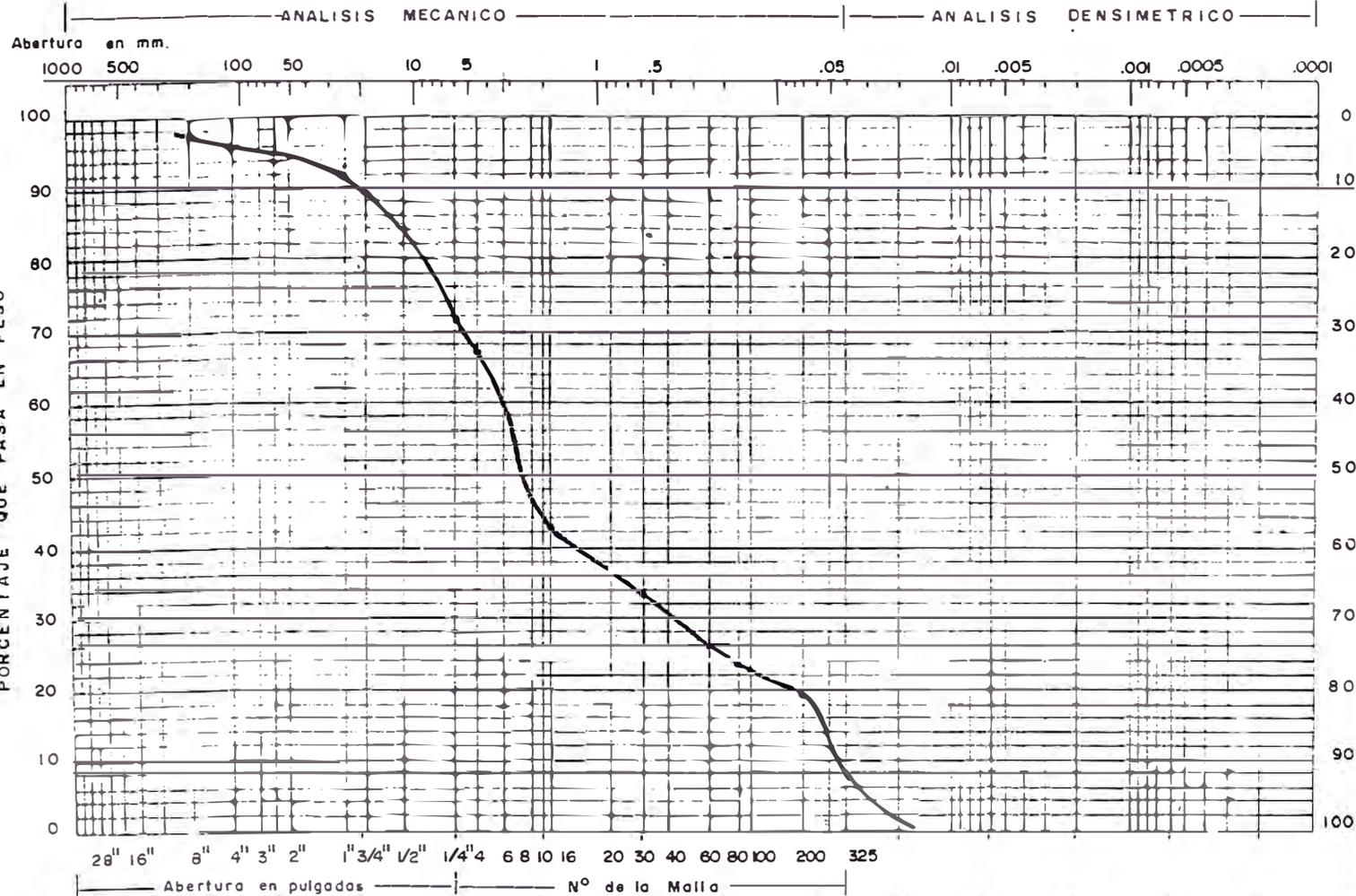
Grava

Finos

Arena

Bolonería

# E N S A Y O      G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Media	Pequeña	Grande	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			LIMO			ARCILLA		

CLASIFICACION M. I. T.

POZO Nº      C-VC-CH-02

MUESTRA Nº: 02

UBICACION    Variante Carretera Chimay.

ZONA          : Prog. 0+536

EJECUTADO    : G. G. P.

SUCS : SM

L.L. :

L.P. :

I.P. :

DENSIDAD ESPECIFICA:

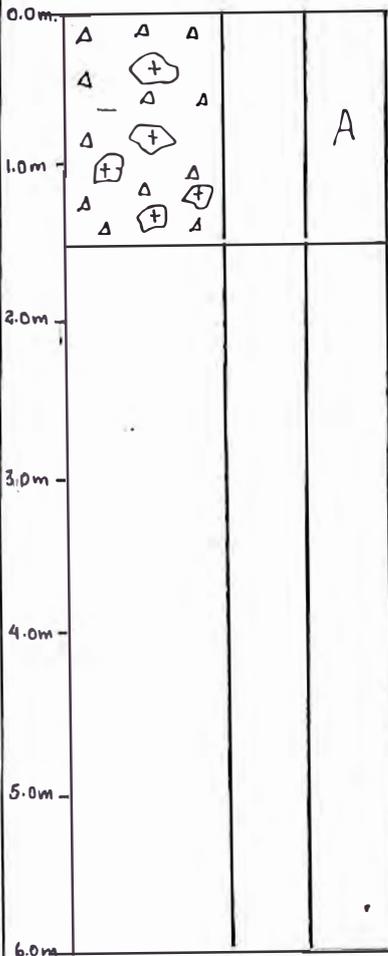
PESO DE MUESTRA: 1,806.5 Grs.

CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.  
ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
PREFACTIBILIDAD  
PROYECTO C. H. CHIMAY

	TAMANO DE GRANO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
G R A V A	2"	85.00	4.70	4.70
	1.5"	42.00	2.32	7.02
	1.0"	24.1	1.33	8.35
	3/4"	37.4	2.07	10.42
A R C I L L A	1/2"	100.3	5.55	15.97
	3/8"	79.1	4.38	20.35
	1/4"	142.4	7.88	28.23
A R C I L L A	4	88.00	4.88	33.11
	16	437.8	24.23	57.34
	30	181.1	8.92	66.26
A R E N A G R U E S A	60	139.8	7.74	74.00
	80	42.00	2.32	76.32
	100	24.5	1.35	77.67
A R E N A F I N A	200	50.7	2.82	80.49
	200	50.7	2.82	80.49
F I N A S	-200	352.5	19.51	100.00

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No: C-VC-CH-D1	DESCRIPCION - SITIO : Deslizamiento, Progresiva 0 + 904
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones; Pico y Lampa.		UBICACION : carretera a Chacaybamba.	DESCRIPCION : E. G. P.
FECHA-INICIO : 4-12-95	FECHA-TERMINO : 5-12-95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt, 4 mt <sup>3</sup>	SUPERVISION : C.V.C.
OBJETIVO :			

DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :



Horz. A - Suelo residual de granito rosado, con bloques, gravas y arenas, de color beige rosáceo, seco, poco cohesivo, fácilmente disgregable con la mano; bloques 40%, grava 30%, arena 30%; arena mayormente de cuarzo y feldespatos, bloques y grava de granito.

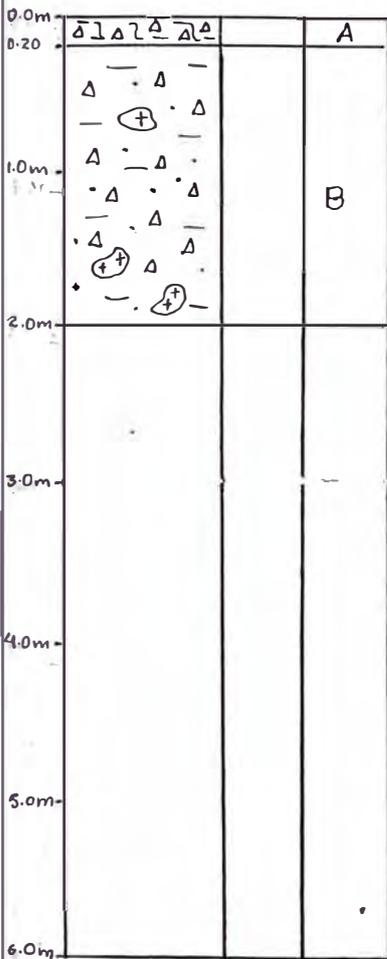
MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU :	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR : _____	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO :	

SIMBOLOGIA :

- Grava
- Bloques
- Arena

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C - VC - CH - 03	DESCRIPCION - SITIO : Variante de carretera a chacaybamba.
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones , Pico y Lampa.		UBICACION : Prog. 1 + 480	DESCRIPCION : G.G.P.
FECHA-INICIO : 6 - 12 - 95	FECHA-TERMINO : 7 - 12 - 95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt - 4 mt <sup>3</sup>	SUPERVISION : C. V. C.
OBJETIVO :			

**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :**



Horz. A - Suelo con materia orgánica de color marrón, seco, disgregable ; mayormente grava, poco arena y finos.

Horz. B - Suelo Coluvial de color rosáceo, con tinte beige seco, poco cohesivo, formado de grava 45%, arena 40%, finos 10%, bolonería 5%, de naturaleza ígnea, grava angulosa, arena angulosa formado de Cuarzo, feldespatos y biotitas alteradas, todo el material es ígneo, granito, grano diorita, andesita.

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvial.	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR : análisis Granulométrico.	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : Curva Granulométrica y clasificación de Suelo.	

**SIMBOLOGIA :**

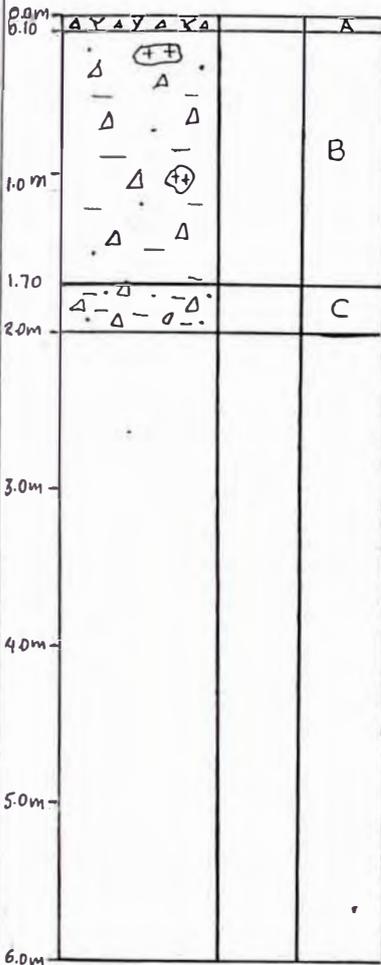
- Grava
- Arena
- finos
- Bloques

**COMPañIA ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
**PROYECTO C. H. CHIMAY**

**REGISTRO DE CALICATAS**

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C-VC-CH-04	DESCRIPCION - SITIO : Variante de Carretera a Chacaybamba
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones pico y Lampa		UBICACION : Prog. 2+055	DESCRIPCION : G.G.P
FECHA-INICIO : 1 - 12 - 95	FECHA-TERMINO : 2 - 12 - 95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt, 4 mt <sup>3</sup>	SUPERVISION : C.V.C.
OBJETIVO :			

**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :**



Horz. A - Suelo Coluvial con materia orgánica marrón oscuro.

Horz B - Suelo Coluvial formado mayormente de grava ; beige rosáceo , seco , poco cohesivo , grava 30% , arena 50% , Finos 15% , bolonería 5% .  
 Grava de origen ígneo , granito anguloso , arena angulosa de cuarzo , feldespatos y biotita alterada .

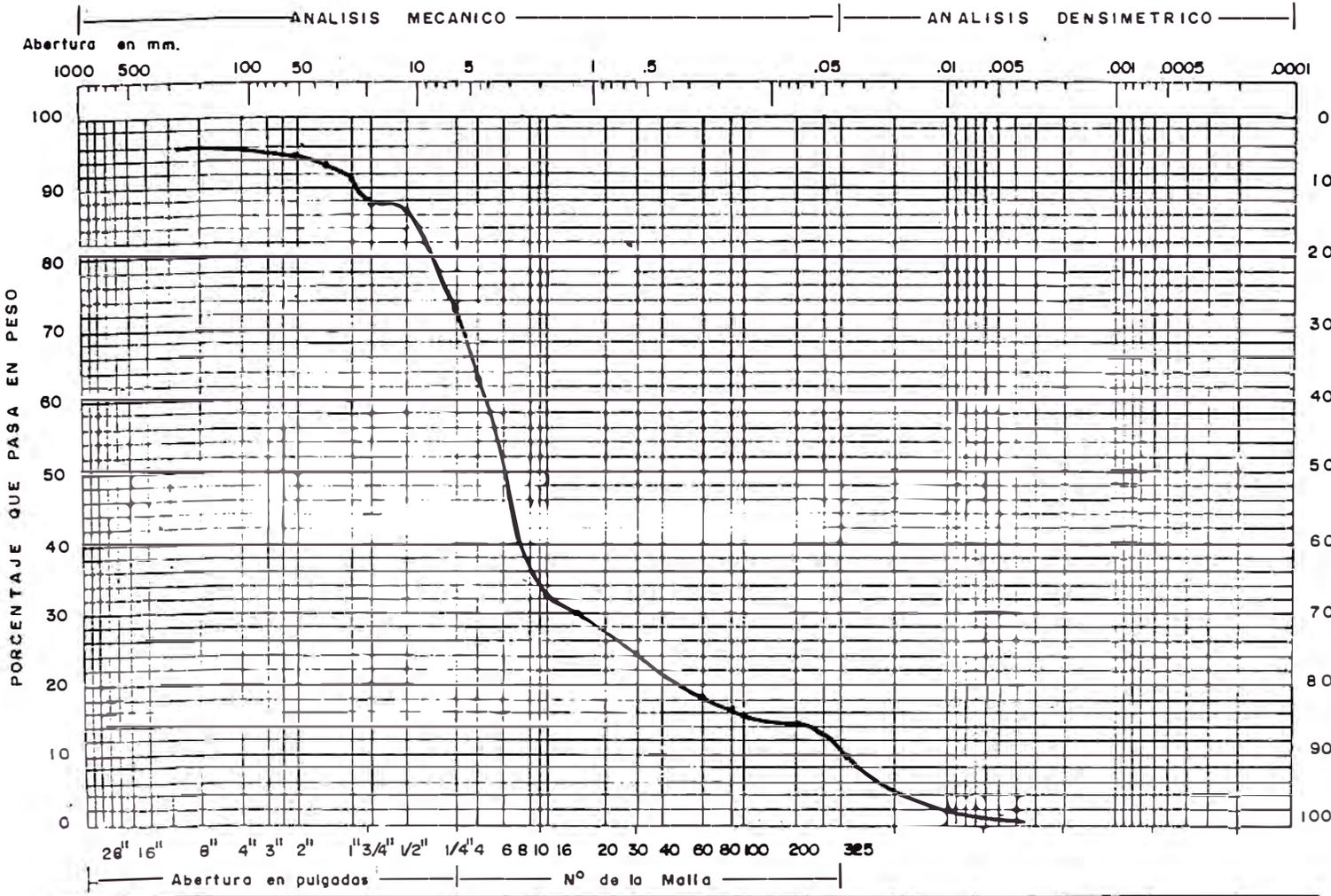
Horz C - Suelo Coluvial gravo-arenoso , con finos de color marrón oscuro , posible materia orgánica .  
 grava 80% , arena 5% , finos 15% .

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvial .	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR : análisis granulométrico	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : Curva Granulométrica , clasificación de Suelo .	

**SIMBOLOGIA :**

- Grava
- Arena
- Finos
- Bolonería

# E N S A Y O      G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Media	Pequeña	Grande	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			LIMO			ARCILLA		

CLASIFICACION M. I. T.

POZO Nº      C - VC - CH - 04

MUESTRA Nº:      04

UBICACION      Variante Carretera Chimay

ZONA      Prag. 2+055

EJECUTADO      G. G. P.

SUCS : SM

L. L. :

L. P. :

I. P. :

DENSIDAD ESPECIFICA:

PESO DE MUESTRA: 1700 Grs.

**CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.**

ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
PREFACTIBILIDAD  
PROYECTO C. H. CHIMAY

	TAMARÑO DE GRANO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
GRAVA	2"	80.00	4.70	4.70
	1.5"	27.7	0.63	6.33
	1.0"	29.3	1.72	8.05
	3/4"	69.5	4.09	12.14
	1/2"	26.4	1.55	13.69
ARENA GRUESA	3/8"	65.0	3.83	17.52
	1/4"	169.2	9.95	27.47
	4	154	9.06	36.53
ARENA FINA	16	532.5	31.33	67.86
	30	135.4	7.96	75.82
	60	100.4	5.91	81.73
FINAS	80	27.9	1.64	83.37
	100	13.1	0.78	84.15
	200	28.4	1.67	85.82
	-200	241.2	14.18	100.00

**COMPANÍA ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
**PROYECTO C. H. CHIMAY**

**REGISTRO DE CALICATAS**

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C - VC - CH - 05	DESCRIPCION - SITIO : Variante de Carretera a Chacaybamba
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones, Pico y Lampa		UBICACION : Prog. 2+501	DESCRIPCION : G. G. P.
FECHA-INICIO : 1 - 12 - 95	FECHA-TERMINO : 2 - 12 - 95	PROFUNDIDAD - VOLUMEN: 2 mt, 4 mt <sup>3</sup>	SUPERVISION : C. V. C.
OBJETIVO :			

**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :**

0.0m 0.15	A	Horz. A - Suelo Coluvial con materia orgánica gravo-arenoso marrón oscuro.
0.0m 2.0m	B	Horz. B - Suelo coluvial gravo arenoso seco, de color beige, aproximadamente 0.50 mt. y el resto de color beige rosáceo, no cohesivo, formado mayormente de grava 50%, arena 30%, finos 10%, bolonería 10%, todo el material es de origen ígneo, granito.
3.0m		
4.0m		
5.0m		
6.0m		

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvial.	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR :	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO :	

**SIMBOLOGIA :**

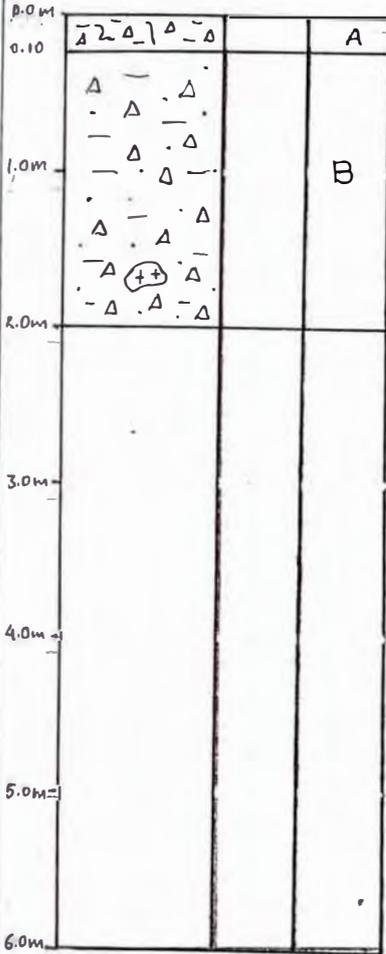
	Grava		Finos
	Arena		Bolonería

**COMPANIA ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
**PROYECTO C. H. CHIMAY**

**REGISTRO DE CALICATAS**

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C-VE-CH-06	DESCRIPCION - SITIO : Variante de carretera a Uchubamba.
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones, Pico y Lampa.		UBICACION : a 13 mt de prog 3+100	DESCRIPCION : G.C.P.
FECHA-INICIO : 1-12-95	FECHA-TERMINO : 2-12-95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt - 4 m <sup>3</sup>	SUPERVISION : C.V.C.
OBJETIVO :			

**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :**



Horz. A - Suelo Coluvial, mayormente grava y Finos con raíces.

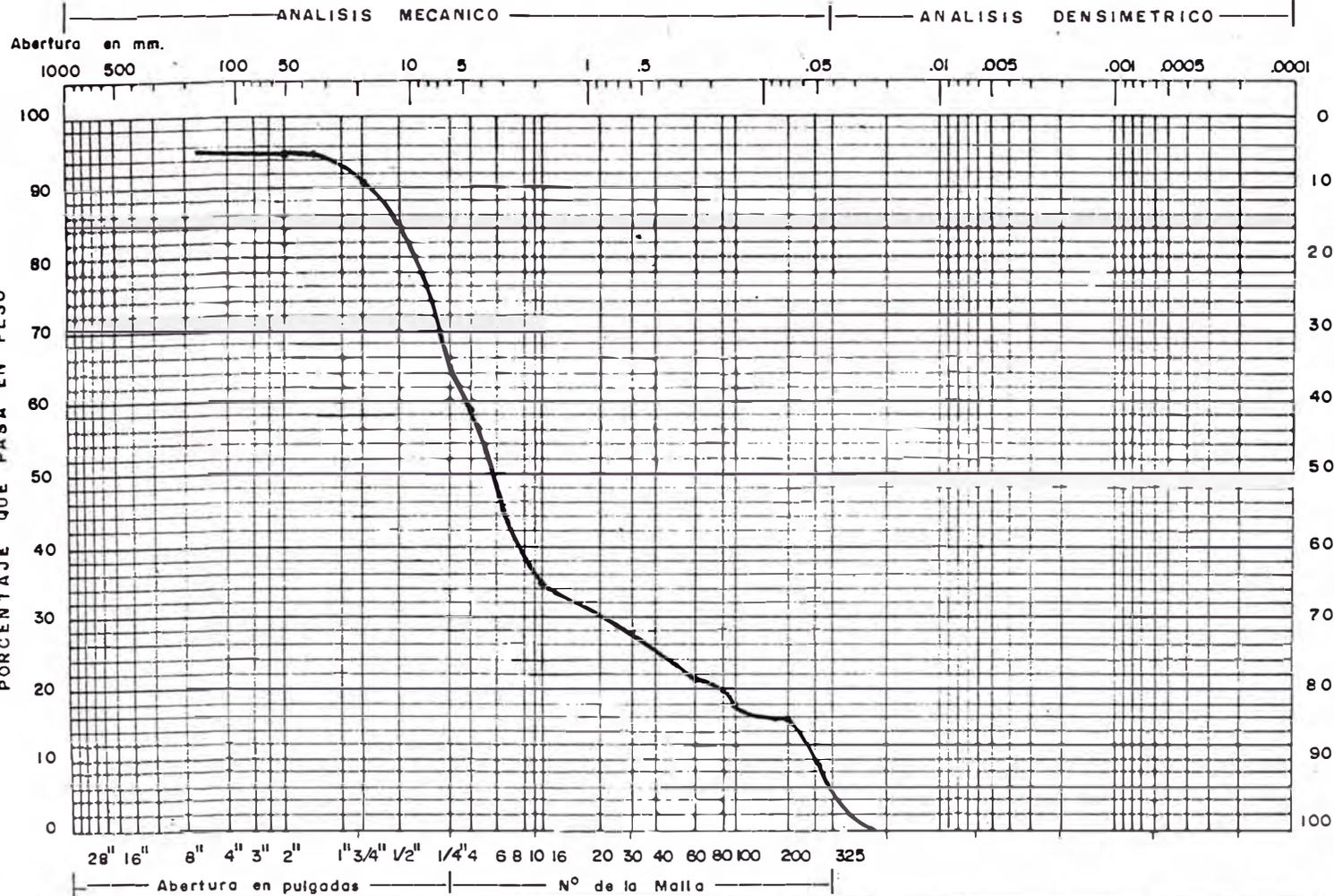
Horz. B - Suelo Coluvial Seco, poca cohesivo, beige amarillento con tinte rosáceo, formado de grava 45%, arena 40%, finos 10% y bolonería 5% de naturaleza ígnea granito.

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvial.	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR : análisis granulométrico.	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : Curva Granulométrica.	

**SIMBOLOGIA :**

-  Grava
-  Finos
-  Arena
-  Bolonería

# E N S A Y O      G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Media	Pequeña	Grande	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			LIMO			ARCILLA		

### CLASIFICACION M. I. T.

POZO Nº : C-VC-CH-06

MUESTRA Nº: 06

UBICACION : Variante Carretera Chimay.

ZONA : Prog. 3+100

EJECUTADO : G. G. P.

SUCS : SM

L.L. :

L.P. :

I.P. :

DENSIDAD ESPECIFICA:

PESO DE MUESTRA: 1765 Grs.

**CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.**

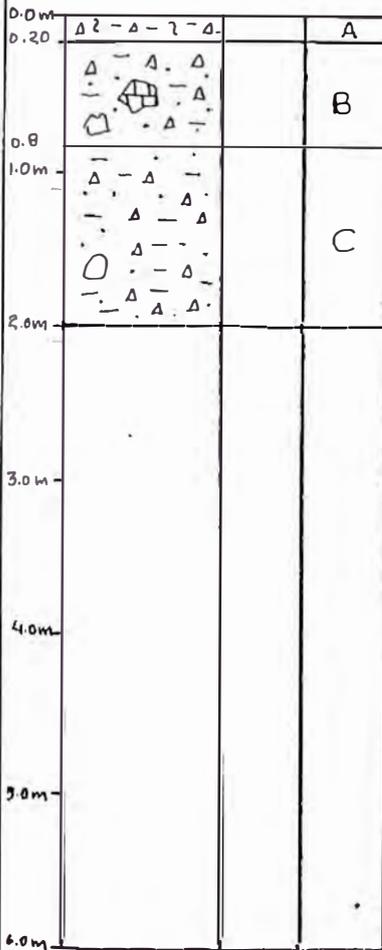
ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
PREFACTIBILIDAD

PROYECTO C. H. CHIMAY

	TAMANO DE GRANO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
C R A V A	2"	82.00	4.64	4.64
	1.5"	0.00	0.00	4.64
	1.0"	53.00	3.01	7.65
	3/4"	34.60	1.96	9.61
	1/2"	101.00	5.72	15.33
C R A V I L L A	3/8"	112.11	6.35	21.68
	1/4"	243.40	13.79	35.47
	4	102.8	5.82	41.29
ARENA GRUESA	16	422.2	23.93	65.22
	30	121.8	6.90	72.12
	60	111.4	6.31	78.43
ARENA FINA	80	34.00	1.92	80.35
	100	27.8	1.58	81.93
	200	38.00	2.15	84.08
FINAS	-200	281.00	15.92	100.00

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C-VC-CH-07	DESCRIPCION - SITIO : Variante de Carretera a Uchubamba
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones , Pico y Lampa		UBICACION : Prog. 3 + 540	
FECHA-INICIO : 1-12-95	FECHA-TERMINO : 2-12-95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 x 2 x 1	DESCRIPCION : G.G.P.
		OBJETIVO :	SUPERVISION : C.V.C.

DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :



Horz. A - Suelo Coluvial gravo-limoso con raíces, seco, cohesivo marrón.

Horz. B - Suelo gravo areno-limoso, seco, disgregable beige blanquesino, formado de grava 40%, arena 40%, Finos 15%, bolonería 5%, material de huayco mezclado con roca ígnea altamente alterada

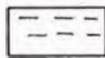
Horz. C - Suelo formado por huayco gravo-limoso húmedo, cohesivo de color beige amarillento formado de grava 50%, finos 25%, arena 24%, bolonería 1% de origen sedimentario, grava de caliza, areniscas y lodolitas rojas.

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo de huayco antiguo.	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR : análisis Granulométrico.	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : Curva Granulométrica.	

SIMBOLOGIA :



Grava



Finos

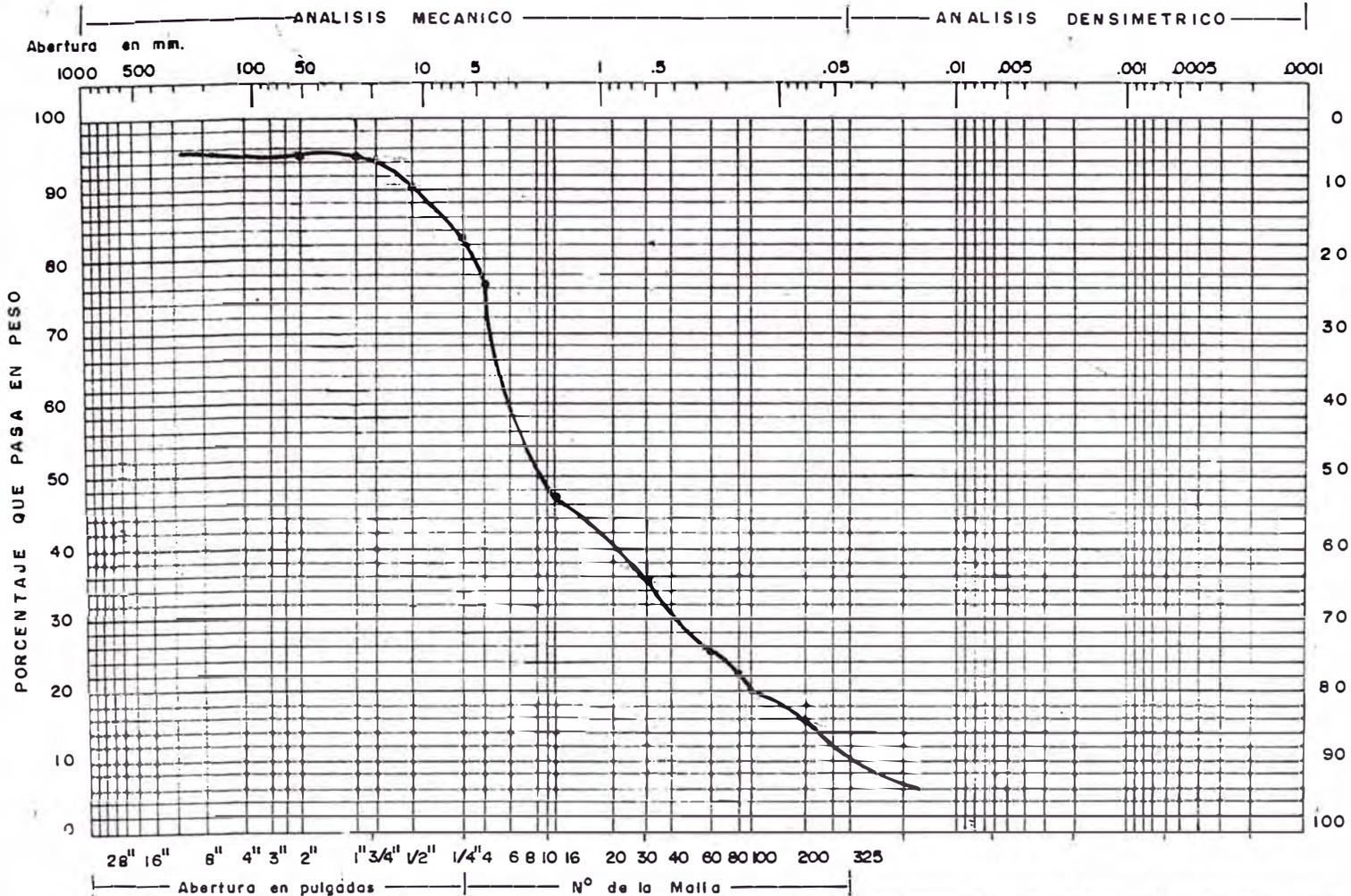


Arena



Bolonería

# E N S A Y O      G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Media	Pequeña	Grande	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			LIMO			ARCILLA		

CLASIFICACION M. I. T.

POZO N° : C - VC - CH - 07  
 MUESTRA N° : 07 B  
 UBICACION : Variante Carretera Chimay  
 ZONA : Prog. 3 + 540  
 EJECUTADO : G. G. P.

SUCS : SW - SM  
 L.L. :  
 L.P. :  
 I.P. :

DENSIDAD ESPECIFICA:  
 PESO DE MUESTRA: 1833 Grs.

**CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
 ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
 PREFACTIBILIDAD  
 PROYECTO C. H. CHIMAY

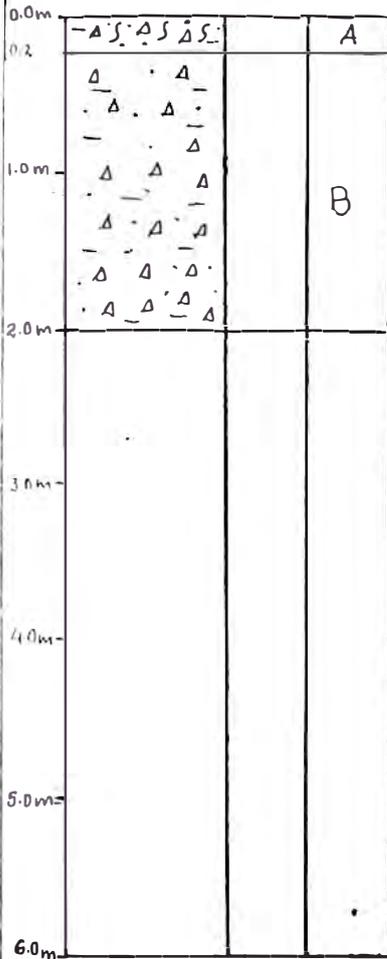
	TAMANO DE GRANO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
	2"	88.00	4.69	4.69
G	1.5"	0.00	0.00	4.69
R	1.0"	0.00	0.00	4.69
A	3/4"	17.5	0.96	5.65
V	1/2"	65.4	3.57	9.22
A	3/8"	43.0	2.35	11.57
G	1/4"	100.3	5.48	17.05
B	4	112.1	6.12	23.17
A	16	544.9	29.73	52.90
ARENA GRUESA	30	205.1	11.19	64.09
	60	192.2	10.48	74.57
	80	62.1	3.38	77.95
ARENA FINA	100	38.0	2.07	80.02
	200	73.6	4.01	84.03
FINAS	-200	292.8	15.97	100.00

**COMPañIA ELECTRICA DEL PERENE S.A**  
**PROYECTO C. H. CHIMAY**

**REGISTRO DE CALICATAS**

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C-VC-CH-08	DESCRIPCION - SITIO : Variante de Carretera a Uchubamba
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones, pico y Lampa		UBICACION : Prog. 4+151	DESCRIPCION : E.T.P.
FECHA-INICIO : 5-12-95	FECHA-TERMINO : 6-12-95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt - 4 m <sup>3</sup>	SUPERVISION : C.V.C.
		OBJETIVO :	

**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :**

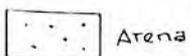
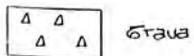


Horz. A - Suelo coluvio-residual formado de grava y finos con raíces.

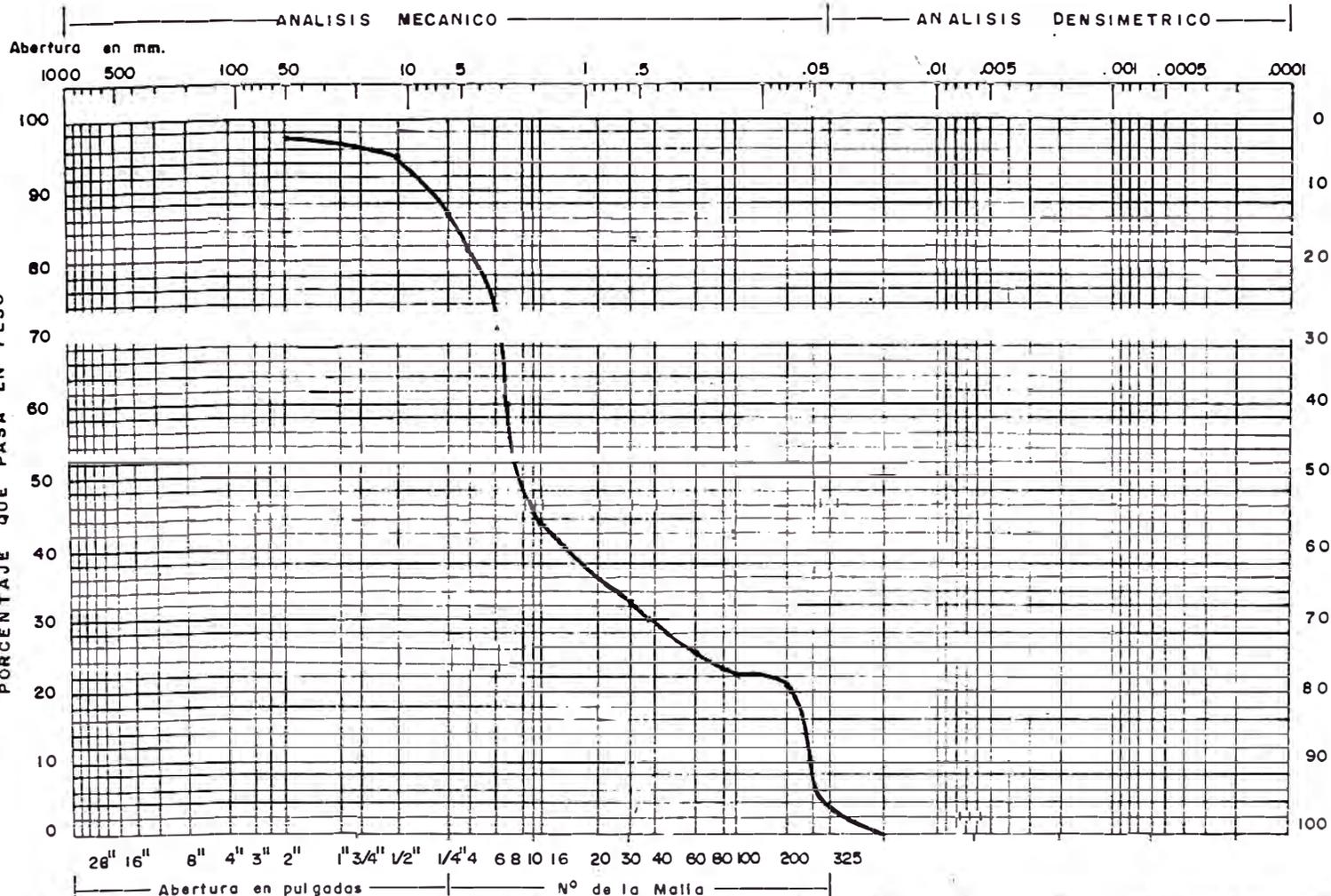
Horz. B - Suelo coluvio-residual gravo arenoso, de naturaleza ígnea seco, disgregable de color beige con un ligero tono rosáceo.  
 Grava 30%, arena 50%, finos 20%.

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra.	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo residual.	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR : <u>Análisis Granulométrico.</u>	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : Curva Granulométrica.	

**SIMBOLOGIA :**



# E N S A Y O    G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Medio	Pequeña	Grande	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			LIMO			ARCILLA		

## CLASIFICACION M. I. T.

POZO N° : C-VC-CH-08

MUESTRA N°: 08

UBICACION : Variante Carretera Chimay

ZONA : Prog. 4+151

EJECUTADO : G. G. P.

SUCS : SW , SM

L.L. :

L.P. :

I. P. :

DENSIDAD ESPECIFICA:

PESO DE MUESTRA: 1,448 Grs.

CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.

ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
PREFACTIBILIDAD

PROYECTO C. H. CHIMAY

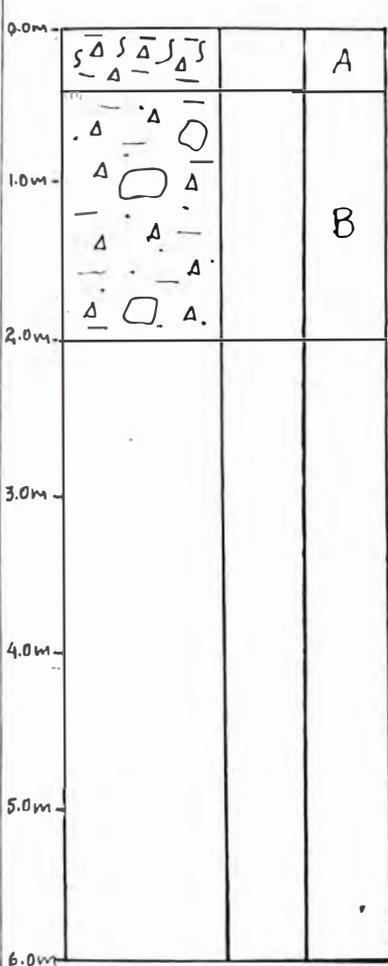
	TAMAÑO DE GRANO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
GRAVA	2"	0.00	0.00	0.00
	1.5"	0.00	0.00	0.00
	1.0"	0.00	0.00	0.00
	3/4"	0.00	0.00	0.00
	1/2"	61.3	4.23	4.23
ARENA GRUESA	3/8"	29.9	2.06	6.29
	1/4"	106.8	7.37	13.66
	4	81.00	5.61	19.27
ARENA FINA	16	536.2	37.03	56.30
	30	161.5	11.15	67.45
	60	105.6	7.29	74.74
FINAS	80	26.3	1.83	76.57
	100	13.5	0.93	77.50
	200	23.5	1.62	79.12
FINAS	-200	302.4	20.88	100.00

**COMPANIA ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
**PROYECTO C. H. CHIMAY**

**REGISTRO DE CALICATAS**

TIPO DE EXCAVACION: Manual		CALICATA No: C-VC-CH-09	DESCRIPCION - SITIO: Variante de Carretera a Uchubamba.
PERSONAL Y EQUIPO: 2 Peones ; Pico y Lampa.		UBICACION: Prog. 4 + 850	DESCRIPCION: S.G.P.
FECHA-INICIO: 5-12-95	FECHA-TERMINO: 6-12-95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt, 4 m <sup>3</sup>	SUPERVISION: C.V.C.
OBJETIVO:			

**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA:**

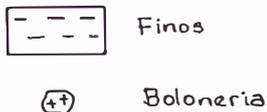
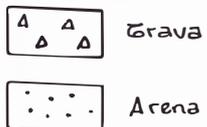


Horz. A - Suelo coluvial gravo-limoso marrón, seco, poco cohesivo con raíces.

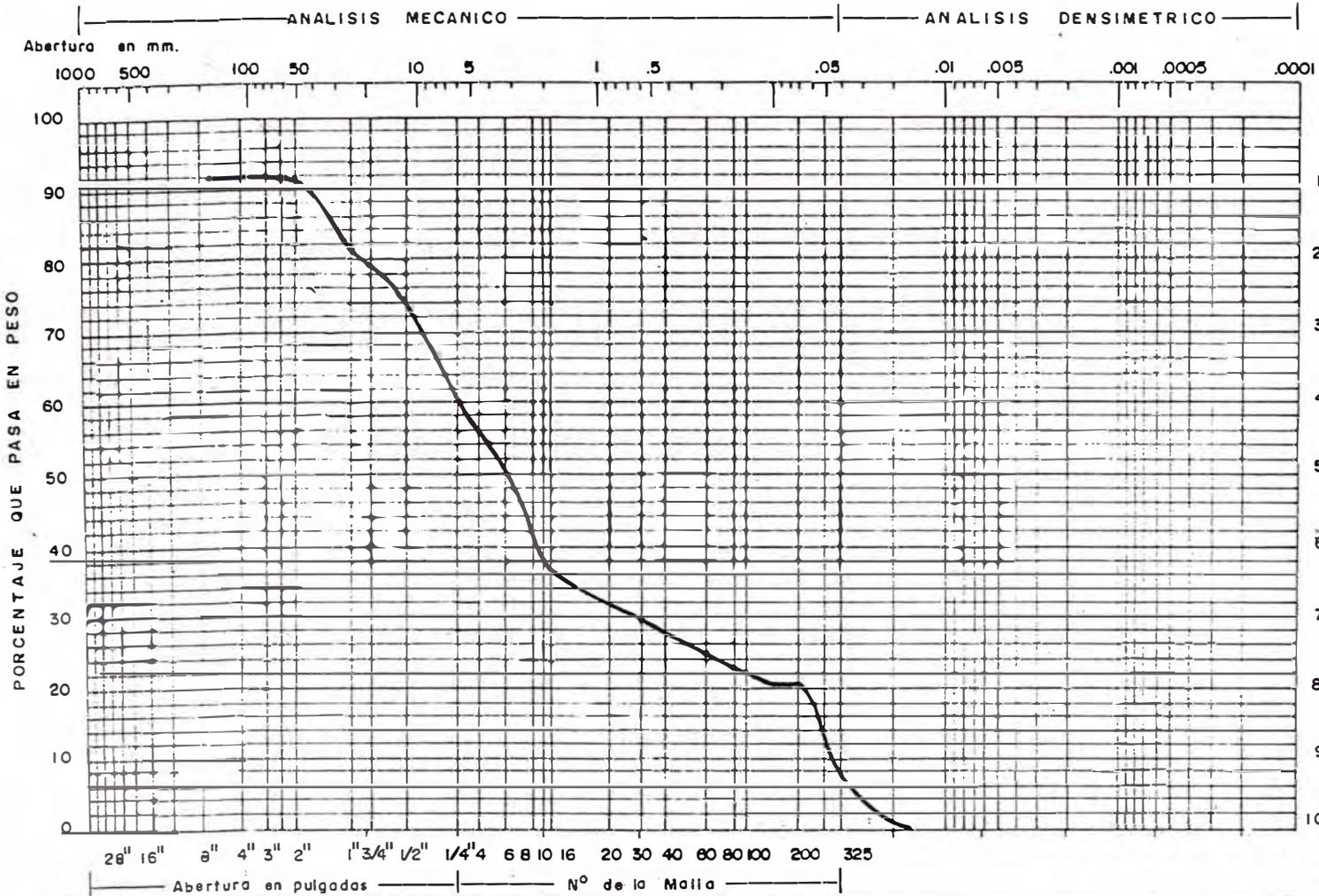
Horz. B - Suelo Coluvial, Seco, poco cohesivo, de color marrón rojizo claro, con raíces, esta formado de: grava 45%, arena 30%, Finos 15% y bolonería 10%; todo el material es de origen ígneo, granito.

MUESTRAS TOMADAS: 1 muestra.	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU: Suelo Coluvial	NOTAS U OBSERVACIONES:
PRUEBAS A REALIZAR: análisis granulométrico	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO: Curva Granulométrica	

**SIMBOLOGIA:**



# E N S A Y O      G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Media	Pequeña	Grande	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			L I M O			A R C I L L A		

CLASIFICACION M. I. T.

POZO N° : C-VC-CH-09

MUESTRA N°: 09

UBICACION : Variante Carretera Chimay.

ZONA : Prog. 4+850

EJECUTADO : G. G. P.

SUCS : GW, GM

L. L. :

L. P. :

I. P. :

DENSIDAD ESPECIFICA:

PESO DE MUESTRA: 1,881.00 Grs.

CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.

ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
PREFACTIBILIDAD

PROYECTO C. H. CHIMAY

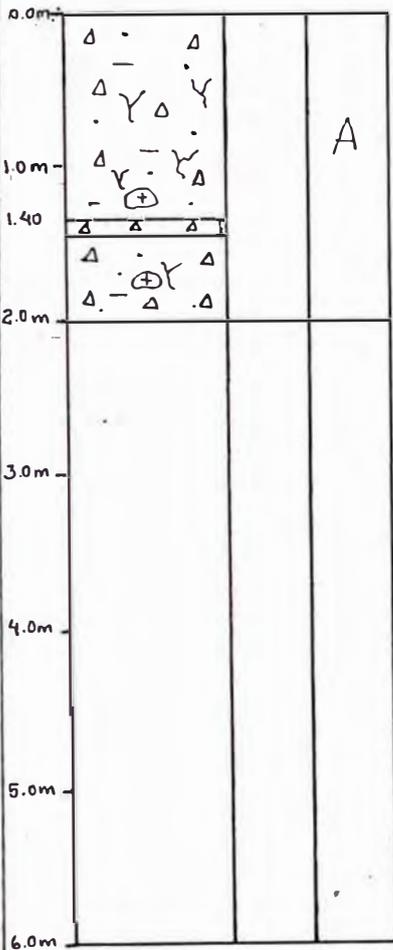
	TAMAÑO DE CERAM	PESO	%	% REFERIDO ACTUAL
G R A V A	2"	165.00	8.78	8.78
	1.5"	123.80	6.57	15.35
	1.0"	54.50	2.89	18.24
	3/4"	49.00	2.61	20.85
	1/2"	86.40	4.59	25.44
G R A V I L L A	3/8"	99.20	5.27	30.71
	1/4"	173.30	9.22	39.93
	4	80.00	4.25	44.18
A R E N A G R U E S A	16	368.40	19.58	63.76
	30	119.9	6.37	70.13
	60	104.40	5.56	75.69
A R E N A F I N A	80	30.30	1.61	77.80
	100	18.10	0.85	78.15
	200	28.90	1.53	79.68
FINAS	-200	382.00	20.32	100.00

**COMPANIA ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
**PROYECTO C. H. CHIMAY**

**REGISTRO DE CALICATAS**

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C - C - VCH - D2	DESCRIPCION - SITIO : Deslizamiento, Progresiva 5 + 100
PERSONAL Y EQUIPO : 2 Peones ; Pico y Lampa		UBICACION : Carretera a Uchubamba	DESCRIPCION : G. G. P.
FECHA-INICIO : 4 - 12 - 95	FECHA-TERMINO : 5 - 12 - 95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt 4 mt <sup>3</sup>	SUPERVISION : C. V. C.
		OBJETIVO : Estudio de Suelo.	

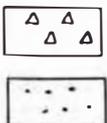
**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :**



Horz. A - Suelo Coluvial seco, poco cohesivo, de color beige, formado mayormente de: grava 70%, arena 15%, finos 5%, bloques 5%, de origen granítico, con raíces en toda la calicata, presenta un horizonte de color negro de arena y finos de aproximadamente 10 cms. de espesor.

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra.	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU :	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR :	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO :	

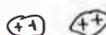
**SIMBOLOGIA :**



Grava



Finos



Bloques

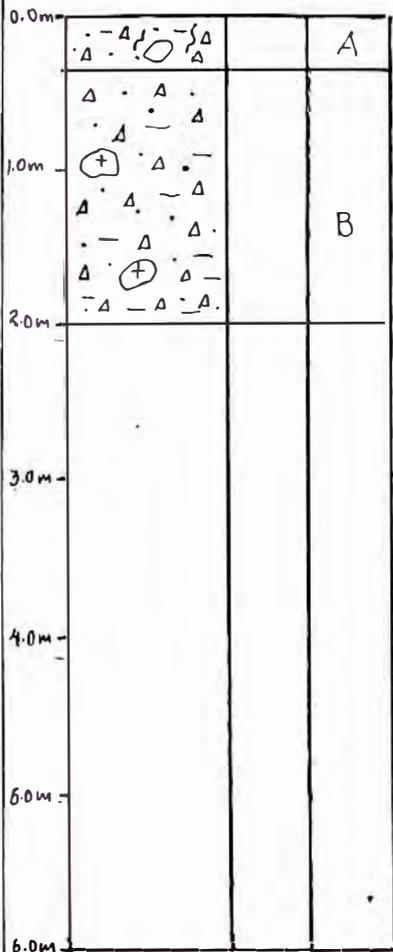


Raíces

Arena

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C-VC-CH-10	DESCRIPCION - SITIO : Variante de Carretera a Uchubamba
PERSONAL Y EQUIPO : 2. Peones; Pico y Lampa.		UBICACION : Prog. 6 + 150	DESCRIPCION : G. G. P.
FECHA-INICIO : 6-12-95	FECHA-TERMINO : 7-12-95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt - 4 m <sup>3</sup>	SUPERVISION : C. V. C.
OBJETIVO :			

DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :

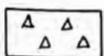


Horz. A - Suelo Coluvial de origen granítico, beige, seco, poco denso, grava areno-limoso.

Horz. B - Suelo Coluvial beige con tinte rojizo, seco, poco disgregable, formado mayormente de: grava 55%, arena 30%, finos 10%, bolonería 5%, de naturaleza granítica.

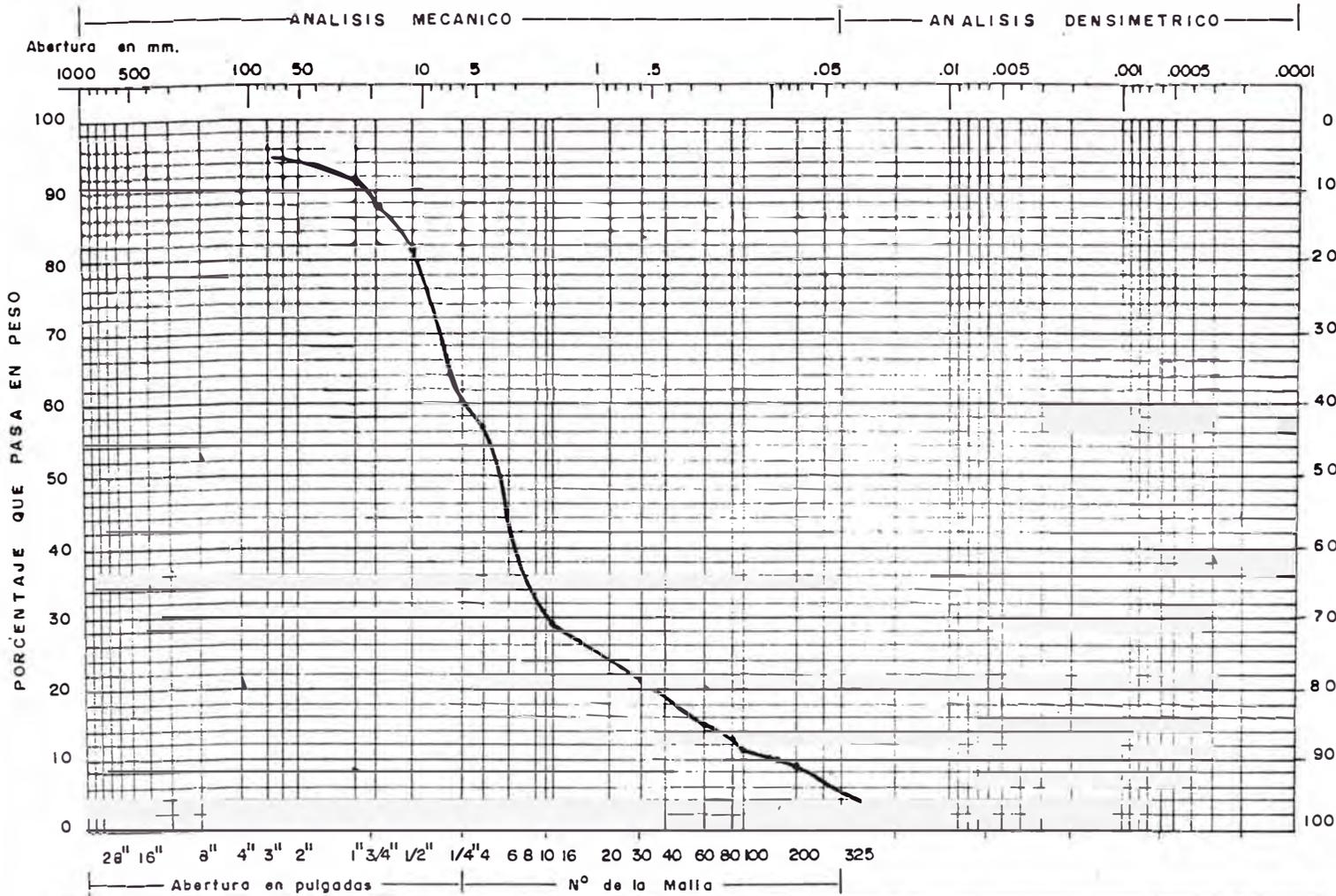
MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvial.	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR : <u>análisis</u> Granulométrico.	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : Curva Granulométrica.	

SIMBOLOGIA :

-  Grava
-  Arena

-  Finos
-  Bolonería

# E N S A Y O    G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Medio	Pequeña	Grande	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Grueso	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			LIMO			ARCILLA		

### CLASIFICACION M. I. T.

POZO N° : C-VC-CH-10  
 MUESTRA N°: O10  
 UBICACION : Variante Carretera Chimay.  
 ZONA : Prog. 6 + 150  
 EJECUTADO : G. G. P.

SUCS : S P.  
 L.L. :  
 L.P. :  
 I.P. :

DENSIDAD ESPECIFICA:  
 PESO DE MUESTRA: 1708.2 Grs.

**CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
 ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
 PREFACTIBILIDAD  
 PROYECTO C. H. CHIMAY

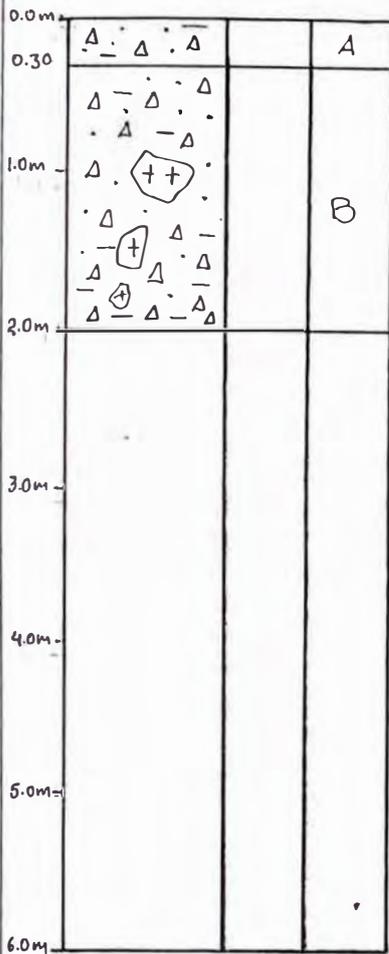
	TAMAÑO DE GRANO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
G R A V A	2"	0.00	0.00	0.00
	1.5"	0.00	0.00	0.00
	1.0"	142.20	8.32	8.32
	3/4"	65.50	3.83	12.15
G B A V I L L A	1/2"	108.3	6.34	18.49
	3/8"	40.20	2.35	20.84
	1/4"	326.6	19.12	39.96
ARENA GRUESA	4	64.5	3.77	43.73
	16	464.3	27.18	70.91
	30	141.2	8.27	79.18
ARENA FINA	60	108.7	6.37	85.59
	80	35.3	2.10	87.65
	100	21.9	1.28	88.93
FINAS	200	41.5	2.43	91.36
	-200	148.0	8.64	100.00

**COMPANIA ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
**PROYECTO C. H. CHIMAY**

**REGISTRO DE CALICATAS**

TIPO DE EXCAVACION : Manual		CALICATA No.: C - VC - CH - 11	DESCRIPCION - SITIO : Variante de Carretera a Uchubamba.
PERSONAL Y EQUIPO : 2 peones ; Pico y Lampa.		UBICACION : Prog. 6 + 340	DESCRIPCION : G. Z. P.
FECHA-INICIO : 6-12-95	FECHA-TERMINO : 7-12-95	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 2 mt, 4 m <sup>3</sup>	SUPERVISION : C. V. C.
OBJETIVO :			

**DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :**



Horz. A - Suelo Coluvial gravo-arenoso, seco, disgregable de color marrón.

Horz. B - Suelo Coluvial, de origen granítico, seco, poco cohesivo, beige rosáceo; formado de: grava 50%, arena 25%, finos 10%, bolonería 15%.

MUESTRAS TOMADAS : 1 muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvial.	NOTAS U OBSERVACIONES :
PRUEBAS A REALIZAR :	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO :	

**SIMBOLOGIA :**

- Grava
- Arena
- Finos
- Bolonería

Cuadro No 5.2

CONDICIONES GEOTECNICAS DE LA SUB RASANTE

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	GRADIENTE DE LA SUBRASANTE	TALUD DEL TERRENO	% DE ROCA	% DE SUELO	NOTAS
0 + 000	0 + 050	+ 3.60 %	5°	--	100	1
0 + 050	0 + 100	+ 3.60 %	3°	--	100	1
0 + 100	0 + 150	+ 9.10 %	25°	--	100	1,2,3,18
0 + 150	0 + 200	+ 9.10 %	20°	--	100	2,3,18
0 + 200	0 + 250	+ 5.60 %	23°	--	100	2
0 + 250	0 + 300	+ 8.80 %	36°	--	100	1,2
0 + 300	0 + 350	+ 8.80 %	40°	--	100	1,2
0 + 350	0 + 400	+ 8.80 %	40°	--	100	1,2
0 + 400	0 + 450	+ 8.80 %	60°	40	60	2,3
0 + 450	0 + 500	+ 8.80 %	45°	50	50	3,10,16
0 + 500	0 + 550	- 4.00 %	45°	30	70	2,3
0 + 550	0 + 600	- 4.00 %	70°	60	40	3,4
0 + 600	0 + 650	+ 6.40 %	70°	70	30	2,3,5
0 + 650	0 + 700	+ 8.60 %	40°	40	60	2,3,5
0 + 700	0 + 750	+ 8.60 %	45°	--	100	2
0 + 750	0 + 800	+ 7.10 %	45°	--	100	2
0 + 800	0 + 850	+ 7.10 %	40°	--	100	2
0 + 850	0 + 905	+ 7.10 %	60°	70	30	2,5,3
0 + 905	0 + 945	+ 7.10 %	60°	60	40	5,6,7,3
0 + 945	1 + 000	+ 7.10 %	45°	60	40	3,5,6,7
1 + 000	1 + 030	+ 7.10 %	65°	70	30	2,5,7,3
1 + 030	1 + 100	+ 3.20 %	45°	70	30	5,7,3
1 + 100	1 + 150	- 2.60 %	42°	80	20	5,7,8,3
1 + 150	1 + 200	+ 4.60 %	72°	80	20	7,3,5,8

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	GRADIENTE DE LA SUBRASANTE	TALUD DEL TERRENO	% DE ROCA	% DE SUELO	NOTAS
1 + 200	1 + 250	+ 4.60 %	40°	40	60	2,5,8
1 + 250	1 + 300	+ 4.60 %	50°	70	30	7,5,3,8
1 + 300	1 + 340	- 4.20 %	45°	80	20	7,5,3
1 + 340	1 + 390	- 4.20 %	40°	50	50	2,5,3
1 + 390	1 + 450	- 4.20 %	66°	80	20	3,2
1 + 450	1 + 500	- 3.00 %	25°	50	50	2,5
1 + 500	1 + 550	- 3.00 %	20°	--	100	2
1 + 550	1 + 595	+ 2.80 %	40°	--	100	2
1 + 595	1 + 650	+ 2.80 %	60°	80	20	5,3,7
1 + 650	1 + 700	+ 2.80 %	70°	100	--	5,3
1 + 700	1 + 750	+ 2.80 %	35°	80	20	3,7,9
1 + 750	1 + 800	+ 2.80 %	65°	80	20	3,7
1 + 800	1 + 845	+ 2.80 %	65°	80	20	3,7
1 + 845	1 + 895	+ 2.80 %	65°	80	20	3,8,17
1 + 895	1 + 960	+ 2.80 %	65°	80	20	3,7
1 + 960	<b>2 + 005</b>	- 4.42 %	45°	60	40	9,7
<b>2 + 005</b>	2 + 055	- 4.42 %	50°	30	70	2,9,3
2 + 055	2 + 100	+ 8.00 %	65°	80	20	7,5,3
2 + 100	2 + 150	+ 2.20 %	45°	60	40	2,7,5,3
2 + 150	2 + 200	+ 2.20 %	40°	30	70	5,3,16
2 + 200	2 + 250	+ 2.20 %	45°	60	40	7,5,3
2 + 250	2 + 300	+ 2.20 %	45°	60	40	7,5,3
2 + 300	2 + 350	+ 2.20 %	40°	40	60	7,5,3
2 + 350	2 + 400	+ 2.20 %	45°	40	60	7,5,3

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	GRADIENTE DE LA SUBRASANTE	TALUD DEL TERRENO	% DE ROCA	% DE SUBLO	NOTAS
2 + 400	2 + 450	+ 2.20 %	43°	30	70	7,5,3
2 + 450	2 + 490	- 0.50 %	40°	30	70	2,7,5,3
2 + 490	2 + 540	+ 5.00 %	50°	60	40	2,7,5,3
2 + 540	2 + 590	+ 8.00 %	43°	30	70	16,5,3
2 + 590	2 + 640	+ 1.74 %	40°	40	60	2,3
2 + 640	2 + 700	+ 1.74 %	45°	20	80	2,3
2 + 700	2 + 745	+ 1.74 %	43°	--	100	2,7
2 + 745	2 + 775	+ 6.62 %	65°	60	40	7,9,3
2 + 775	2 + 825	+ 6.62 %	65°	80	20	7,9,3
2 + 825	2 + 870	- 4.10 %	65°	100	--	9,3
2 + 870	2 + 910	- 4.10 %	45°	50	50	9,3
2 + 910	2 + 960	- 4.10 %	45°	20	80	2,9,3
2 + 960	<b>3 + 010</b>	- 4.10 %	40°	10	90	2,9,3
<b>3 + 010</b>	3 + 060	- 4.10 %	65°	80	20	7,9,3
3 + 060	3 + 100	+ 4.10 %	65°	80	20	7,9,3
3 + 100	3 + 150	+ 4.14 %	60°	80	20	7,9,3,10
3 + 150	3 + 200	+ 4.14 %	65°	80	20	2,9,3
3 + 200	3 + 235	+ 4.14 %	70°	100	--	3
3 + 235	3 + 300	+ 3.48 %	65°	100	--	3
3 + 300	3 + 350	+ 3.48 %	60°	100	--	3
3 + 350	3 + 400	+ 3.48 %	60°	100	--	3
3 + 400	3 + 450	+ 3.48 %	65°	100	--	3
3 + 450	3 + 490	+ 3.48 %	50°	60	40	7,9,3
3 + 490	3 + 540	+ 3.48 %	45°	30	70	9,11

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	GRADIENTE DE LA SUBRASANTE	TALUD DEL TERRENO	% DE ROCA	% DE SUELO	NOTAS
3 + 540	3 + 580	+ 3.48 %	50°	60	40	7,9,3
3 + 580	3 + 625	+ 3.48 %	50°	40	60	7,9,3,17
3 + 625	3 + 672	- 6.20 %	45°	20	80	7,9,3,17
3 + 672	3 + 720	- 6.20 %	45°	20	80	7,9,3
3 + 720	3 + 770	- 6.20 %	50°	60	40	7,9,3
3 + 770	3 + 808	- 2.00 %	50°	70	30	7,9,3
3 + 808	3 + 854	+ 2.00 %	65°	100	--	9,3
3 + 854	3 + 902	+ 2.00 %	35°	70	30	9,3,12,10
3 + 902	3 + 968	+ 2.00 %	55°	50	50	9,3,12
3 + 968	<b>4 + 018</b>	+ 1.20 %	45°	50	50	2,9,17
<b>4 + 018</b>	4 + 060	+ 1.20 %	45°	20	80	2,9,17
4 + 060	4 + 110	+ 1.20 %	45°	40	60	7,9,17
4 + 110	4 + 155	+ 1.20 %	65°	90	10	7,9,3
4 + 155	4 + 205	+ 1.20 %	65°	100	--	3
4 + 205	4 + 265	+ 1.20 %	60°	100	--	3,8
4 + 265	4 + 306	0.00 %	60°	100	--	3,8
4 + 306	4 + 350	- 1.00 %	65°	100	--	3,8
4 + 350	4 + 400	- 1.00 %	50°	80	20	7,3,8
4 + 400	4 + 450	- 1.00 %	35°	60	40	2,7,3,8
4 + 450	4 + 482	- 1.00 %	45°	40	60	7,9,3
4 + 482	4 + 542	+ 3.80 %	50°	80	20	7,9,3
4 + 542	4 + 590	+ 3.80 %	35°	30	70	2,7,9,3
4 + 590	4 + 640	+ 3.80 %	35°	50	50	12,7,9
4 + 640	4 + 690	+ 3.80 %	40°	20	80	12,7,9

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	GRADIENTE DE LA SUBRASANTE	TALUD DEL TERRENO	% DE ROCA	% DE SUBLO	NOTAS
4 + 690	4 + 740	+ 3.80 %	40°	20	80	2,7,9
4 + 740	4 + 785	+ 2.50 %	35°	30	70	2,7,9
4 + 785	4 + 840	+ 2.50 %	30°	20	80	2,7,9
4 + 840	4 + 885	+ 2.50 %	35°	30	70	2,7,3
4 + 885	4 + 935	+ 2.50 %	35°	25	75	2,7,3
4 + 935	4 + 985	- 3.00 %	45°	25	75	2,7,3
4 + 985	5 + 025	- 3.00 %	40°	20	80	2,7,3
5 + 025	5 + 050	- 3.00 %	40°	20	80	2,7,3
5 + 050	5 + 100	- 3.00 %	40°	--	100	2,7,13
5 + 100	5 + 150	- 1.20 %	30°	--	100	2
5 + 150	5 + 200	- 5.00 %	30°	--	100	2,10
5 + 200	5 + 250	- 3.40 %	30°	--	100	2,10
5 + 250	5 + 300	- 3.40 %	45°	20	80	2,3,10
5 + 300	5 + 350	+ 3.40 %	25°	30	70	2,3
5 + 350	5 + 400	+ 3.40 %	45°	80	20	7,5,3,10
5 + 400	5 + 450	+ 3.40 %	60°	80	20	7,5,3
5 + 450	5 + 500	+ 3.40 %	50°	90	10	7,5,3
5 + 500	5 + 550	+ 3.40 %	40°	60	40	14,7,5,3
5 + 550	5 + 600	- 5.60 %	60°	80	20	14,7,3,10
5 + 600	5 + 650	- 3.00 %	40°	70	30	2,5,3
5 + 650	5 + 695	+ 2.60 %	65°	100	--	9,3
5 + 695	5 + 740	+ 1.30 %	70°	100	--	5,3
5 + 740	5 + 800	- 5.00 %	70°	100	--	5,3
5 + 800	5 + 850	- 5.00 %	70°	100	--	5,3

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	GRADIENTE DE LA SUBRASANTE	TALUD DEL TERRENO	% DE ROCA	% DE SUELO	NOTAS
5 + 850	5 + 900	- 5.00 %	55°	70	30	2,3,8
5 + 900	5 + 950	- 5.00 %	45°	70	30	2,3,8
5 + 950	6 + 000	- 5.00 %	35°	40	60	15,9,3
6 + 000	6 + 050	+ 1.80 %	40°	--	100	15
6 + 050	6 + 100	- 0.30 %	40°	--	100	15
6 + 100	6 + 150	- 0.30 %	35°	--	100	15,7
6 + 150	6 + 194	- 0.30 %	45°	--	100	12,3
6 + 194	6 + 240	- 0.30 %	50°	70	20	12,8,3
6 + 240	6 + 280	- 0.30 %	70°	80	20	12,17,3
6 + 280	6 + 325	+ 1.00 %	40°	60	40	13,5,3
6 + 325	6 + 370	+ 1.00 %	45°	60	40	5,3,17
6 + 370	6 + 430	+ 1.00 %	45°	50	50	2,3
6 + 430	6 + 480	+ 1.00 %	40°	50	50	3,2,17
6 + 480	6 + 530	+ 1.00 %	60°	80	20	2,5,3,17
6 + 530	6 + 585	+ 1.00 %	60°	100	--	5,3
6 + 585	6 + 632	+ 1.00 %	60°	100	--	5,3
6 + 632	6 + 680	+ 1.00 %	60°	100	--	5,3
6 + 680	6 + 730	- 1.90 %	25°	50	50	12,5,3
6 + 730	6 + 775	- 1.90 %	40°	--	100	12

## NOTAS

1. Terraza coluvial: formado por grava, arena y bloques de naturaleza ígnea; gravas y bloques subangulosos.
2. Suelo coluvial: formado por gravas, bloques y arenas subangulosas a angulosas de origen ígneo (granito) y finos.
3. Granito rosado de grano grueso, ligeramente alterado, fracturado y duro az, bz, cz.
4. Depósito coluvial: formado por bloques 70% y gravas 30%.
5. Granito rosado de grano grueso, extremadamente alterado, triturado muy débil a5, b5, c5.
6. Deslizamiento de suelo residual con 10% bloques. Prog.0+920-0+980.
7. Suelo residual, todo material rocoso se ha convertido en suelo, no se observa ni estructura ni fábrica, y no hay transporte de material.
8. Deslizamiento de roca del tipo planar.
9. Granito de grano grueso altamente alterado, muy fracturado y suave a4, b3, c4.
10. Eje de Quebrada.
11. Depósito coluvio-aluvio de origen sedimentario de calizas, lutitas areniscas: formado de gravas y bloques envuelto en arenas y limos; material de huayco.
12. Depósito coluvial; formado por 20% - 30% de bloques y gravas de 80%-70% de origen ígneo.
13. Deslizamiento de suelo residual. Prog.5+050-5+090.
14. Depósito coluvio-aluvio de origen fluvial, presencia de cantos rodados y fragmentos de rocas angulosas de origen ígneo y sedimentario.
15. Cono de Escombros; formado de bloques 60%, gravas 30% y arenas 10%.
16. Material de huayco.
17. Creep.
18. Deslizamiento de roca del tipo cuña.

### 5.3 ESTABILIDAD DE TALUDES.

El talud constituye la estructura más compleja de las vías terrestres; ligadas a su estabilidad aparecen los problemas más complicados de la Mecánica de Suelos y Mecánica de Rocas, aplicadas a la construcción de estas obras.

Entendiéndose por Estabilidad de un Talud a la Inclinación más apropiada de un corte o de un terraplén que se sostenga el tiempo necesario sin caerse, siendo los taludes estructuras que en general se deben proyectar y construir con una motivación esencialmente económica.

Muchas de las dificultades asociadas a los problemas de Estabilidad de Taludes involucra a la falla del talud, lo que se define como derrumbes o colapsos de toda índole, tienen diferentes modos de ocurrencia que han de ser concebidos y tratados de modo totalmente distinto en génesis, planteamiento y solución.

#### 5.3.1 CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN SUELO.

La inestabilidad de estos materiales dependen de varios factores como:

**a) Factores Geomorfológicos.**

a.1 Topografía de los alrededores y geometría del talud.

**b) Factores Internos.**

b.1 Propiedades mecánicas de los suelos constituyentes.

b.2 Estados de esfuerzos actuantes.

c) Factores Climáticos y concretamente el agua superficial y subterránea.

#### 5.3.1.1. Clasificaciones de las masas inconsolidados inestables.

##### a) Clasificación Geológica.

- Creep.  
Solifluxión.
- Deslizamientos.
- Desprendimientos.
- Hundimientos.
- Huaycos o flujo de lodo.

Existiendo además sub divisiones de estos tipos de movimientos que se pueden ubica en diferentes publicaciones sobre el tema.

##### b) Clasificación Geotécnica.

**Deslizamientos Nuevos.**- Producidos en terrenos no sometidos a roturas pre existentes.

**Deslizamientos Antiguos.**- Producidos o reactivados sobre superficies de cortes pre-existentes.

#### 5.3.1.2 Análisis de Estabilidad de Taludes en Suelo.

Los métodos clásicos de análisis de estabilidad de taludes se basan en el método del equilibrio límite de la respuesta de la masa deslizante por lo que se requieren:

- Definir una superficie potencial de deslizamiento a analizar.
- Definir las fuerzas exteriores actuantes unidas a la masa en deslizamiento.  
Cálculo previo de la presiones del agua que actúan en la supuesta superficie de rotura.

Con estas condiciones se establece el equilibrio límite entre las fuerzas que inducen el deslizamiento y las resistentes; se determina la resistencia al esfuerzo cortante  $\tau_m$ , que es necesario movilizar en el equilibrio límite o estricto, es decir en el momento en que se inicia el deslizamiento. De esa forma el coeficiente de seguridad de esa supuesta superficie de rotura podría definirse como la relación entre la resistencia al esfuerzo cortante disponible realmente a lo largo de dicha superficie,  $\tau$  y la que es necesario movilizar para el equilibrio estricto  $\tau_m$ .

Posteriormente es necesario analizar otras superficies de deslizamiento, cinemáticamente posibles hasta encontrar o acotar aquella que tenga el menor coeficiente de seguridad de rotura del talud y cuyo coeficiente de seguridad se toma como el talud en cuestión.

Se han considerado como métodos clásicos los siguientes:

- Las correspondientes a roturas planas en taludes indefinidos, utilizadas para el análisis de estabilidad de laderas naturales.
- Los que analizan el equilibrio total de una masa deslizante de desarrollo circular o loga-

rítmico.

- Los que suponen que la superficie de rotura da lugar al movimiento concentrado de varios bloques de terrenos, con una superficie de rotura de tipo poligonal.
- Los métodos de rebanadas de Bishop y Jambu.

De acuerdo a la clasificación geológica de las masas inestables, el único tipo que se presenta en este trabajo es el tipo Creep, que es un proceso más o menos continuo y por lo general lento de deslizamiento ladera abajo; suele afectar grandes áreas y el movimiento superficial se produce sin una transición brusca entre la parte superficial móvil (suelo residual-coluvial), y las masas inmóviles más profundas.

Según Terzaghi debe hablarse de dos tipos de Creep: el estacional que afecta sólo a la corteza superficial de la ladera que sufre la influencia de los cambios climáticos en forma de expansiones y contracciones térmicas, por humedecimiento o secado ocurre generalmente en el período lluvioso; y el masivo que afecta a capas de tierra más profundas no influenciada por efectos ambientales, y que en consecuencia sólo se puede atribuir al efecto gravitacional.

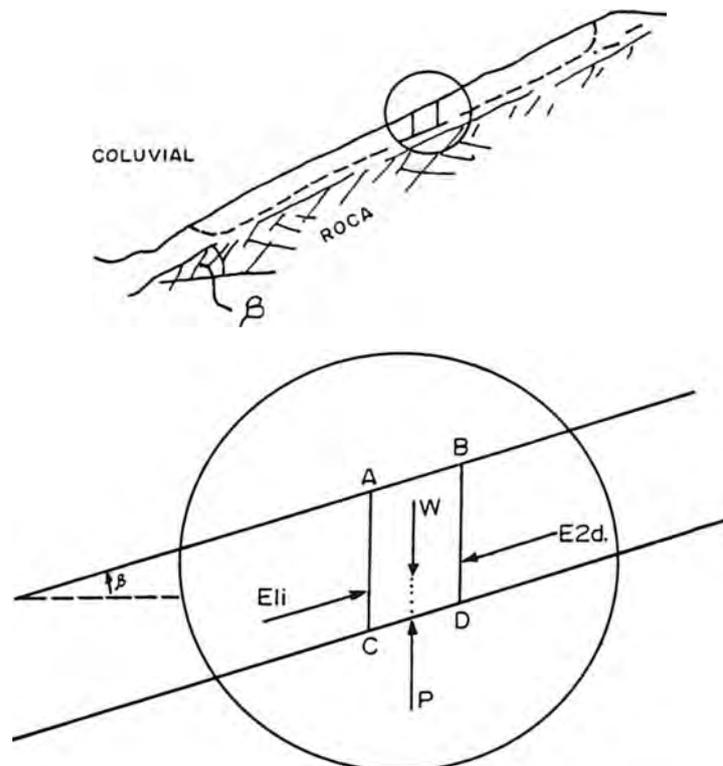
Las características para su localización son:

Inclinación de los árboles, partes y otros elementos similares; los que adoptan una posición perpendicular a la ladera en vez de su posición vertical.

Agrietamientos, escalonamientos, rotura de muros y de cualquier estructura longitudinal que pueda existir.

### Estabilidad de Taludes Indefinidos

En el caso de taludes indefinidos la rotura puede producirse por un plano paralelo al propio talud (Fig N°01); aunque en realidad no puede considerarse ningún talud como indefinido en muchas laderas naturales, puede efectuarse éste tipo de análisis puesto que la superficie de rotura viene a estar definida por el contacto prácticamente paralelo al talud, entre el terreno superficial (residual-coluvial) y la roca suprayacente.



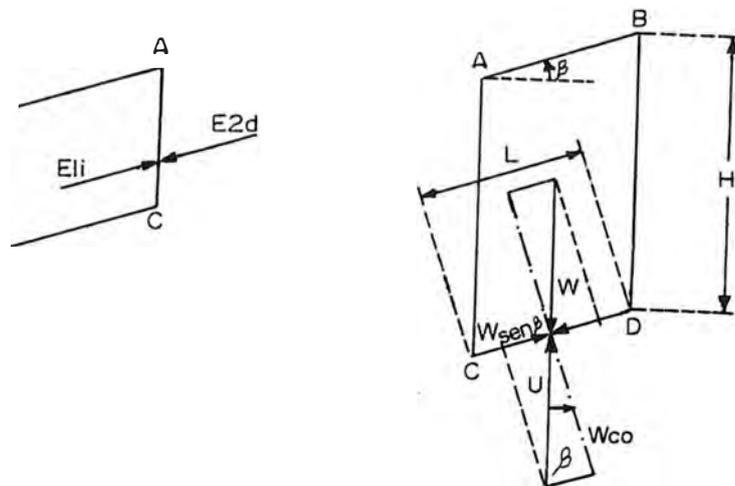


Fig. N° 01 .- Talud indefinido con deslizamiento plano.

En este caso por simetría basta analizar lo que sucede en un bloque o rebanada, el que está sometido lateralmente a los empujes o reacciones  $E_{1i}$  y  $E_{2d}$ ; mientras que en su base inferior es el propio peso ( $w$ ) del bloque considerado el que produce una fuerza tangencial deslizante (componente de  $w$  paralelo al talud) y dicho peso al mismo tiempo genera un mecanismo de rozamiento en dicha base (componente normal al talud) en función al rozamiento interno del terreno, el cual se opone al deslizamiento (componente tangencial o paralela al talud).

A este componente resistente debido al rozamiento, hay que añadir en su caso la que se derive de la posible existencia de un mecanismo resistente tipo cohesión.

Si no hay cohesión (caso más simple) el coeficiente de seguridad vendrá dado por:

$$F = \frac{\tau}{\tau_m} = \frac{\sigma \operatorname{tg} \phi}{\tau_m}$$

Siendo:

$$\sigma = \frac{w \cdot \operatorname{Cos} \beta}{L} = \delta H \operatorname{Cos}^2 \beta$$

$$\tau_m = \frac{w \cdot \operatorname{Sen} \beta}{L} = \delta H \operatorname{Sen} \beta \cdot \operatorname{Cos} \beta$$

Reemplazando se tiene:

$$F = \frac{\operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \beta}$$

Donde:

$\tau$  = Fuerzas resistentes al deslizamiento.

$\tau_m$  = Fuerzas que inducen el deslizamiento.

$\sigma$  = Esfuerzo normal.

$\phi$  = Angulo de fricción.

$\beta$  = Angulo del talud.

$\delta$  = Densidad de la roca.

$H$  = Altura del bloque.

$L$  = Longitud del bloque.

Si existiera una presión de agua  $U$  permanente y constante a lo largo de deslizamiento resultaría:

$$F = \frac{(\sigma - U) \operatorname{tg} \phi}{\tau_m}$$

Habitualmente se utiliza un coeficiente adimensional;  $ru$ , para definir la presión intersticial de la forma  $ru = u/\delta H$

Si existiera una red de filtración, cuyas líneas de corriente forme un ángulo  $\alpha$  con la horizontal, el factor  $ru$  puede tomarse:

$$ru = \frac{\delta w}{\delta} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

Donde:  $\delta w$  es el peso específico del agua,  $\delta$  peso específico del terreno si la filtración es paralela al talud (Materia de nuestro problema en que el agua discurre en el contacto suelo-roca o roca muy meteorizada-roca poco meteorizada), el factor  $ru$  resulta:

$$ru = \frac{h}{H} \cdot \frac{\delta w}{\delta} \operatorname{Cos}^2 \beta$$

Siendo  $h$  la altura de agua sobre la superficie de deslizamiento,  $H$  altura de la rebanada.

Luego el coeficiente de seguridad sería:

$$F = A \cdot \frac{\operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \beta}$$

Donde: El parámetro  $A$  es función de  $ru$  y  $\beta$ , se puede encontrar tabulado en la Fig.Nº02.

Si existe cohesión el proceso de análisis es similar:

$$F = \frac{(\sigma - u) \operatorname{tg} \phi + c'}{\tau_m}$$

La misma que puede llegar a escribirse como:

$$F = A \cdot \frac{\text{tg } \phi}{\text{tg } \beta} + B \frac{c'}{\delta H}$$

Donde: Siendo B un parámetro que depende solamente de la inclinación del talud  $B = (1/\text{Cos } \beta \cdot \text{Sen } \beta)$ , y que se halla tabulado en la Fig. N°02.

F; Para Ingeniería Civil es  $> 1.5$

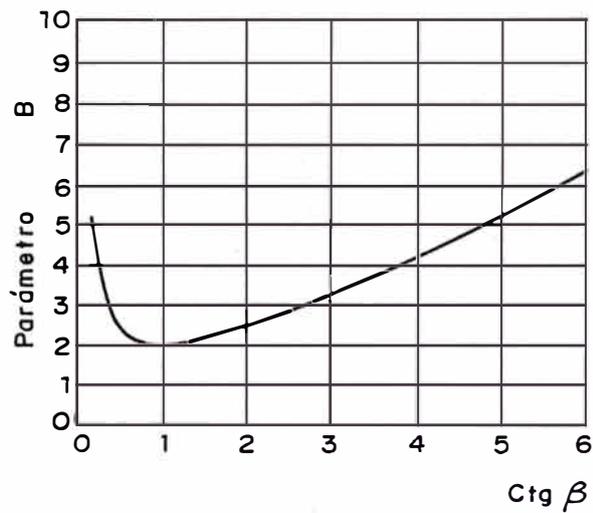
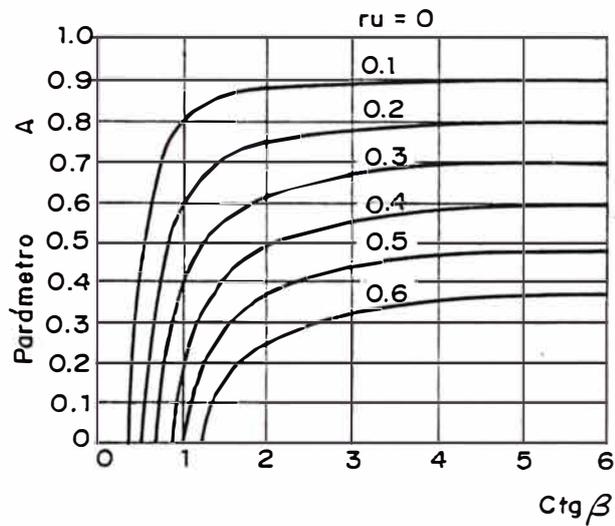


Fig. N° 02 .- Abacos para el cálculo de taludes indefinidos.

### 5.3.2 CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN ROCA.

#### a) Concepciones Teóricas.

Los principales factores que condicionan la rotura e inestabilidad de los taludes rocosos son:

- Estructura.
- Estratigrafía.
- Hidrogeología.
- Propiedades Geomecánicas del macizo rocoso.
- Estados tenso deformacionales.
- Cargas dinámicas.
- Otros.

#### **Estructura:**

La combinación de la estructura geológica del macizo rocoso y de las características geométricas del talud define en gran parte los problemas de estabilidad que se puedan presentar.

La dirección e inclinación de la cara del talud resulta definitiva frente a la estabilidad en estructuras de tipo compresivo o distensivo la existencia de esfuerzos residuales, con ellos es un ejemplo de la influencia estructural en la estabilidad de los taludes.

#### **Estratigrafía:**

Las características estratigráficas y litológicas son de gran importancia, tanto para el diseño de taludes como para el estudio previo de los problemas de estabilidad.

Uno de los aspectos que puede presentar dificultades frente a la estabilidad es la heterogeneidad de los materiales, la alternancia de rocas débiles y de rocas más resistentes hace que las propiedades geomecánicas sean muy variables y tengan distinto

comportamiento a las acciones que se puedan ejercer.

La anisotropía propia de los materiales rocosos afecta de una forma significativa a los taludes naturales o excavados.

#### **Hidrogeología:**

las presiones ejercidas por el agua en un talud, reduce su estabilidad al aumentar las presiones intersticiales, disminuyendo la resistencia del macizo rocoso.

Su efecto más importante es la reducción de la resistencia al corte de las discontinuidades, por la disminución de la tensión efectiva normal a ellas

$$\tau = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \phi$$

donde:

u = Presión de agua en la discontinuidad; la presencia de agua es común en la mayoría de las excavaciones profundas, ya que se suele cortar en ellas el nivel freático.

Así mismo hay que considerar el aporte externo del agua que puede causar problemas de estabilidad al crear fuertes presiones en las discontinuidades y grietas por las que se introduce (permeabilidad secundaria), siendo mayor el riesgo de rotura en periodos de fuertes lluvias, tras una fuerte tormenta o en época de deshielo.

#### **Propiedades Geomecánicas del Macizo Rcoso:**

El macizo rocoso está compuesto de roca intacta, red de discontinuidades y la roca meteorizada.

El comportamiento del macizo rocoso refleja todos estos componentes y viene determinada por las propiedades mecánicas de la matriz rocosa y el número y naturaleza de las discontinuidades geológicas; cuando este macizo es sometido a una variación de esfuerzos, estos afectarán a una amplia zona con respecto a la separación entre las fracturas, tendrán gran importancia las discontinuidades si la separación entre ellas es pequeña, por el contrario si la separación de las mismas es muy grande respecto a las dimensiones del talud, serán las propiedades de la roca intacta (matriz rocosa) las que controlarán el comportamiento del macizo.

Las propiedades mecánicas más significativas del macizo rocoso son: la densidad, la resistencia a la compresión simple, el módulo de elasticidad, el coeficiente de Poisson, la cohesión y el ángulo de rozamiento interno (fricción).

El estado de fracturación del macizo rocoso tiene una gran importancia en la inestabilidad. El tipo, espaciado, continuidad, persistencia, rugosidad, relleno, apertura y ondulación de las discontinuidades están íntimamente ligada con los parámetros resistentes de las mismas; así mismo la orientación y densidad de las familias de discontinuidades han de ser consideradas en los estudios de las propiedades de los macizos rocosos.

Las discontinuidades tales como: fallas, planos de estratificación, foliaciones, diaclasas, zonas de brechas, etc.; modifican las propiedades del macizo rocoso, reduciendo su resistencia (el máximo esfuerzo compresivo o distensivo que puede resistir antes de que se origine la rotura) que queda reflejada en la

fricción y cohesión.

La resistencia al corte es el parámetro principal a considerar en el estudio de las propiedades geomecánicas de las discontinuidades.

$$\tau = c + \sigma_n \operatorname{tg} \phi$$

Siendo los factores que intervienen en el comportamiento de estos frente al esfuerzo cortante:

- Rugosidad.
- Espesor y tipo de Relleno.
- Tensiones normales al plano de corte.
- Presencia de agua.
- orientación del esfuerzo cortante.

Estos factores afectan a los componentes cohesiva y friccional de la resistencia al corte de la discontinuidad.

La resistencia de la matriz rocosa está influenciada por el tamaño de los cristales, su orientación (que da lugar a la anisotropía del material), su fábrica y por la cantidad de microfisuras y grietas.

La descripción de la textura de la roca y su fábrica nos indican sus propiedades mecánicas íntimamente relacionadas con los enlaces interpartículas y los defectos cristalinos.

El análisis de la fábrica de la roca consistente en la orientación y forma de los granos, los contactos entre estos, el tipo de matriz o cemento y las microformas podrían influir en su comportamiento

mecánico.

Según Goodman (1980), la fisuración a pequeña escala de la roca tiene influencia en sus módulos elásticos, esfuerzos tensionales (reduciéndolos), velocidad de las ondas sísmicas, resistividad y conductividad.

Esta fisuración refleja la historia sufrida por una roca, y puede ser generada por:

- Cambios bruscos de temperatura.
- Como consecuencia de una deformación.
- Por descarga sufrida sobre la roca.

Las propiedades de la matriz rocosa, así como la evaluación de su resistencia son importantes por el hecho de que una rotura puede propagarse a través de ella.

La evaluación del grado de meteorización de la roca es importante, ya que pueden variar considerablemente las propiedades geomecánicas de la misma.

La roca al ser meteorizada sufre modificación en su composición o estructura, siendo los efectos de esta la fracturación de la roca, cambios de volumen, arranque de partículas, disolución y otra serie de reacciones químicas, etc., que se pueden producir simultáneamente, el aspecto que presenta continúa siendo rocoso, pero su resistencia no se puede considerar como tal.

La variación de la calidad de la roca ocurre tanto lateral como verticalmente.

### Estados Tenso-Deformacionales:

El estado tensional (o de esfuerzos) que existe en un punto de un macizo rocoso es función de todos los procesos geológicos que han actuado sobre él, siendo los siguientes:

- Tensiones Verticales.
- Tensiones Horizontales.
- Tensiones relacionados con la presión de fluidos.
- Esfuerzos tectónicos.

No es posible conocer con precisión los eventos ocurridos e incluso conociendo la historia geológica completa de una región al no conocer las propiedades y comportamiento de las rocas; bajo esfuerzos de larga duración no se podría determinar el estado tensional, solamente la medición en el propio terreno dará una estimación del estado tensional.

### Cargas Dinámicas:

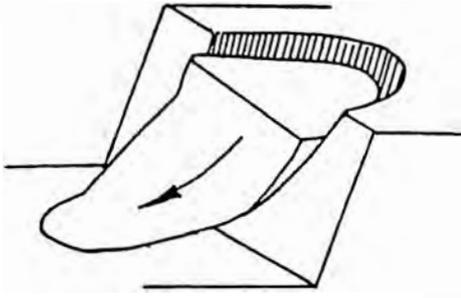
Las cargas dinámicas incluyen los efectos que sobre los taludes de las explotaciones a cielo abierto tienen los movimientos sísmicos naturales e inducidos, y las vibraciones producidas por voladuras.

### b) Principales tipos de Fallas de Taludes en Roca:

- Falla Circular.
- Falla Planar.
- Falla en Cuña.
- Falla por Volteo.

Se muestran en la *Fig. N°03*.

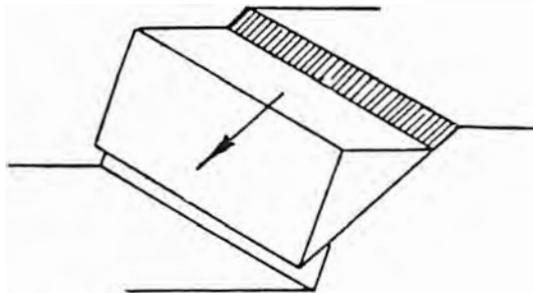
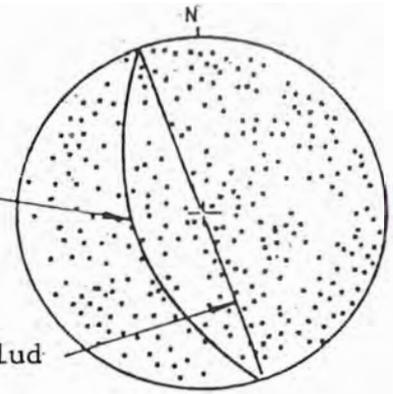
En el presente estudio solo trataré dos tipos de fallas; Planar y en Cuña, las que se van a presentar en este trazo con mayor frecuencia.



a) Falla circular en suelo, material de desmonte o roca fuertemente in temperizada en ausencia de rasgos estructurales definidos

Círculo mayor que representa la cara del talud

Cresta del talud



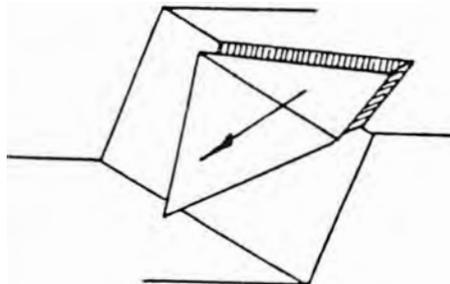
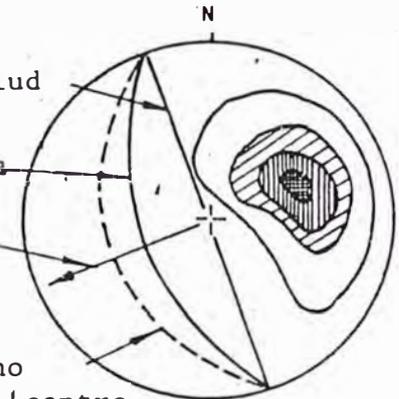
b) Falla planar en roca que presenta rasgos estructurales definidos (tal como la pizarra)

Cresta del talud

Círculo mayor que representa la cara del talud

Dirección de deslizamiento

Círculo mayor que representa el plano correspondiente al centro de la concentración de polos



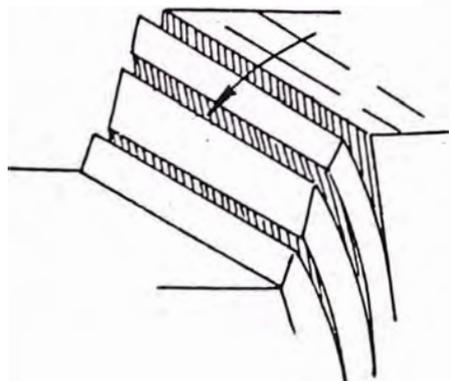
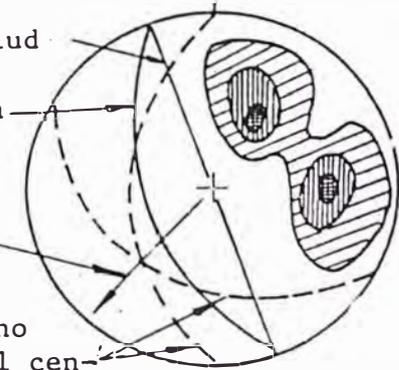
c) Falla de cuna sobre dos discontinuidades que se intersectan

Cresta del talud

Círculo mayor que representa la cara del talud

Dirección de deslizamiento

Círculo mayor que representa el plano correspondiente al centro de la concentración de polos

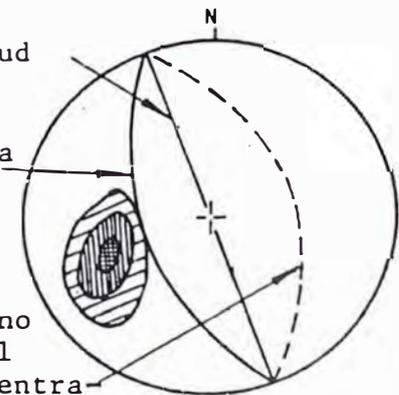


d) Falla por desplome en roca competente con estructura columnar separada por discontinuidades con buzamiento fuerte

Cresta del talud

Círculo mayor que representa la cara del talud

Círculo mayor que representa el plano correspondiente al centro de la concentración de polos



## 1) Falla Planar:

### **Condiciones para la Rotura.-**

El deslizamiento planar es aquel que se produce a través de un plano preferentemente de discontinuidad.

Los tipos de roturas planas más frecuentes son:

- Rotura por un plano paralelo a la cara del talud.

Rotura por un plano que pasa por el pie del talud o aflora en la cara del mismo.

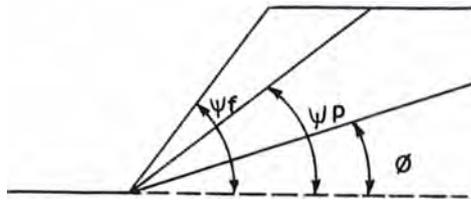
Rotura por un plano que pasa por el pie del talud y grieta de tracción.

- Rotura por un plano de discontinuidad y con rotura al pie del talud, con o sin grieta de tracción.

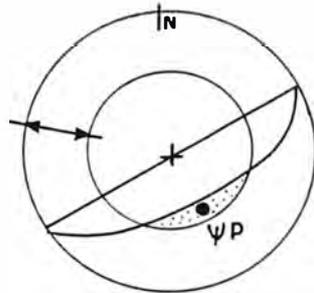
El tipo de rotura se elegirá de acuerdo a la distribución y características de las discontinuidades en un talud.

### **Condiciones Geométricas.-**

Las roturas por planos que pasan por el pie del talud o afloran en él, se producirán cuando se cumpla la condición geométrica siguiente:



Condición para que se deslice:



$$\psi_f > \psi_p > \phi$$

$\phi$  = roz. interno

$\psi_p$  = ang. discontinuid.

$\psi_f$  = ang. talud.

- El plano de la discontinuidad debe ser paralelo o casi paralelo al talud ( $\pm 20^\circ$ ).
- El plano de la discontinuidad debe aflorar en el talud o a su pie .
- El buzamiento de la discontinuidad debe ser mayor que su ángulo de rozamiento interno.

## 2) Falla en Cuña:

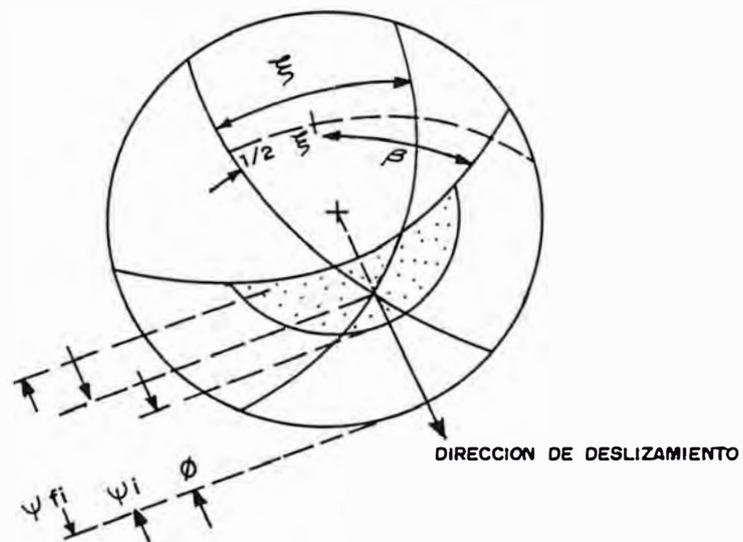
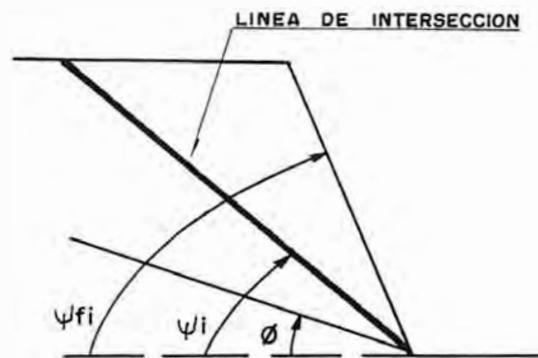
**Condiciones para la Rotura.-**

La rotura en cuña queda definida por dos planos de discontinuidad o dos familias de ellas, cuya línea de intersección aflora en el talud, la que debe cumplir las mismas condiciones geométricas que la línea de rotura del deslizamiento planar.

Para que se produzca la rotura ambos planos de discontinuidad han de aflorar en la superficie del talud o bien ha de existir otro plano que individualice la cuña.

$\psi_{fi} > \psi_i > \phi$ . debe ser cumplida; se medirá en la dirección a  $90^\circ$  de la línea de intersección.

### Condiciones Geométricas.-



Influyen en la estabilidad de los taludes las características de los sistemas de discontinuidades, así como la de las fallas mayores; ya que de ocurrir deslizamientos estos normalmente serán a lo largo de las discontinuidades, las que al ser imposible mapearlas por ser tan numerosos se hace necesario analizarlas estadísticamente.

**Método Analítico simplificado para:**

- Cohesión = 0.
- Presión de Agua = 0.
- Tensión de Anclajes = 0.
- Aceleración = 0.

$$F = A \operatorname{tg} \phi_a + B \operatorname{tg} \phi_b$$

Siendo: A y B factores adimensionales que son función de la orientación de los planos.  
 $\phi_a$  y  $\phi_b$ , ángulos de rozamiento interno.  
A es el plano menos inclinado.

La Fig. N204 muestra abacos para diferencias de buzamiento de  $0^\circ$  y  $10^\circ$ , existiendo en la literatura especializada los demás abacos para otros ángulos de diferencia de buzamiento.

ABACOS PARA EL CALCULO DE ESTABILIDAD DE CUÑAS PARA CONDICIONES FRICCIONALES

$$F = A \cdot \text{tg} \cdot \theta_a + B \cdot \text{tg} \cdot \theta_b$$

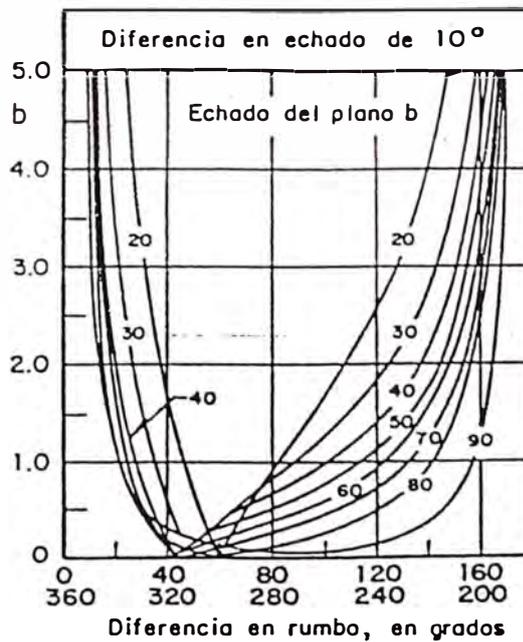
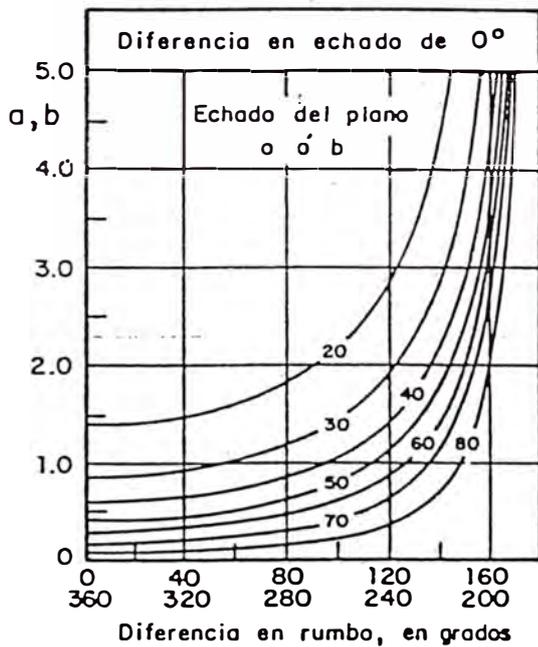
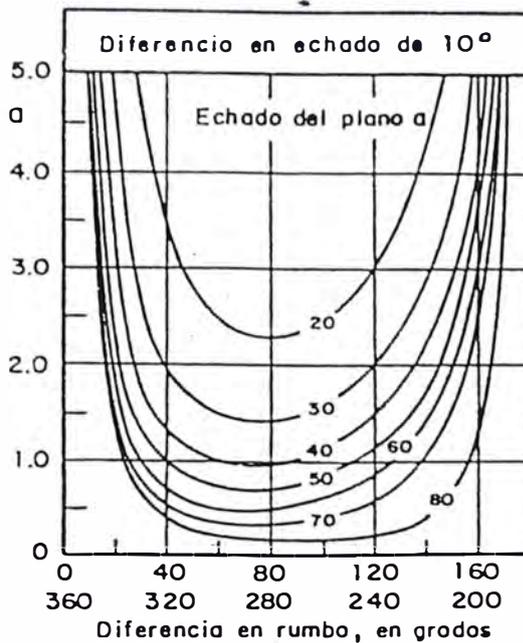
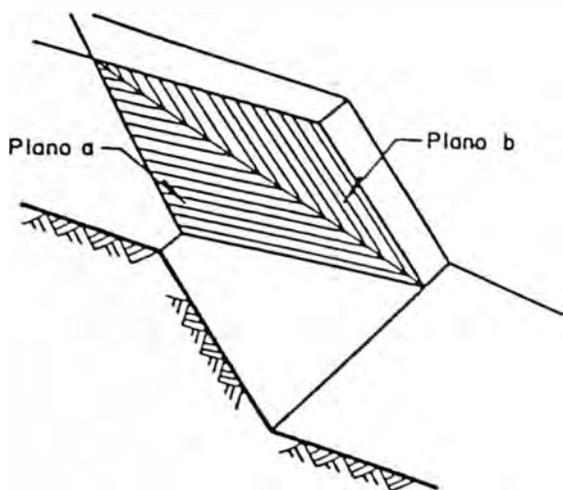


FIG Nº 04 Valores de a y b. Diferencia en echados igual a 0° y 10°

### **c) Análisis Geométrico de la Estabilidad:**

Para este análisis se considera que las discontinuidades del macizo rocoso representan a la población, y cada parte de la población es denominada muestra; la muestra es seleccionada de manera que se analiza sus propiedades, tales como orientación (buzamiento y dirección de buzamiento), longitud, espaciamiento, tipo, abertura, relleno, rugosidad y ondulación. El muestreo estadístico en Ingeniería Geológica se realiza mediante el mapeo estructural que pueden ser realizados por varios métodos, entre las que tenemos el mapeo por líneas de detalle.

A lo largo del estudio se hicieron 5 estaciones de líneas de detalle en afloramientos rocosos con un registro total de 573 discontinuidades, ubicadas en la progresivas:

0+120    0+180  
1+100 - 1+400  
1+650 - 1+900  
4+200 - 4+450  
5+800 - 5+950.

Analizándose estos datos con la ayuda de los programas de computo; primero se analizó con el programa DIPS (Diederichs & E. Hoeck University of Toronto), que permite obtener la proyección estereográfica de polos (buzamiento y dirección de buzamiento) de los distintos tipos de discontinuidades; obteniéndose los gráficos de concentración de polos que permiten identificar las familias de discontinuidades presentes en el macizo rocoso. (Fig 1,2,3,4,5).

Las discontinuidades se analizaron por estaciones de líneas de detalle; luego se empleó el programa SCANL,

que efectúa el análisis estadístico de las características geomecánicas de las discontinuidades para cada familia determinada con el programa DIPS, las que se adjuntan.

Del análisis realizado se determinaron un total de ocho familias de discontinuidades, cuyas orientaciones promedio se indican como sigue:

FAMILIAS	ORIENTACION PROMEDIO	
	Direcc. Buzam.	Buzamiento
1	N 63°-64°	52°-73°
2	N 02°	66°
3	N 41°-48°	55°-60°
4	N 89°	83°
5	N260°-262°	44°-69°
6	N 214°	28°
7	N 350°	64°
8	N275°-285°	22°-55°

Teniendo las siguientes características la familia 4 (N89°/83°), corresponde a una familia que se presenta con mayor frecuencia en el área (NS/Sub vertical) son persistentes, y tienen relación con los esfuerzos de compresión que han afectado los Andes Centrales y cuya dirección es EO a NOO, originando fallas tensionales y compresivas en los macizos rocosos.

La familia 5 (N260°-262°/44°-69°) se presenta en el área con menor frecuencia y son muy locales, corresponden a fracturas de relajamiento a lo largo de fracturas preexistentes.

Las familias 2(N02°/66°), 7(N350°/64°); tienen las siguientes características: su abertura de angosta a muy angosta con decoloración en superficie y rellenas de arcilla inactiva, ligera a moderadamente rugosa.

La familia 3(N41°-48°/55°-60°), la abertura es de cerrada a muy angosta, con decoloración en las paredes y rellena de arcilla inactiva, ligeramente rugosa y poco ondulante.

La familia 6(N214°/28°), son ligeramente cerradas con decoloración en las paredes, ligeramente rugosa y ondulante.

La familia 8(N275°-285°/22°-55°), son fracturas con abertura muy angosta a angosta, con decoloración en sus paredes y relleno de fragmentos de roca y arenas, ligeramente a moderadamente rugosa y poco ondulante.

De todo lo expuesto se realizó el análisis de estabilidad de taludes respectivos en las progresivas donde se realizaron las mediciones de líneas de detalle, lo que se muestran en las Figuras (1A, 2A, 3A, 4A, 5A).

Las condiciones para el modelo de falla planar se ubican en las estaciones siguientes:

ESTACION PROGRESIVA	PROGRESIVA	ORIENTACION/TALUD		ORIENTAC./FAMILIAS		FAMILIA
		Dirc.Buzam.	Buzam.	Dirc.Buzam.	Buzam.	
1+100 - 1+350	1+100 - 1+200	N 45°	70°	N 41°	60°	1
	1+250 - 1+300	N 50°	62°	N 41°	60°	1
1+650 - 1+900	1+850 - 1+900	N 100°	70°	N 112°	40°	3
4+200 - 4+450	4+200 - 4+330	N 75°	70°	N 64°	52°	2
	4+380 - 4+420	N 60°	55°	N 64°	52°	2
5+800 - 5+950	5+850 - 5+920	N 65°	75°	N 63°	73°	1

Las condiciones para el modelo de falla en cuña se ubican en las estaciones siguientes:

ESTACION PROGRESIVA	PROGRESIVA	ORIENTACION/TALUD		ORIENTAC./FAMILIAS		FAMILIA
		Dirc.Buzam.	Buzam.	Dirc.Buzam.	Buzam.	
0+120 - 0+180	0+120 - 0+150	N 20°	65°	N 48°	55°	2
				N 89°	83°	3
	0+150 - 0+180	N 10°	65°	N 48°	55°	2
				N 89°	83°	3

El Cuadro Nº 5.3 muestra el Análisis de Estabilidad respectivo.

C. H. CHIMAY

VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA Prg. 0+120-0+180.

0

DIP/DIPDIRECTION

0

NO QUANTITY

0

NUMBER	;DIP	;DIRECTION;
1	36	270
2	15	300
3	67	060
4	05	250
5	60	050
6	45	055
7	83	300
8	52	060
9	35	120
10	85	170
11	40	000
12	22	240
13	65	025
14	90	030
15	64	145
16	46	120
17	57	160
18	90	335
19	58	120
20	42	010
21	86	090
22	77	080
23	72	090
24	27	050
25	78	090
26	37	040
27	75	145
28	78	090
29	50	130
30	85	090
31	43	040
32	52	040
33	43	145
34	47	260
35	55	050
36	52	040
37	53	030

38	16	280
39	39	230
40	10	250
41	15	200
42	20	260
43	20	290
44	55	120
45	70	090
46	55	060
47	83	330
48	50	010
49	65	060
50	07	170
51	70	025
52	84	260
53	61	030
54	50	060
55	84	340
56	55	050
57	85	150
58	52	140
59	50	020
60	58	021
61	70	100
62	82	310
63	60	350
64	25	280
65	60	350
66	22	260
67	84	090
68	43	240
69	68	345
70	87	090
71	15	270
72	57	140
73	60	320
74	57	005
75	40	125
76	56	025
77	26	280
78	82	160
79	57	040
80	40	130
81	40	130
82	63	150
83	30	275
-1		

C. H. CHIMAY  
VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA Prg.1+100-1+400.

0  
DIP/DIPDIRECTION

0  
NO QUANTITY

0  
NUMBER ;DIP ;DIRECTION;  
1 60 40  
2 60 40  
3 83 146  
4 60 40  
5 40 146  
6 60 40  
7 60 40  
8 60 40  
9 83 146  
10 60 40  
11 22 296  
12 60 40  
13 83 146  
14 60 40  
15 22 205  
16 22 205  
17 60 40  
18 60 40  
19 60 40  
20 62 205  
21 62 40  
22 62 40  
23 62 40  
24 62 40  
25 62 40  
26 62 40  
27 62 40  
28 62 40  
29 62 40  
30 62 45  
31 28 215  
32 62 45  
33 28 215  
34 62 45  
35 28 215  
36 62 45  
37 28 215  
38 62 45  
39 62 45  
40 28 215  
41 28 215  
42 28 215  
43 62 45  
44 62 45  
45 62 45  
46 28 215

47	62	45
48	62	45
49	28	215
50	28	215
51	28	215
52	62	45
53	62	45
54	28	215
55	28	215
56	62	45
57	62	45
58	62	45
59	28	215
60	62	45
61	62	45
62	28	215
63	62	45
64	62	45
65	28	215
66	62	45
67	28	215
68	28	215
69	28	215
70	62	45
71	28	215
72	28	215
73	62	45
74	28	215
75	85	200
76	85	200
77	85	200
78	85	180
79	85	200
80	85	170
81	85	255
82	10	285
83	30	290
84	30	290
85	25	310
86	85	45
87	85	45
88	65	310
89	65	310
90	55	170
91	55	170
92	50	280
93	89	180
94	50	280
95	89	180
96	54	35
97	89	180
98	89	180
99	54	35
100	54	35
101	25	280

102	65	35
103	25	280
104	54	35
105	25	280
106	54	35
107	89	180
108	89	180
109	89	180
110	89	180
111	89	180
112	89	180
113	54	35
114	25	280
115	54	35
116	54	35
117	54	35
118	89	180
119	68	35
120	68	35
121	25	280
122	68	35
123	68	35
124	68	35
125	25	280
126	25	280
127	61	35
128	45	172
129	25	280
130	61	48
131	61	48
132	70	8
133	61	48
134	61	48
135	25	280
136	25	280
137	25	280
138	70	8
139	70	8
140	70	8
141	70	8
142	70	8
143	70	8
144	70	8
145	70	8
146	43	80
147	67	125
148	67	125
149	43	80
150	43	80
151	43	80
152	67	125
153	70	8
154	70	8
-1		

C. H. CHIMAY

VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA Prg.1+650-1+900.

0

DIP/DIPDIRECTION

0

NO QUANTITY

0

NUMBER ;DIP ;DIRECTION;

1	45	256
2	65	350
3	45	256
4	45	256
5	45	256
6	65	350
7	45	256
8	90	301
9	65	350
10	45	256
11	42	113
12	45	256
13	65	350
14	47	266
15	42	113
16	65	350
17	42	113
18	42	113
19	66	275
20	44	266
21	50	115
22	50	115
23	44	266
24	44	266
25	44	266
26	44	266
27	50	115
28	44	266
29	44	266
30	50	115
31	44	266
32	44	266
33	44	266
34	44	266
35	50	115
36	44	266
37	44	266
38	50	115
39	50	115
40	67	352
41	67	352
42	67	352
43	67	352
44	67	352
45	67	352
46	52	25

47	52	25
48	67	352
49	52	25
50	23	205
51	23	205
52	69	330
53	69	110
54	82	340
55	84	174
56	20	195
57	84	174
58	84	174
59	20	195
60	84	174
61	20	195
62	82	84
63	84	174
64	20	195
65	20	195
66	20	195
67	82	84
68	82	84
69	20	195
70	20	195
71	82	290
72	85	174
73	82	84
74	20	195
75	84	174
76	84	174
77	76	290
78	82	84
79	82	6
80	62	348
81	82	84
82	82	6
83	82	6
84	82	6
85	85	6
86	82	84
87	82	84
88	62	348
89	82	6
90	62	348
91	62	348
92	62	348
93	82	84
94	82	6
95	76	290
96	76	290
97	62	348
98	62	348
99	76	290
100	62	348
101	76	132

102	76	132
103	32	281
104	78	230
105	76	132
106	70	230
107	76	132
108	32	281
109	32	281
110	78	230
111	76	132
112	32	281
113	78	230
114	30	277
115	79	195
116	79	195
117	79	195
118	79	195
119	30	277
120	87	276
121	87	276
122	87	276
123	35	110
124	35	110
125	36	286
126	35	110
127	36	286
128	36	286
129	88	104
130	35	110
131	87	276
132	36	286
133	36	286
134	36	286
135	36	286
136	59	53
137	36	269
138	65	115
139	65	115
140	36	269
141	65	115
142	36	286
143	59	53
144	65	115
145	59	53
146	36	269
147	65	115
-1		

C. H. CHIMAY

VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA, Prog.4+200-4+450.

0

DIP/DIPDIRECTION

0

NO QUANTITY

0

NUMBER	;DIP	;DIRECTION;
1	080	065
2	080	065
3	080	065
4	080	065
5	000	060
6	000	060
7	000	060
8	060	050
9	060	050
10	010	065
11	060	025
12	060	025
13	060	025
14	060	025
15	085	090
16	085	090
17	085	090
18	085	090
19	095	065
20	095	065
21	210	025
22	210	025
23	210	025
24	210	025
25	050	085
26	050	085
27	120	080
28	120	080
29	120	080
30	100	070
31	100	070
32	100	070
33	110	075
34	110	075
35	110	075
36	110	075
37	110	075
38	025	055
39	025	055
40	025	055
41	340	035
42	340	035
43	340	035
44	340	035
45	340	035
46	110	075

47	110	075
48	110	075
49	110	075
50	110	075
51	060	065
52	060	065
53	300	030
54	300	030
55	300	030
56	045	065
57	045	065
58	045	065
59	050	065
60	050	065
61	050	065
62	320	065
63	320	065
64	320	065
65	300	065
66	300	065
67	300	065
68	310	070
69	090	090
70	090	090
71	090	090
72	090	090
73	100	045
74	100	045
75	100	045
76	100	045
77	100	045
78	020	055
79	020	055
80	020	055
81	070	060
82	320	085
83	330	085
84	330	085
85	110	090
86	110	090
87	110	090
88	065	060
89	100	085
90	100	085
91	010	065
92	100	080
93	100	080
94	320	060
95	350	060
96	350	085
97	050	060
98	050	060
99	050	060
100	110	085
101	110	085
102	110	085
103	260	045
104	260	035
105	260	040
106	260	045
107	260	040

C. H. CHIMAY

VARIANTE DE CARRETERA UCHUBAMBA Prq. 5+800-5+950

0

DIP/DIPDIRECTION

0

NO QUANTITY

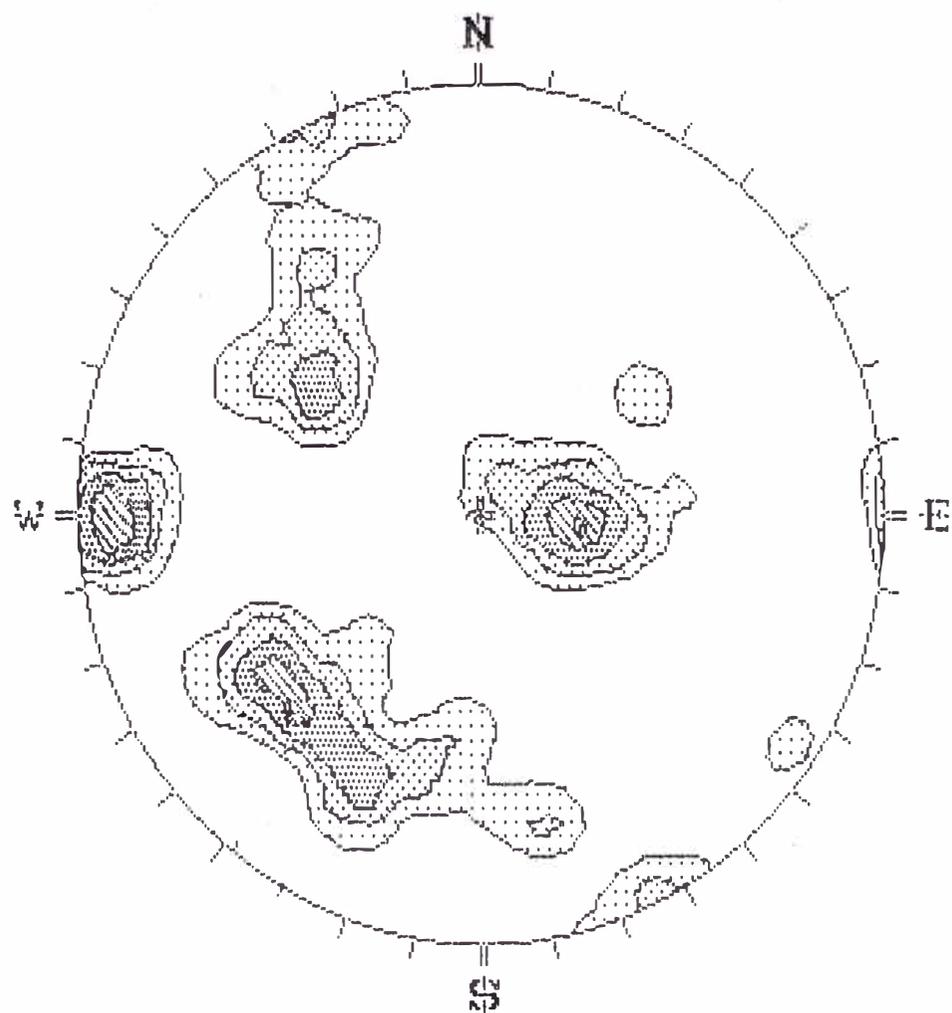
0

NUMBER	:DIP	:DIRECTION;
1	75	061
2	75	061
3	77	079
4	66	001
5	47	314
6	86	070
7	87	074
8	52	313
9	48	318
10	78	178
11	41	036
12	35	035
13	57	072
14	75	061
15	74	063
16	53	077
17	82	086
18	85	110
19	85	110
20	85	110
21	85	110
22	77	070
23	89	060
24	70	185
25	40	182
26	75	062
27	75	008
28	75	008
29	66	360
30	78	063
31	55	282
32	55	282
33	67	061
34	68	062
35	50	176
36	72	280
37	54	283
38	50	185
39	55	060
40	54	062
41	70	070
42	60	180
43	60	180
44	60	180
45	72	201
46	65	080

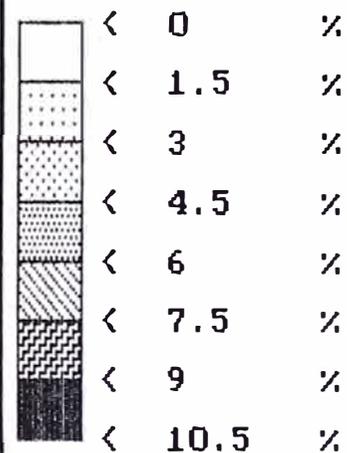
47	65	080
48	60	296
49	48	217
50	54	211
51	64	302
52	50	295
53	64	063
54	68	351
55	40	032
56	49	026
57	73	313
58	77	317
59	57	215
60	65	360
61	80	213
62	51	240
63	67	244
64	64	242
65	66	245
66	61	314
67	67	316
68	70	211
69	62	229
70	61	234
71	57	232
72	66	001
73	53	009
74	65	360
75	71	064
76	55	024
77	54	281
78	53	288
79	55	286
80	55	282
81	72	063
82	64	002
-1		

VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA

CONTOUR PLOT



FISHER POLE  
CONCENTRATIONS  
% of total per  
1.0 % area



EQUAL AREA  
LWR. HEMISPHERE

83 POLES  
83 ENTRIES

NO BIAS  
CORRECTION

PROGRESIVA 0+120-0+180

FIGURA N° 1

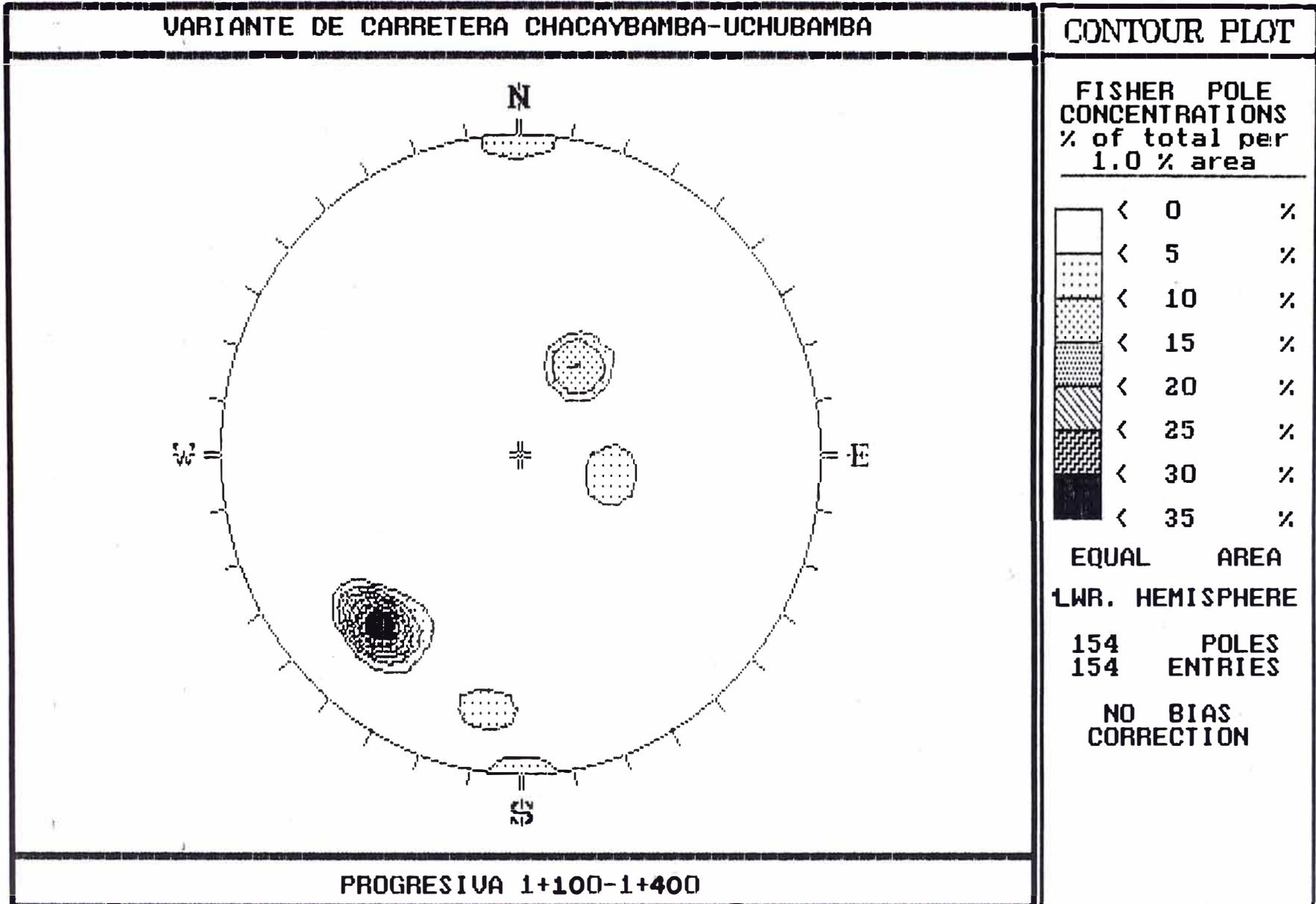


FIGURA Nº 2

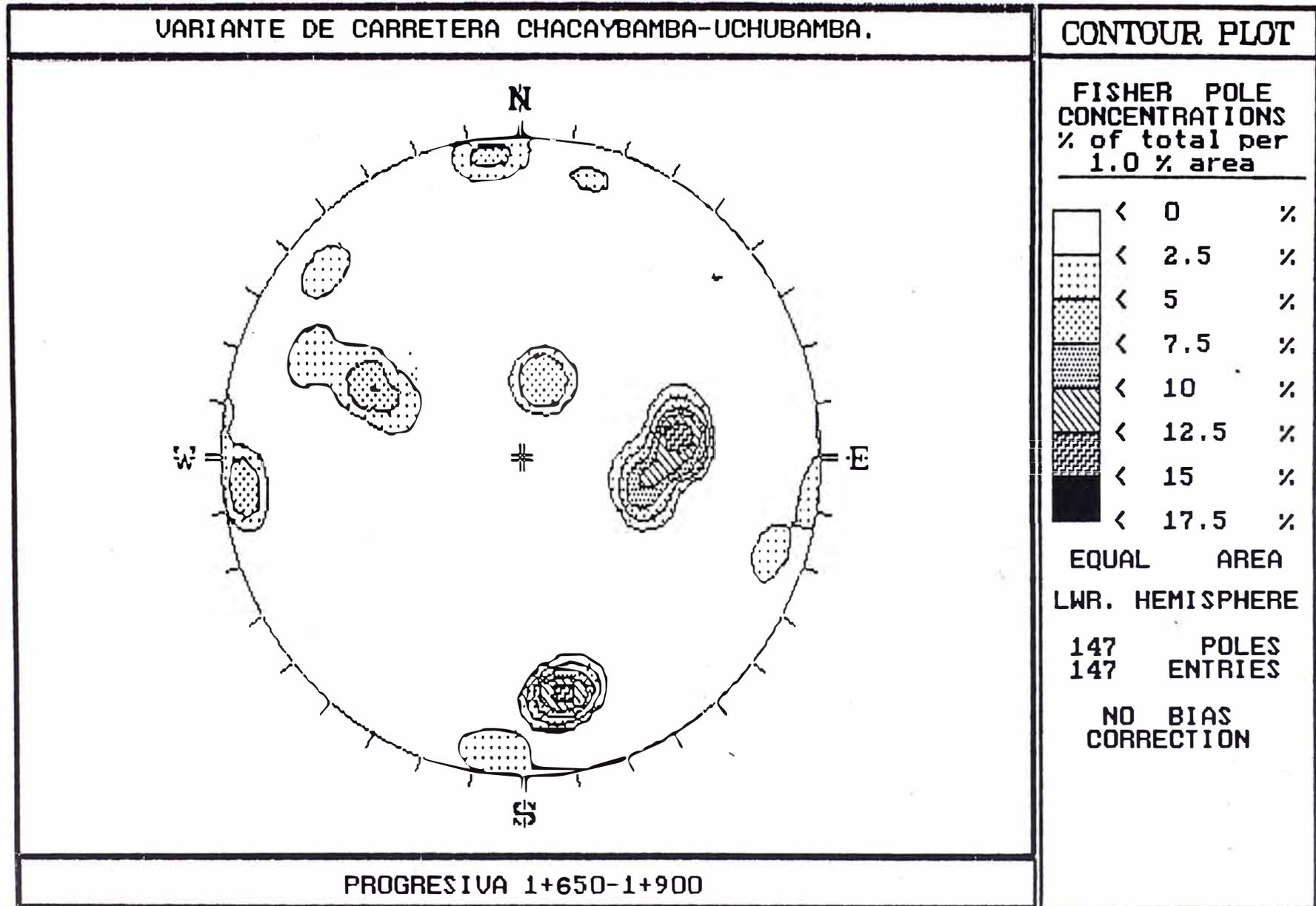


FIGURA Nº 3

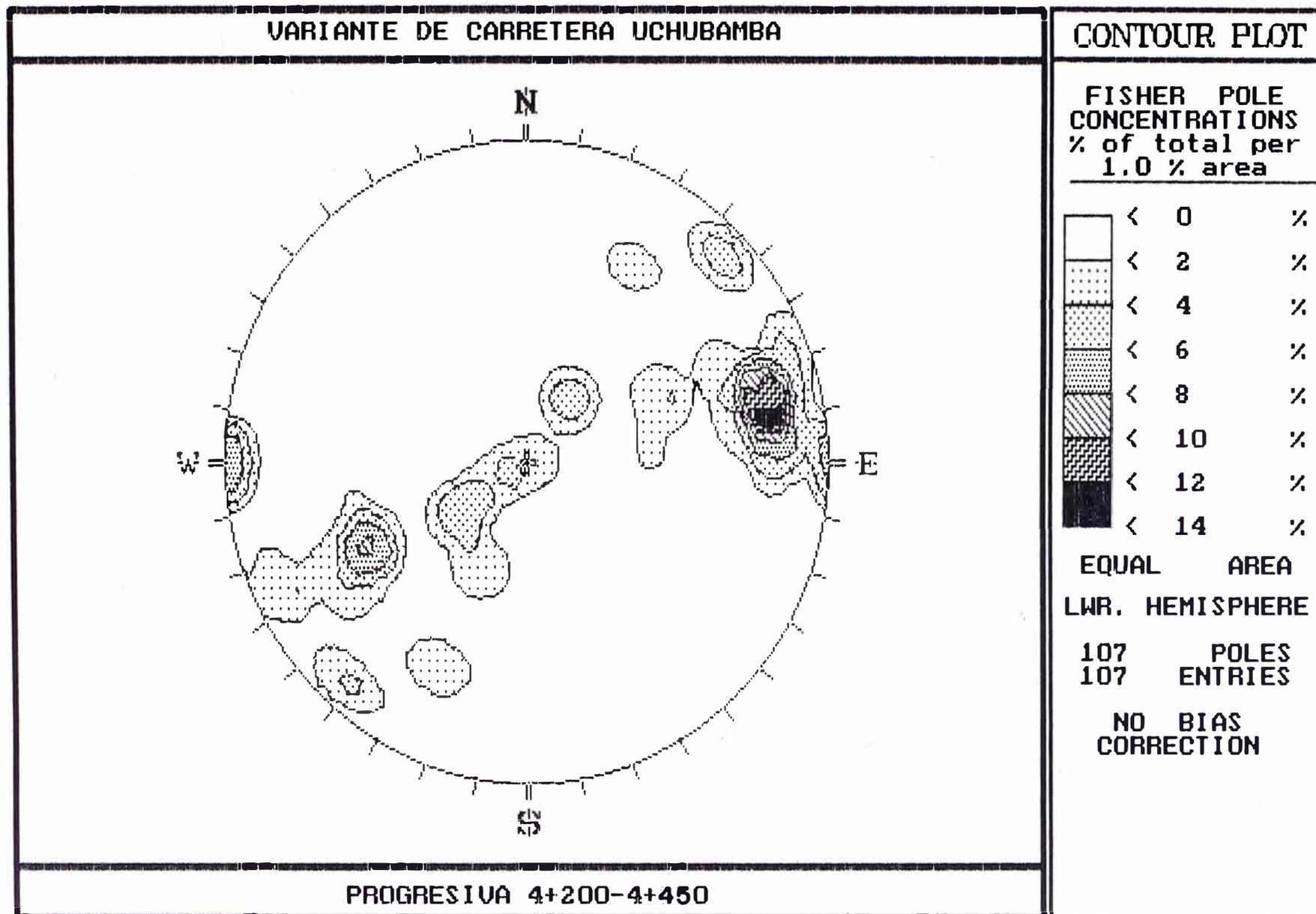
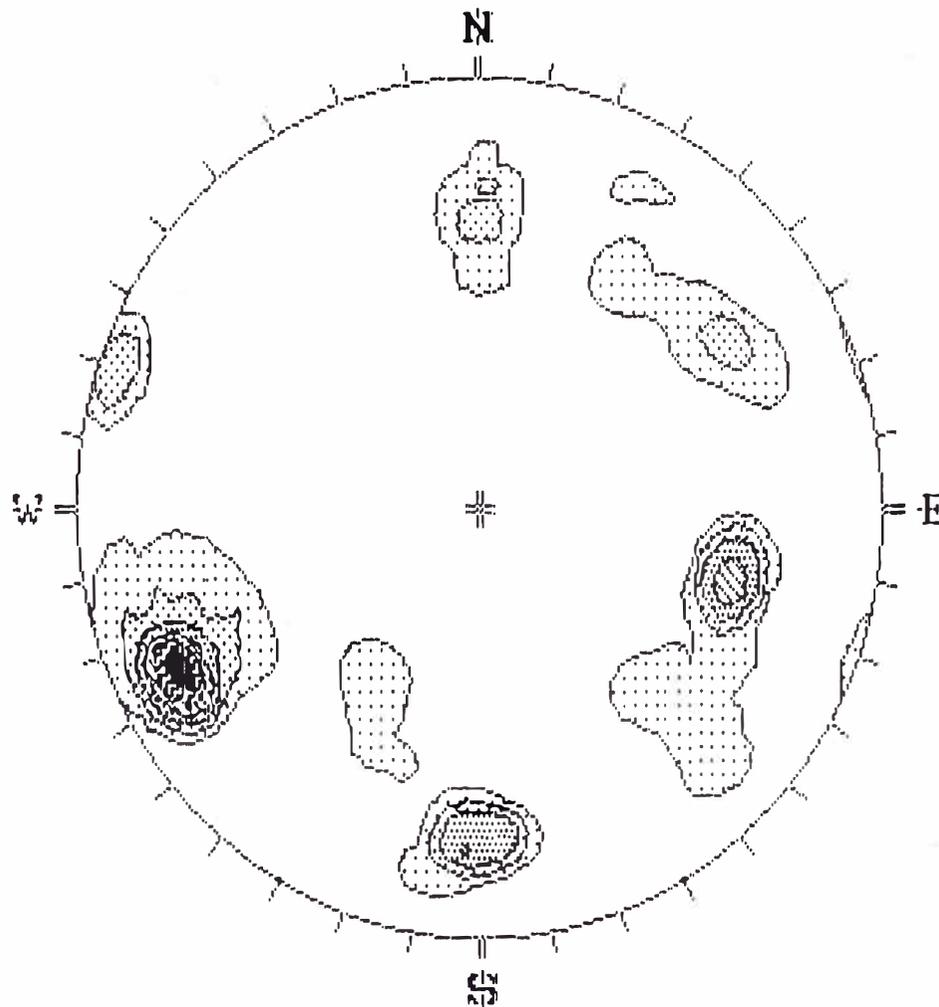


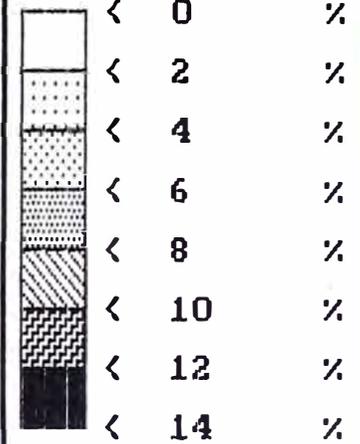
FIGURA N° 4

VARIANTE DE CARRETERA A UCHUBAMBA

CONTOUR PLOT



FISHER POLE  
CONCENTRATIONS  
% of total per  
1.0 % area



EQUAL AREA  
LWR. HEMISPHERE

82 POLES  
82 ENTRIES

NO BIAS  
CORRECTION

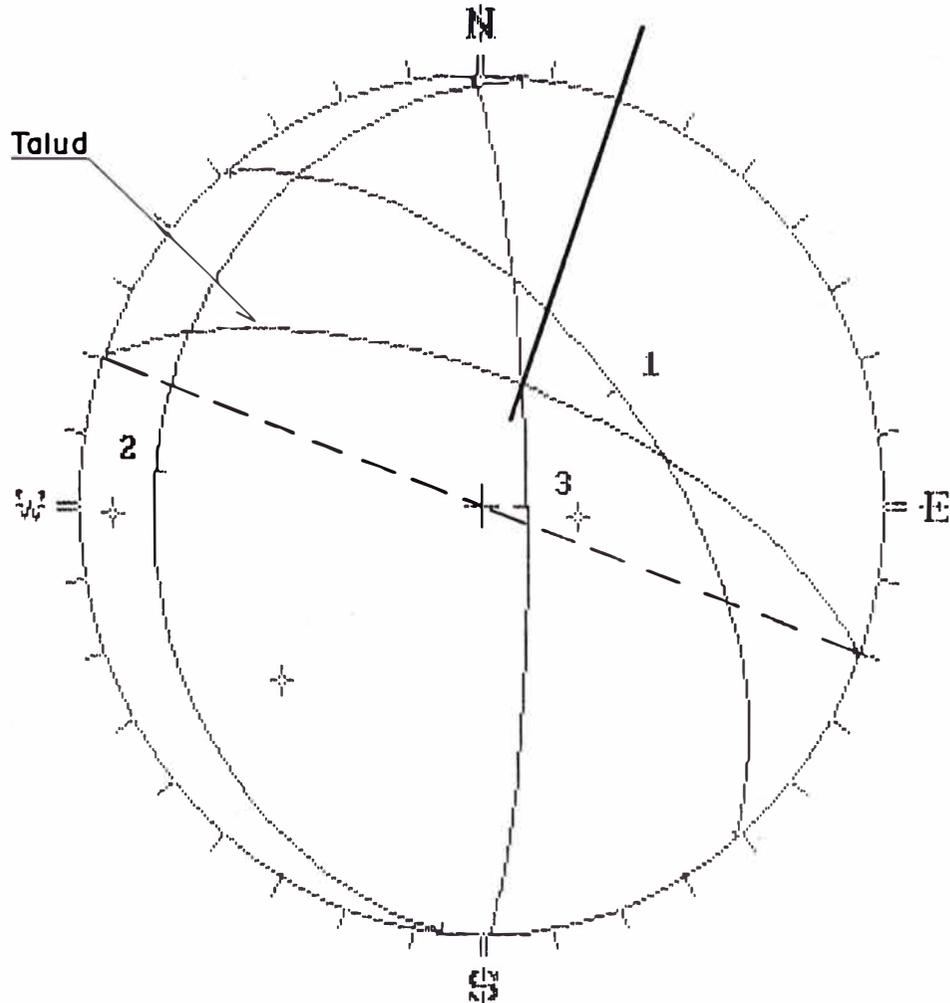
PROGRESIVA 5+800-5+950

FIGURA N° 5

\* \* \* \* \*  
 \* INTERPRETACION DE REGISTROS LINEALES \*  
 \* LUGAR : VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA PROG. 1+650-1+900 \*  
 \* NUMERO TOTAL DE DISCONTINUIDADES : 147 \*  
 \* CALCULOS SIN PONDERACION NI NORMALIZACION \*  
 \* \* \* \* \*

	FAMILIA N° 1	FAMILIA N° 2
	=====	=====
NUMERO DE DISCONTINUIDADES...	57	28
ORIENT. ESTIMADA NORMAL PROM.	44.00/263.00	64.00/350.00
ANGULO DE DISPERSION.....	60.00	45.00
ORIENTACION DEL PLANO PROM...	53.76/104.73	25.00/136.13
ORIENTACION NORMAL PROM.....	36.24/284.73	65.00/316.13
COEFICIENTE DE FISHER.....	5.11	9.42
ESPAC. PROM., DESV. STD (m) .	0.427/1.084	0.435/0.905
FRECUENCIA DE DISCONT.....	2.342	2.299
* TIPO DE TERMINACION		
- FUERA DE EXPOSICION.....	19 ( 33.3%)	11 ( 39.3%)
- EN ROCA INTACTA.....	2 ( 3.5%)	1 ( 3.6%)
- EN OTRA DISCONTINUIDAD...	36 ( 63.2%)	16 ( 57.1%)
* TIPO DE DISCONTINUIDADES		
- FALLA.....	1 ( 1.8%)	0 ( 0.0%)
- ESTRATIFICACION.....	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)
- TENSION.....	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)
- CORTE.....	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)
- OTROS ( )...	56 ( 98.2%)	28 (100.0%)
* SEPARACION DE LA ABERTURA		
- CERRADA O .....	5 ( 8.8%)	7 ( 25.0%)
- MUY ANGOSTA < 0.1 mm ...	26 ( 45.6%)	13 ( 46.4%)
- ANGOSTA 0.1 - 1.0 mm ..	22 ( 38.6%)	8 ( 28.6%)
- ABIERTA 1.0 - 5.0 mm..	1 ( 1.8%)	0 ( 0.0%)
- MUY ABIERTA > 5 mm ....	3 ( 5.3%)	0 ( 0.0%)
* TIPO DE RELLENO		
- LIMPIA .....	3 ( 5.3%)	4 ( 14.3%)
- DECOLORADA .....	24 ( 42.1%)	12 ( 42.9%)
- ARCILLA INACTIVA .....	6 ( 10.5%)	5 ( 17.9%)
- ARCILLA EXPANSIVA .....	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)
- CLORITA, YESO O TALCO ...	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)
- OTROS ( ) ..	22 ( 38.6%)	5 ( 17.9%)
* TIPO DE RUGOSIDAD		
- LISA O ESTRIADA .....	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)
- LIGERAMENTE RUGOSA .....	10 ( 17.5%)	8 ( 28.6%)
- MEDIANAMENTE RUGOSA .....	25 ( 43.9%)	20 ( 71.4%)
- RUGOSA .....	22 ( 38.6%)	0 ( 0.0%)
- MUY RUGOSA .....	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)
* TIPO DE ONDULACION		
- PLANA .....	12 ( 21.1%)	2 ( 7.1%)
- POCO ONDULANTE .....	45 ( 78.9%)	26 ( 92.9%)
- ONDULANTE .....	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)
	=====	=====

# VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA



PROGRESIVA 0+120-0+180

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

FAMILIA	RUMBO	BOZAMIENTO
1	N 39° O	55° NE
2	N 05° E	20° NO
3	N 01° O	83° NE

Talud, N20°, 65°

Prog. 0+120 - 0+150 - Desliz cuña.

probable deslizamiento en cuña, originado por las familias 1 y 3.

PLANOS	BOZAMIENTO	DIR. BOZAM.	$\phi$
Plano A	55°	51°	60°
Plano B	83°	89°	65°
Diferencias=	28°	38°	

Usando Abacos:

$$F = A \operatorname{tg} \phi_a + B \operatorname{tg} \phi_b$$

$$A = 1.7, B = 1.1$$

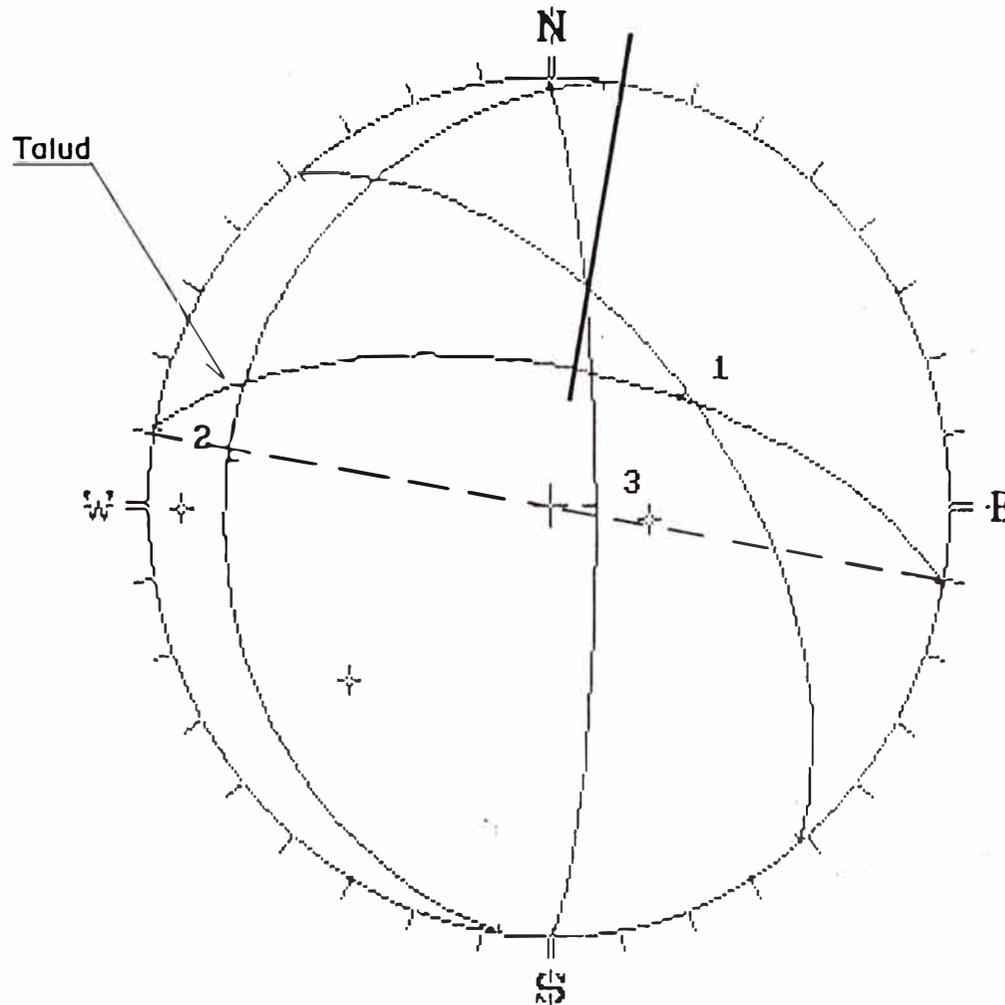
$$F = 1.7 \operatorname{tg} 60^\circ + 1.1 \operatorname{tg} 65^\circ$$

$$F = 5.25$$

Talud estable.

FIGURA N° 1A

# VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA



PROGRESIVA 0+120-0+180

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

FAMILIA	RUMBO	BUZAMIENTO
1	N 39° 0	55° NE
2	N 05° E	20° NO
3	N 01° 0	83° NE

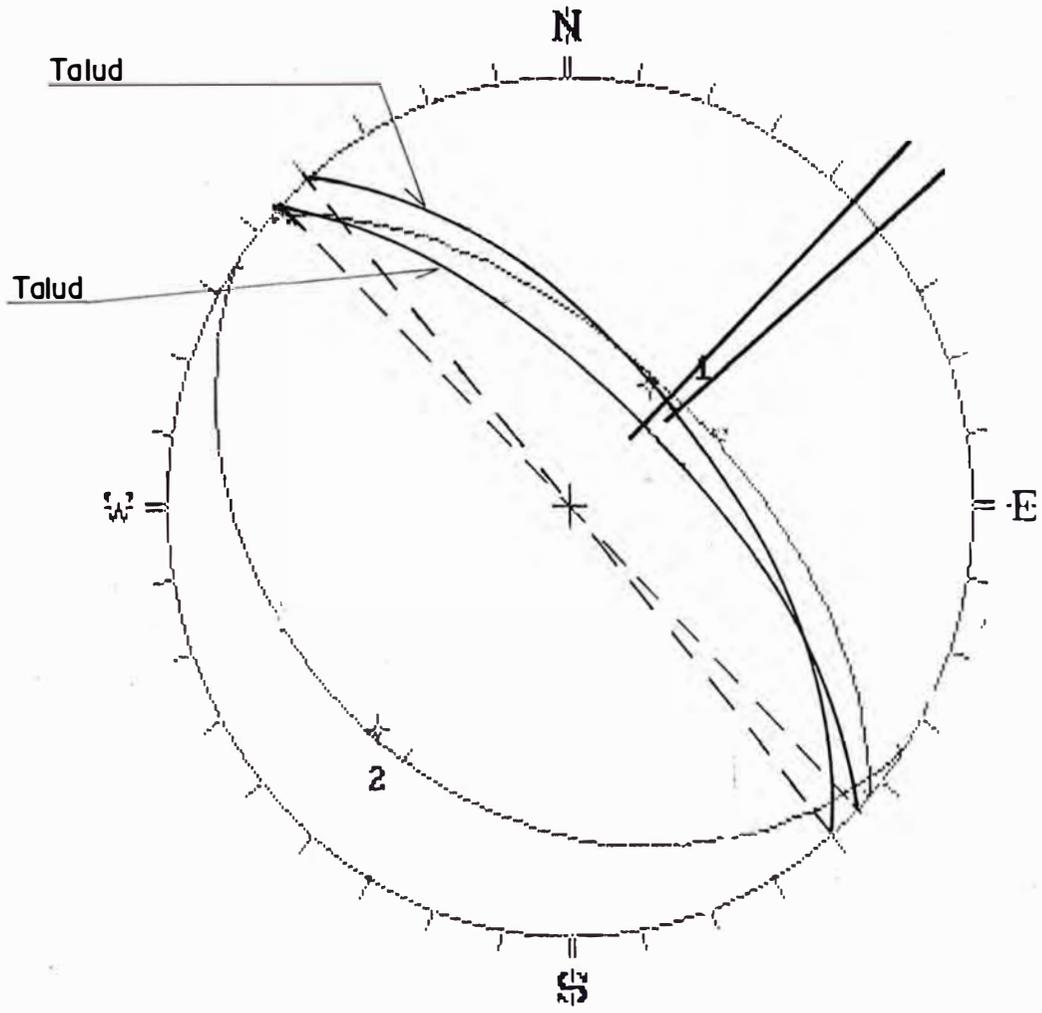
Talud, N10°, 65°

Prog. 0+150 - 0+180 - Desliz cuña.

Talud inestable, deslizamiento en cuña originado por las familias 1 y 3.

FIGURA N° 1A

VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA



PROGRESIVA 1+100-1+400

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

FAMILIA	RUMBO	BUZAMIENTO
1	N 49° 0	60° NE
2	N 56° 0	28° SO

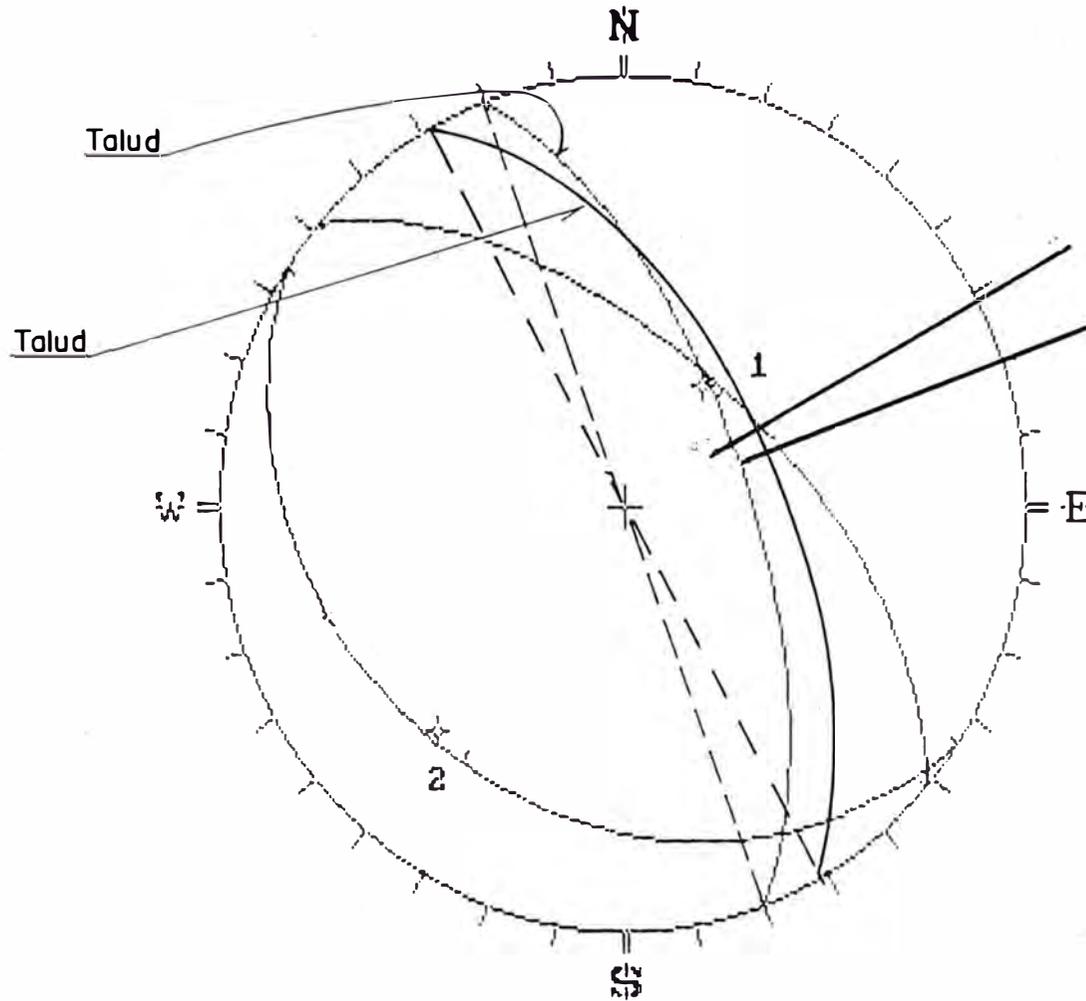
Talud N45°, 70°.  
Prog. 1+100 - 1+200 - Desliz planar.

Talud N50°, 62°.  
Prog. 1+250 - 1+300 - Desliz planar.

Talud inestable, deslizamiento planar  
causado por la familia 1.

FIGURA N° 2A

VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA



PROGRESIVA 1+100-1+400

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

FAMILIA	ROMBO	BUZAMIENTO
1	N 49° 0	60° NE
2	N 56° 0	28° SO

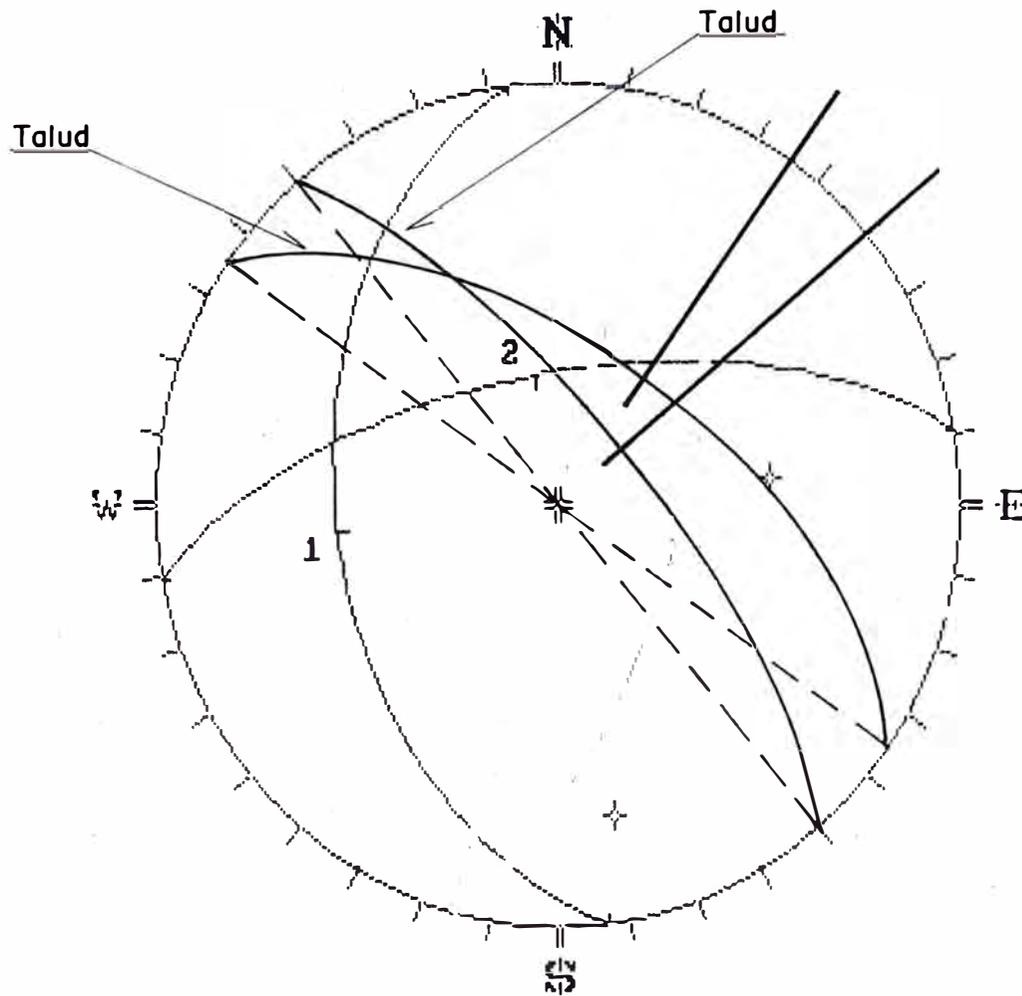
Talud N62°, 60°.  
Prog. 1+200 - 1+250.- Estable.

Talud N70°, 60°.  
Prog. 1+300 - 1+350 - Estable.

Talud estable.

FIGURA N° 2A

VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA.



PROGRESIVA 1+650-1+900

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

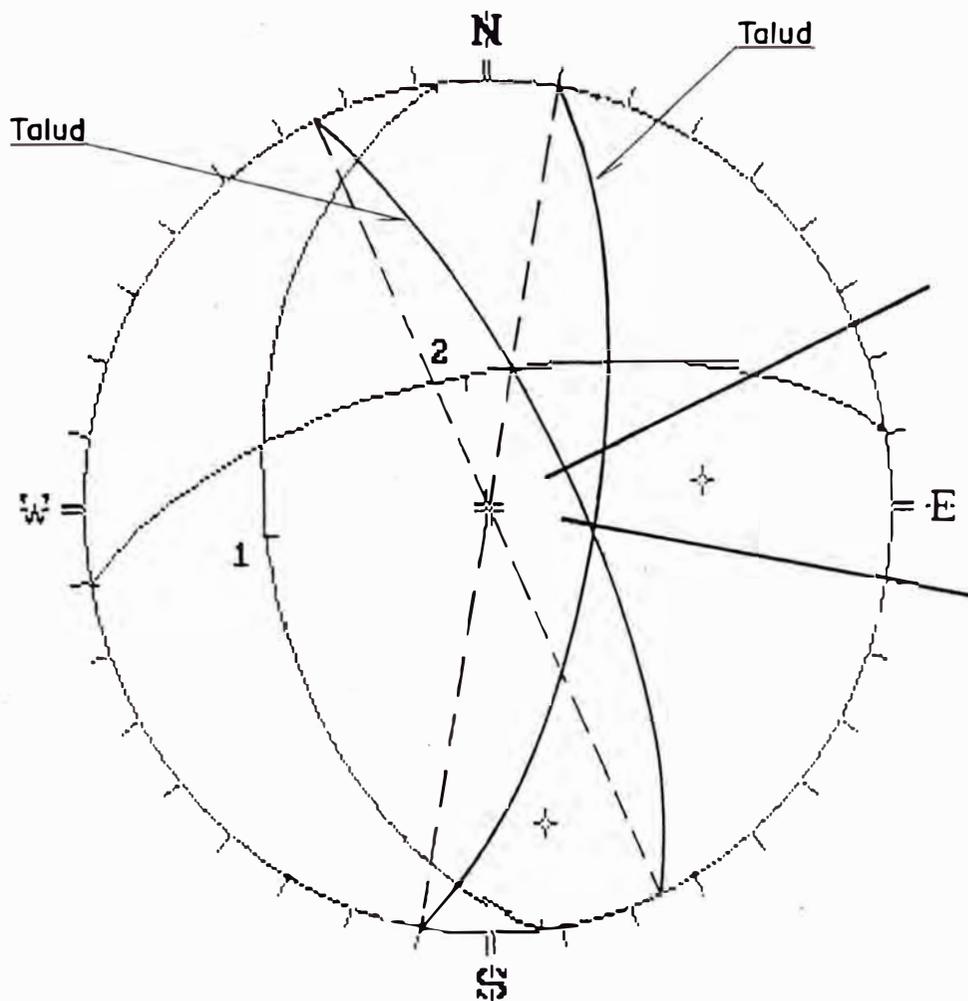
FAMILIA	RUMBO	BUZAMIENTO
1	N 08° 0	44° 50
2	N 80° E	64° NO

Talud N35°, 60°.  
Prog. 1+650 - 1+700 - Estable.

Talud N50°, 75°.  
Prog. 1+700 - 1+780 - Estable.

FIGURA N° 3A

VARIANTE DE CARRETERA CHACAYBAMBA-UCHUBAMBA.



PROGRESIVA 1+650-1+900

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

FAMILIA	ROMBO	BUZAMIENTO
1	N 08° 0	44° SO
2	N 80° E	64° NO

Talud N65°, 75°.

Prog. 1+780 - 1+850 - Estable.

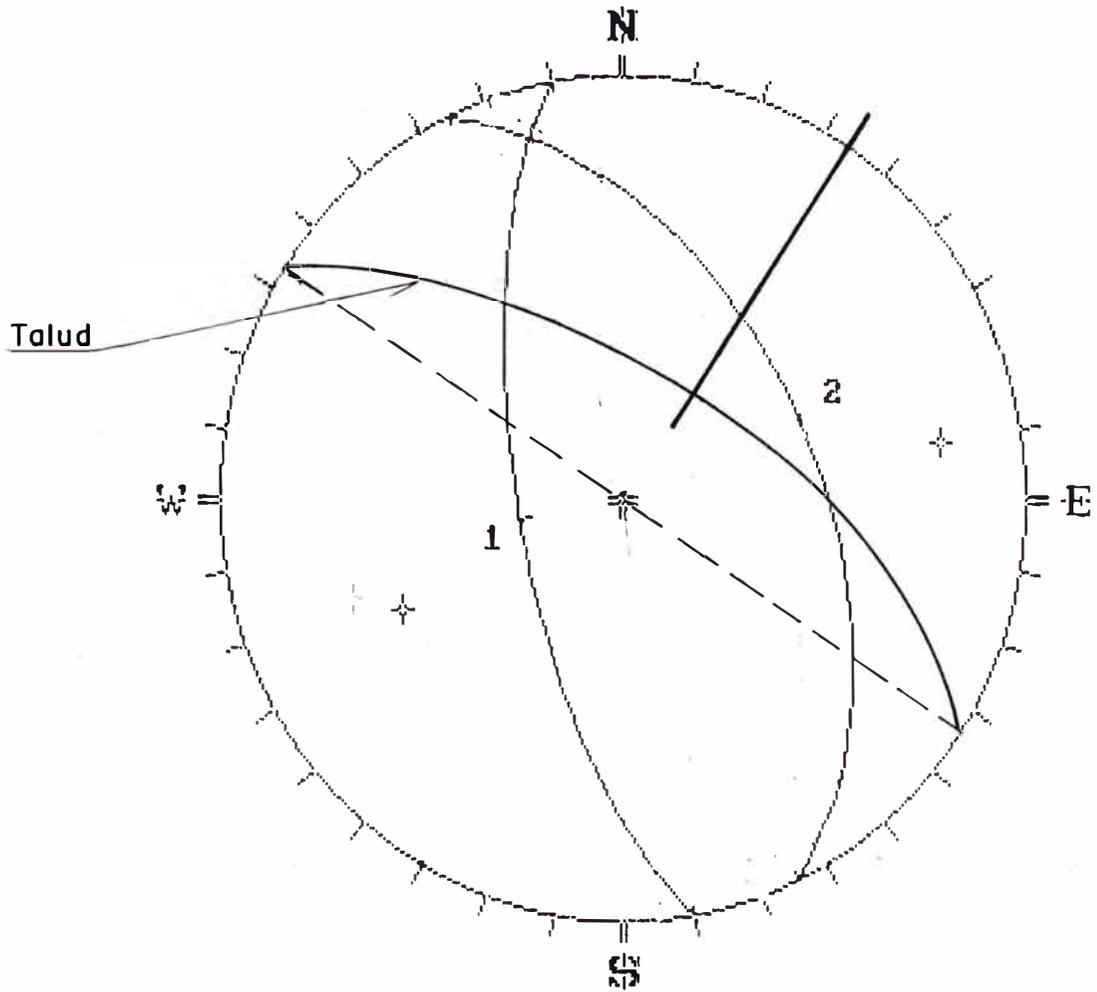
Talud N100°, 70°.

Prog. 1+850 - 1+900 - Estable.

Talud estable.

FIGURA N° 3A

# VARIANTE DE CARRETERA UCHUBAMBA



PROGRESIVA 4+200-4+450

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

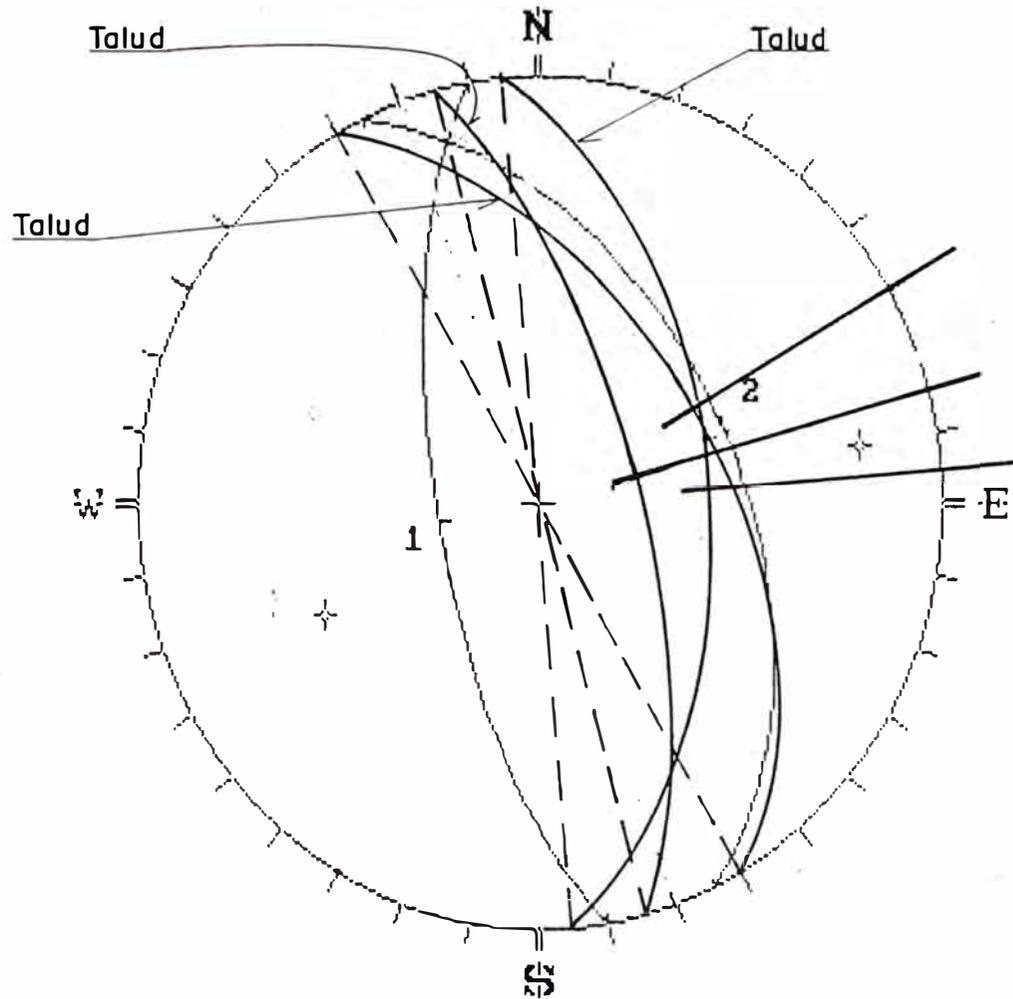
ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

FAMILIA	ROMBO	BUZAMIENTO
1	N 10° 0	69° 50
2	N 26° 0	52° NE

Talud N33°, 65°.  
 Prog. 4+330 - 4+380 - Estable.

FIGURA N° 4A

## VARIANTE DE CARRETERA UCHUBAMBA



PROGRESIVA 4+200-4+450

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

FAMILIA	RUMBO	BOZAMIENTO
1	N 10° 0	69° 50
2	N 26° 0	52° NE

Talud N75°, 70°.  
Prog. 4+380 - 4+420 - Desliz planar.

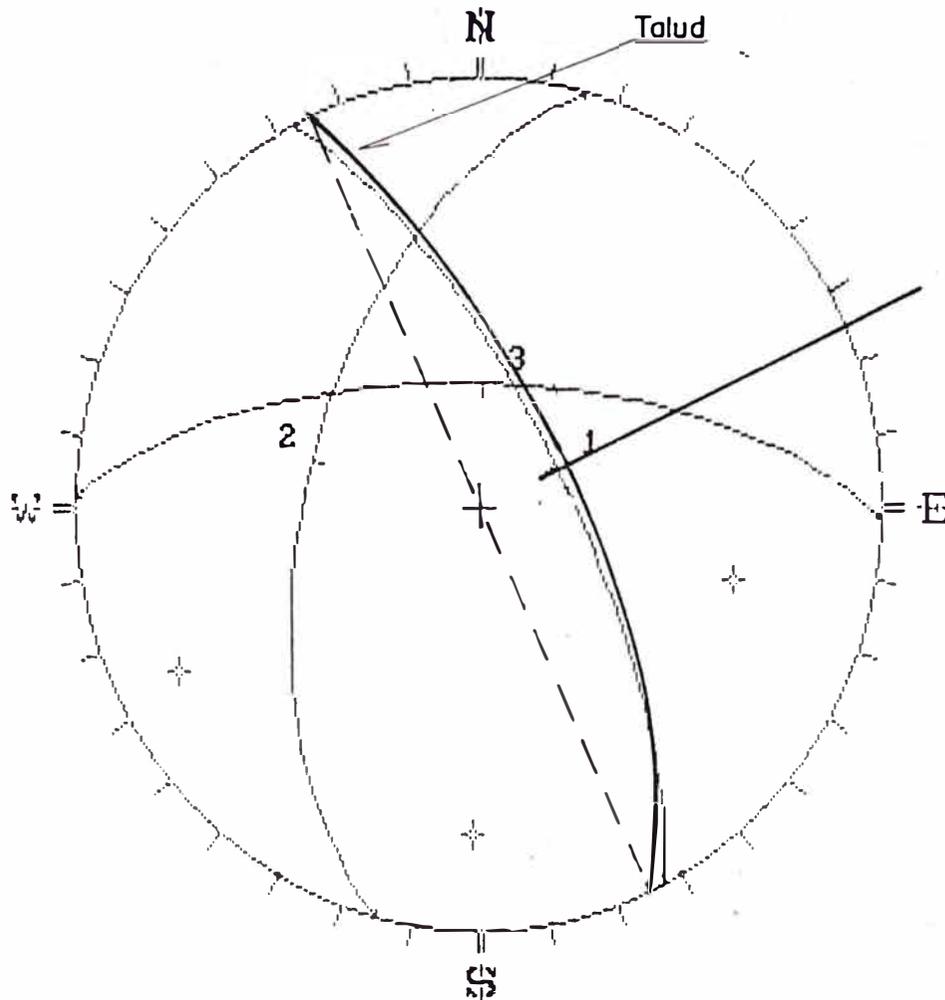
Talud N60°, 55°.  
Prog. 4+380 - 4+420 - Desliz planar.

Talud N85°, 55°.  
Prog. 4+420 - 4+500 - Probable desliz planar.

Talud inestable, deslizamiento planar originado por la familia 2.

FIGURA N° 4A

VARIANTE DE CARRETERA A UCHUBAMBA



PROGRESIVA 5+800-5+950

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

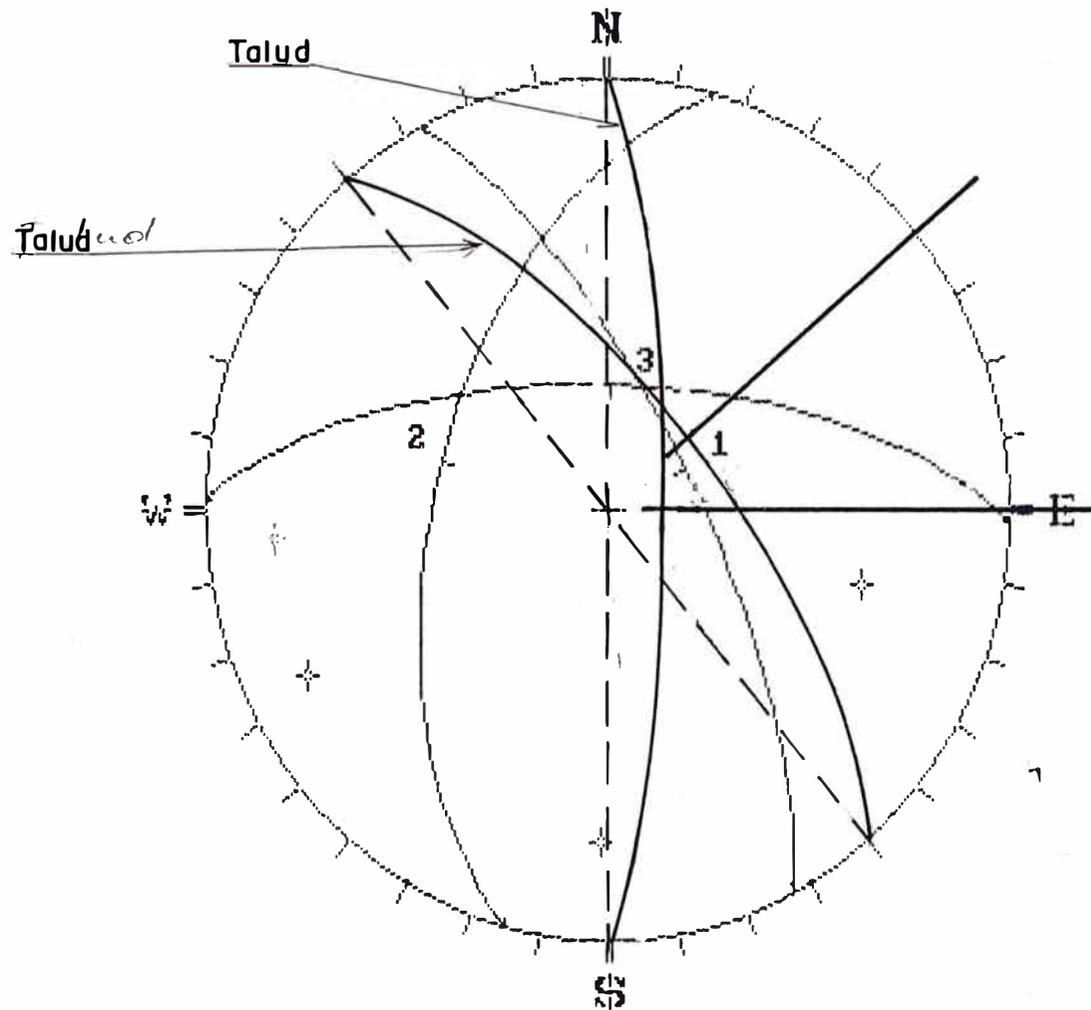
FAMILIA	RUMBOS	BUZAMIENTO
1	N 27° O	73° NE
2	N 15° E	55° NO
3	N 88° O	66° NE

Talud, N65°. 75°  
 Prog. 5+850 - 5+920 - Desliz planar, originado por la familia 1.

Talud inestable. deslizamiento planar originado por la familia 1.

FIGURA N° 5A

## VARIANTE DE CARRETERA A UCHUBAMBA



PROGRESIVA 5+800-5+950

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO A LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES.

ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

FAMILIA	RUMBO	BUZAMIENTO
1	N 27° 0	73° NE
2	N 15° E	55° NO
3	N 88° 0	66° NE

Talud, N90°, 80°  
Prog. 5+800 - 5+850 - Estable.

Talud N50°, 70°.  
Prog. 5+920 - 5+950 - Estable.

Talud estable.

FIGURA N° 5A

Cuadro N°5.3

## CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN ROCA Y SUELO.

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	ESTABILIDAD EN ROCA							ESTABILIDAD EN SUELO						
		TIPO			GRADO DE OCURRENCIA				TIPO			GRADO DE OCURRENCIA			
		Planar	Cuña	Volteo	Muy Probab.	Probab.	Poco Probab.	No Ocurre	Circular	Creep.	Remosión En Masa	Muy Probab.	Probab.	Poco Probab.	No Ocurre
0 + 000	0 + 050														X
050	100														X
100	150		X		X										
150	200		X		X										X
200	250														X
250	300														X
300	350														X
350	400														X
400	450														X
450	500										X		X		
500	550														X
550	600														X
600	650														X
650	700														X
700	750														X
750	800														X
800	850														X
850	900														X
900	950									X			X		
950	1 + 000									X			X		
1 + 000	050														X
050	100														X
100	150	X			X										X
150	200	X			X										X
200	250	X			X										X
250	300	X			X										X
300	350														X
350	400														X
400	450														X
450	500														X
500	550														X

///...

///...

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	ESTABILIDAD EN ROCA							ESTABILIDAD EN SUELO						
		TIPO			GRADO DE OCURRENCIA				TIPO			GRADO DE OCURRENCIA			
		Planar	Cuña	Volteo	Muy Probab.	Probab.	Poco Probab.	No Ocurre	Circular	Creep.	Remoción En Masa	Muy Probab.	Probab.	Poco Probab.	No Ocurre
1 + 550	1 + 600														X
600	650							X							X
650	700							X							
700	750							X							X
750	800							X							X
800	850							X							X
850	900	X			X				X				X		
900	950							X							
950	2 + 000							X							X
2 + 000	050							X							X
050	100							X							X
100	150							X							X
150	200							X			X		X		
200	250							X							X
250	300							X							X
300	350							X							X
350	400							X							X
400	450							X							X
450	500							X							X
500	550							X							X
550	600							X			X		X		
600	650														X
650	700														X
700	750							X							X
750	800							X							X
800	850							X							X
850	900							X							
900	950							X							
950	3 + 000							X							X
3 + 000	050							X							X
050	100														X
100	150							X							
150	200							X							
200	250							X							

///...

///...

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	ESTABILIDAD EN ROCA							ESTABILIDAD EN SUELO					
		TIPO			GRADO DE OCURRENCIA				TIPO			GRADO DE OCURRENCIA		
		Planar	Cuña	Volteo	Muy Probab.	Probab.	Poco Probab.	No Ocurre	Circular	Creep.	Remosión En Masa	Muy Probab.	Probab.	Poco Probab.
3 + 250	3 + 300							X						
300	350							X						
350	400							X						
400	450							X						
450	500							X						
500	550							X		X			X	
550	600							X						X
600	650							X	X			X		
650	700							X						X
700	750							X						X
750	800							X						X
800	850							X						
850	900							X						
900	950							X						X
950	4 + 000							X	X		X			
4 + 000	050							X	X		X			
050	100							X	X		X			
100	150							X						
150	200							X						
200	250	X				X								
250	300	X				X								
300	350	X				X								
350	400	X				X								X
400	450	X				X								X
450	500							X						X
500	550							X						X
550	600							X						X
600	650							X						X
650	700							X						X
700	750							X						X
750	800							X						X
800	850							X						X
850	900							X						X
900	950							X						X
950	5 + 000							X						X

///...



#### 5.4 SECCIONES TÍPICAS DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD.

Los datos de las secciones transversales y las respectivas características geotécnicas se realizaron en el campo, teniendo en cuenta la siguiente clasificación de los materiales que corresponde al Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, que es como sigue:

##### **Material Suelto:**

Se ha considerado material suelto a aquel que corresponde a: arcillas, arenas, limos y gravas sueltas.

Es el material que puede ser fácilmente retirado por un tractor de oruga.

En la clasificación geotécnica correspondería a los depósitos de suelos coluviales o aluviales, o de una mezcla de ambos y residuales compuestos de gravas, arenas y finos. (*Foto N<sup>o</sup> 9*)

##### **Roca Suelta:**

Se ha considerado como roca suelta a aquel que corresponde a:

- Gravas con algún grado de cementación en su matriz.
- Material meteorizado de la roca que conserva las características originales de ella, con presencia de bloques en un porcentaje no mayor al 20% (saprolito).



**FOTO Nº 9:** Depósito coluvial, clasificado como suelo, ubicado en las progresivas 0+300 0+400 de la Variante Chimay.

En la clasificación geotécnica correspondería a una roca extremadamente alterada, extremadamente fracturada y suave (a<sub>5</sub>, b<sub>4</sub>, c<sub>4</sub>) Conos de Escombros y depósitos de huaycos. Esta roca puede retirarse con rippers o tractores de 280 HP. (Foto N<sup>o</sup>10)

**Roca Fija:**

Se ha considerado como roca fija a aquel que corresponde a:

- Material altamente cementado o roca con baja meteorización y fracturamiento.
- Roca que para su remoción requiere el uso de explosivos y su posterior retiro con tractores.

En la clasificación geotécnica correspondería a una roca fresca a altamente alterada, ligeramente fracturada a muy fracturada, y muy resistente a moderadamente resistente (a<sub>1-4</sub>, b<sub>1-3</sub>, c<sub>1-3</sub>). (Foto N<sup>o</sup> 11)

Los cortes de los taludes se realizaron de acuerdo a esta clasificación de los materiales y las condiciones de estabilidad, tanto en suelos como en rocas, haciéndose los cálculos respectivos de los volúmenes para las excavaciones y para los rellenos por el método de las áreas extremas.

1) Si  $A(a)$  y  $A(b) > 0$   
$$V(a-b) = \frac{(A(a)+A(b)) \times D(a-b)}{2}$$



**FOTO N°10:** Talud de roca descompuesta, clasificada como roca suelta (A), ubicada entre las progresivas 0+800 - 0+900 de la Variante Chimay.



**FOTO Nº 11** Talud de afloramiento de granito, clasificado como roca fija; progresiva 0+445 0+490, Variante Chimay.

$$2) \text{ Si } A(a) \text{ ó } A(b) = 0 \\ V(a-b) = \frac{A(a)+A(b)}{4} \times D(a-b)$$

Donde:

$A(a)$  = Sección transversal en la prog. (a) en  $m^2$ .

$A(b)$  = Sección transversal en la prog. (b) en  $m^2$ .

$D(a-b)$  = Distancia entre la prog.(a) y la prog.(b) en m.

$V(a-b)$  = Volumen entre la prog. (a) y la prog.(b) en  $m^3$ .

La medición entre las áreas extremas considera todo volumen que se encuentra entre ambas progresivas, incluyendo las rocas sueltas que fueron recogidas dentro del terreno.

Estos volúmenes se detallan en el siguiente *Cuadro Nº 5.4.*

Cuadro N° 5.4

## VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO.

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	VOLUMEN DE CORTE EN SUELO (m3)	VOLUMEN DE CORTE EN ROCA SUELTA (m3)	VOLUMEN DE CORTE EN ROCA FIJA (m3)	VOLUMEN DE RELLENO (m3)
0 + 000	0 + 050	---	---	---	75.00
050	100	4.31	---	---	162.00
100	150	80.00	---	---	37.00
150	200	115.12	---	---	70.00
200	250	591.40	---	---	22.50
250	300	898.80	---	---	---
300	350	1,295.00	---	---	---
350	400	1,204.50	---	---	---
400	450	257.325	---	600.425	31.25
450	500	324.00	---	756.25	31.25
500	550	304.50	---	710.50	93.75
550	600	18.20	---	27.30	2,195.75
600	650	---	---	---	2,440.25
650	700	223.80	---	149.20	216.00
700	750	1,945.50	---	---	---
750	800	2,085.00	---	---	---
800	850	1,549.25	---	---	---
850	905	166.19	830.98	664.79	---
905	945	---	709.56	473.04	---
945	1 + 000	556.60	556.60	278.30	---
1 + 000	030	37.395	299.16	411.345	---
030	100	380.70	380.70	507.70	---
100	150	109.50	109.50	328.50	---
150	200	230.65	---	922.60	---
200	250	972.822	---	648.548	---
250	300	422.63	422.63	563.49	---
300	340	185.70	185.70	557.20	---
340	390	569.12	284.565	284.565	---
390	450	381.54	572.31	953.85	---
450	500	---	---	462.50	460.25
500	550	11.625	---	---	956.50
550	595	10.46	---	---	1,574.55
595	650	---	72.60	653.40	771.10
650	700	---	---	1,876.75	---
700	750	263.10	394.50	657.65	---
750	800	---	167.15	1,504.35	---
800	845	---	---	1,796.63	---
845	895	---	292.125	2,629.125	---
895	960	---	---	4,212.00	---
960	2 + 005	---	712.80	1,069.20	---
2 + 005	055	697.90	---	299.10	---
055	100	210.74	412.47	421.47	---
100	150	810.30	607.72	607.72	---

///...

///...

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	VOLUMEN DE CORTE EN SUELO (m3)	VOLUMEN DE CORTE EN ROCA SUELTA (m3)	VOLUMEN DE CORTE EN ROCA FIJA (m3)	VOLUMEN DE RELLENO (m3)
2 + 150	0 + 200	932.75	---	399.75	---
200	250	387.40	---	581.10	---
250	300	473.80	---	710.70	---
300	350	589.80	---	393.20	---
350	400	613.20	---	408.80	---
400	450	762.82	---	326.93	---
450	490	474.04	---	203.16	---
490	540	355.50	177.75	355.50	---
540	590	781.10	---	334.65	---
590	640	713.25	---	475.50	---
640	700	889.44	---	222.36	---
700	745	1,035.00	---	---	---
745	775	---	262.02	1,048.08	---
775	825	562.50	---	2,250.00	---
825	870	---	---	3,337.00	---
870	910	---	---	2,948.20	---
910	960	863.375	---	863.375	---
960	3 + 010	177.125	---	---	144.125
3 + 010	060	212.90	---	---	114.125
060	100	317.44	---	---	1,269.76
100	150	587.20	587.20	1,761.60	---
150	200	606.60	---	2,426.20	---
200	235	---	---	2,890.00	---
235	300	---	---	4,732.00	---
300	350	---	---	2,007.50	---
350	400	---	---	1,759.50	---
400	450	---	---	2,639.50	---
450	490	901.60	---	1,352.40	---
490	540	1,405.25	---	602.25	---
540	580	979.04	---	1,468.56	---
580	625	1,944.10	---	1,296.10	---
625	672	1,782.40	---	594.10	---
672	720	1,134.00	---	756.00	---
720	770	396.45	594.675	991.125	---
770	808	426.474	284.316	713.79	---
808	854	---	432.62	1,730.48	---
854	902	886.44	---	886.44	---
902	968	699.27	---	699.27	---
968	4 + 018	798.37	---	798.38	---
4 + 018	060	932.08	---	233.02	---
060	110	111.42	---	1,002.83	---
110	155	---	955.18	955.18	---
155	205	---	---	2,122.63	---

///...

///...

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	VOLUMEN DE CORTE EN SUELO (m3)	VOLUMEN DE CORTE EN ROCA SUELTA (m3)	VOLUMEN DE CORTE EN ROCA FIJA (m3)	VOLUMEN DE RELLENO (m3)
4 + 250	4 + 265	---	---	2,530.65	---
265	306	---	---	1,589.30	---
306	350	---	---	1,770.56	---
350	400	348.40	348.40	1,045.20	---
400	450	509.60	127.40	637.00	---
450	482	368.80	---	245.92	---
482	542	379.26	379.26	1,137.78	---
542	590	1,148.30	---	492.10	---
590	640	621.25	248.50	372.75	---
640	690	967.05	---	322.35	---
690	740	1,125.40	---	281.35	---
740	785	530.14	---	227.21	---
785	840	644.37	---	161.10	---
840	885	650.63	---	278.84	---
885	935	960.56	---	320.19	---
935	985	801.56	---	267.19	---
985	5 + 025	988.80	---	247.20	---
5 + 025	050	774.50	---	193.63	---
050	100	1,604.75	---	---	---
100	150	1,236.25	---	---	---
150	200	1,065.25	---	---	---
200	250	1,186.25	---	---	---
250	300	1,292.60	---	323.15	---
300	350	998.55	---	427.95	---
350	400	296.65	296.65	889.95	---
400	450	379.10	---	1,516.40	---
450	500	204.825	204.825	1,638.60	---
500	550	672.60	336.30	672.60	---
550	600	300.75	300.75	902.25	---
600	650	502.80	167.62	1,005.83	---
650	695	157.20	---	1,414.80	---
695	740	---	---	2,081.25	---
740	800	---	---	2,799.00	---
800	850	---	---	2,227.75	---
850	900	591.30	394.20	985.50	---
900	950	396.75	264.50	661.25	---
950	6 + 000	810.00	---	540.00	---
6 + 000	050	1,872.50	---	---	---
050	100	1,385.00	---	---	---
100	150	1,661.50	---	---	---
150	194	2,012.12	---	---	---
194	240	422.74	---	1,690.96	---
240	280	415.80	---	1,627.20	---

///...

///...

PROGRESIVA DE	PROGRESIVA A	VOLUMEN DE CORTE EN SUELO (m3)	VOLUMEN DE CORTE EN ROCA SUELTA (m3)	VOLUMEN DE CORTE EN ROCA FIJA (m3)	VOLUMEN DE RELLENO (m3)
6 + 280	6 + 325	977.84	---	1,466.76	---
325	370	1,287.18	---	1,930.77	---
370	430	1,951.05	---	1,951.05	---
430	480	997.50	---	997.50	---
480	530	410.25	---	1,641.00	---
530	585	---	---	2,204.20	---
585	632	---	---	1,937.60	---
632	680	---	---	2,0006.88	---
680	730	724.63	289.85	434.77	---
730	775	724.62	---	---	---
SUB TOTALES :		78,012.79	13,672.09	122,399.95	10,635.16
Valor de Excavac. x m3 :		\$ 3.77	\$ 6.02	\$ 10.58	\$ 10.00
SUB TOTALES : (Excavación y Relleno)		294,108.22	823,05.98	1' 294,991.47	106,351.60
T O T A L :		1' 777,757.27			

## 5.5 OBRAS DE ARTE.

Estas se realizaron con la finalidad de encauzar el drenaje superficial, siendo su objetivo alejar las aguas de la carretera para evitar la influencia negativa de las mismas sobre su estabilidad y transitabilidad, así como para limitar las operaciones de conservación; siendo las principales: puentes, pontones, badenes, cunetas, alcantariillas, zanjales de coronación de drenaje y otros.

La dimensión de cada obra de drenaje superficial serán establecidas por el proyectista con cálculos hidráulicos, esto es aforando en el sitio los niveles alcanzados por las máximas avenidas y comparando luego los datos obtenidos con los resultados de los cálculos teóricos.

En todas estas obras se requerirá concreto ya sea simple o armado, incluyendo el encofrado. Siendo los materiales para el concreto los siguientes:

### **a) Cemento.**

El cemento deberá ser tipo Portland originario de fábricas, aprobadas, despachadas en sacos sellados y con marca; debe haber sido fabricado al menos 15 (quince) días antes de su empleo, siendo su calidad equivalente a la de las especificaciones ASTM C-150-64, Clase I ó II.

### **b) Agregados.**

Todos los agregados consistieron en partículas tenaces, duras, durables y limpias, considerándose dos tipos:

b.1 Agregado Fino.

El agregado fino para concreto consistirá en arena fina de partículas duras, durables, y otros materiales inertes.

b.2 Agregado Grueso.

El agregado grueso del concreto consistirá de grava, grava triturada o de piedra triturada, libre de recubrimiento de arcilla u otras sustancias nocivas.

Estos agregados para concreto deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- El módulo de fineza (ASTM 125-58) 2.3 - 3.1.
- Contenido de grumos de arcilla (ASTM C142-64T). máximo 1% en peso.
- Equivalente de arena (ASSHO T156-56) mínimo 75%.

Abrasión (ASTM C131-64T-500 Revoluciones) máximo 45% de pérdida.

- Resistencia al Sulfato de sodio (ASTM C88-63T) 5 ciclos, máximo 12% de pérdida.
- Reactividad potencial (ASTM C289-64T) ninguna reactividad.
- Esquistos, máximo 2% en peso.

Además se deberá eliminar minerales nocivos como: piritas, carbón, micas y otros materiales laminados; si fuese necesario el agregado se deberá lavar para eliminar las sustancias perjudiciales o dañinas.

El material de la cantera seleccionada para agregado de concreto deberá cumplir con las especificaciones antes mencionadas.

**c) Agua.**

El agua para el lavado del agregado y para mezclar el concreto deberá ser fresca, limpia; libre de aceites, ácidos, alcalís, minerales nocivos o materia orgánica.

**d) Concretos de Cemento.**

Para las obras de arte a realizar estas deberán de cumplir con los siguientes requisitos; resistencia mínima a la compresión de 180 kg/cm<sup>2</sup> en puentes, pontones y badenes, de 120 kg/cm<sup>2</sup> en cunetas y alcantarillas, con asentamientos no mayor de 3.0 cm.

Para los concretos de estas dos clases, las granulometrías definitivas que resulten de mezclar los agregados finos y gruesos deberán ser las que a continuación se detallan:

### Granulometría según la clase de concreto:

Malla	Concreto 180	Concreto 120
2"	---	100
1.1/2"	100	96 - 79
1"	92 - 70	91 - 71
3/4"	---	71 - 51
1/2"	68 - 48	---
3/8"	60 - 40	54 - 32
4	45 - 25	41 - 21
8	35 - 15	32 - 11
16	27 - 8	24 - 6
30	20 - 4	17 - 4
50	14 - 3	13 - 2
100	11 - 2	9 - 1

#### 5.5.1 Puentes y Pontones.

Sólo se requerirá un puente en el cruce de la quebrada Chacaybamba, de 10.0 mts. luz; el estribo derecho estará cimentado en roca y el izquierdo en coluvio, lo cual requerirá una fundación más ancha y profunda, este puente está ubicado en la progresiva 3+100.

Los Pontones se requerirán en quebradas angostas con presencia de huaycos, o cuando el agua escurra debajo del nivel de la subrasante; estos pontones son estructuras monolíticas de concreto, con losa en el cauce y muros de encauzamiento, se colocarán en las progresivas 0+480, 2+045 y 2+460.

#### 5.5.2 Badenes y Losas.

El badén es una especie de losa de concreto con una deflexión en la parte central que permite encauzar el flujo de agua, se colocaron en los

cauces de quebradas mayores de 5.0 mts. de ancho y que sean cruzados al mismo nivel de la subrasante; estos badenes tienen sus apoyos en los bordes superior e inferior (aguas arriba y abajo), presentan muros de aproximación con losas de manpostería en la parte superior, si fuese necesario se construirán losas de concreto de aproximación antes y después de cada badén.

### **5.5.3 Cunetas y Obras de Drenaje.**

Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos en laderas y corte cerrado. Se construirán sin revestimiento, salvo en los tramos finales antes de la ubicación de alcantarillas programadas, sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas; tendrán un ancho de 0.50 mts., una profundidad de 0.30 mts., paralelamente se proyectarán cunetas de coronación en áreas con presencia de deslizamientos superficiales y con la finalidad de evitar el efecto erosivo del agua de escorrentía sobre los taludes de corte o al pie de los taludes de relleno.

Serán de forma trapezoidal y sus dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo sus dimensiones mínimas: base menor 0.50 mt., base mayor 1.00 mt. y profundidad 0.50 mt.

Se deberá revestir en el caso de que estén previstas filtraciones que pueden poner en peligro la estabilidad del talud en corte.

Las alcantarillas considerando el caudal a eliminarse, la naturaleza y la pendiente del cauce, y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales serán de estructuras Armco, con cabezales de concreto y rellenas con material de préstamo, se ubicarán en la progresivas 0+725, 1+300, 1+550, 2+180, 2+200, 3+865, 4+505, 5+200, 5+320, 5+380, 5+600 y 5+650.

Para garantizar el drenaje, la dimensión mínima interna de las alcantarillas (tubular) deberá ser la que permita su limpieza y conservación.

## 5.6 MATERIALES PARA AFIRMADO.

Debido a que la subrasante será excavada en roca granítica que tiene una alta abrasividad por el contenido de cuarzo; será necesario mejorar su calidad mediante la colocación de un afirmado menos abrasivo, que se ubica en la cantera Chimay y procede del cono de deyección de la quebrada Chacaybamba mezclado con el aporte del río Tulumayo.

Las características que deberá cumplir este material serán los siguientes:

Granulometría	% Pasante en Peso
2"	100
1 1/2"	70 - 100
1"	55 - 85
3/4"	50 - 80
3/8"	40 - 70
Nº 4	30 - 60
Nº 10	20 - 50
Nº 40	10 - 30
Nº 200	5 - 15

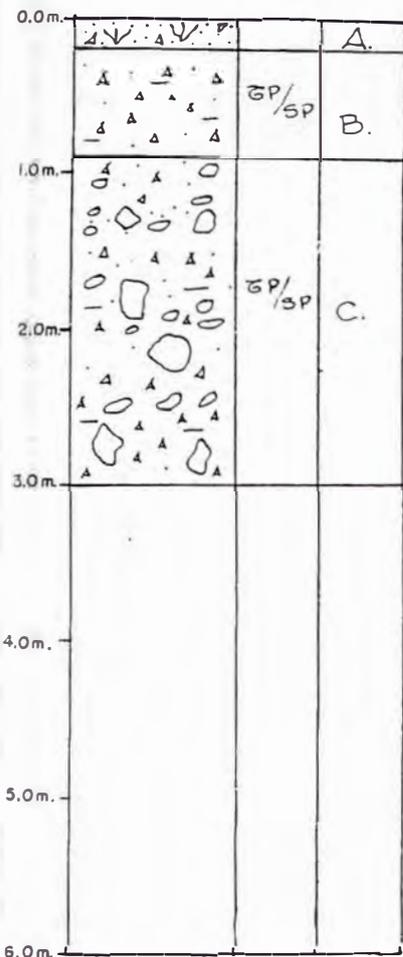
- Límite líquido (ASTM D423-54T), 25 máximo.
- Índice de Plasticidad (ASTM D424-54T), 6 máximo
- Equivalente de arena (AASHO T-176-56), 25 mínimo.
- Pérdida por Abrasión de partículas retenidas en malla ASTM Nº8 (ASTM C-131-55), 40 máximo.

El espesor mínimo de esta capa será de 10.0 cm., salvo en los terraplenes que servirán para conformar la subrasante; en los cuales se podrá utilizar materiales más gruesos hasta una altura de 30.0 cm. por debajo del nivel de la subrasante, estos últimos 30 cm. se conformaran con el material para afirmado.

Se muestran en los registros de calicatas y ensayos granulométricos las curvas correspondientes a la cantera Chimay y el uso granulométrico recomendado, faltando los otros ensayos requeridos para su aprobación definitiva.

TIPO DE EXCAVACION : MANUAL		CALICATA No.: CPMI -04	DESCRIPCION - SITIO : MARZEN IZQUIERDA DEL RIO TULUMAYO LADO IZQUIERDO DE LA CARRETERA.
PERSONAL Y EQUIPO : 2 PEONES		COTA. 1350 m.s.n.m. UBICACION : 8 742 815 N. 4 71 060 E.	
FECHA-INICIO : 19-08-94	FECHA-TERMINO : 19-08-94	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 3 mts. 6 m <sup>3</sup>	DESCRIPCION :
		CONDICIONES DE SUELO EN OBJETIVO : PRESA MARZEN IZQUIERDA	SUPERVISION :

DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :



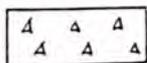
A: Suelo de color pardo arena gravoso con raíces y Vegetación.

B: Horizonte aluvial mayormente piedra de aproximadamente 2" a 3", beige rosaceo poco compacto, poco cohesivo. Ligeramente húmedo con arena y finos; piedra (40%) grava (30%) es angulosa y de granito rosado, granito blanco y roca Volcánica; arena (20%) es de cuarzo y Feldespatos, finos (10%) de feldespatos alterados y biotita alterada.

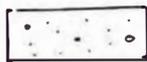
C: Suelo coluvio aluvio. beige parduzco, poco compacto, poco cohesivo ligeramente húmedo formado por cantos rodados, redondeados o subredondeados, con horizontes orientados de diversos tamaños desde 2" hasta 4" a 5" Son de granito, arenisca rojiza y roca Volcánica gris oscuro, bolonería angulosa de granito diorita y volcánico, grava angulosa de la grava (50%) bolonería (25%) arena (45%) Finos (10%).

MUESTRAS TOMADAS :  1 MUESTRA	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvio Aluvial ligeramente Plástico.	NOTAS U OBSERVACIONES : Se observa que a profundidad aumenta la bolonería de forma redondeada o subredondeada.
PRUEBAS A REALIZAR : Análisis Granulométrico, Mineralogía y Morfolo- gía de arenas y Densidad Específica.	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : GP/SP DENSIDAD ESPECIFICA 2.6 gr/ml.	

SIMBOLOGIA :



Grava



Arena

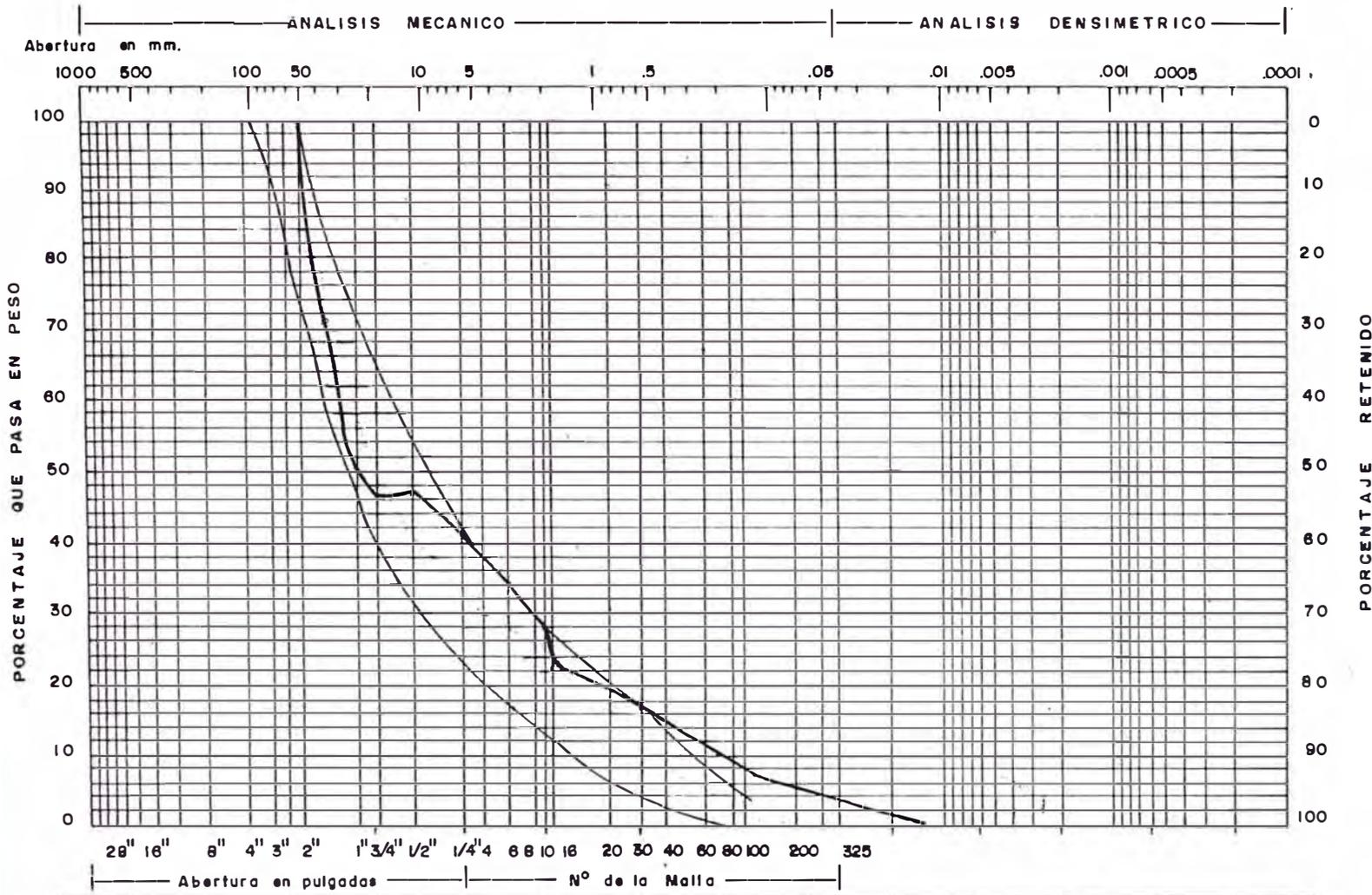


Finos

V V Materia Organica

⊗ ⊙ Boloneria

# E N S A Y O    G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Medio	Pequeña	Grande	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Gruesa	Medio	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			LIMO			ARCILLA		

### C L A S I F I C A C I O N    M . I . T .

POZO N° :  
 MUESTRA N° : C-Pmi-04  
 UBICACION : 8742 815 N, 471060 E  
 1350 m.s.n.m.  
 ZONA : Presa Margen Izquierda  
 EJECUTADO : G. G. P.  
 REVISADO : C. V. C.

SUCS :  
 L.L. :  
 L.P. :  
 I.P. :

DENSIDAD ESPECIFICA: 2.45 gr/ml.  
 PESO DE MUESTRA: 1,000 grs.

**CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
 ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
 PREFACTIBILIDAD  
 PROYECTO C. H. CHIMAY

	TAMANO DE GRANO	PESO PASANTE	% PASANTE	% ACERREADO
GRAVA	2"	1000	100	100
	1.5"	714.2	28.58	71.42
	1.0"	505.8	20.84	50.58
	3/4"	471.9	3.39	47.19
	1/2"	471.9	0.00	47.19
GRAVILLA	3/8"	459.9	1.20	45.99
	1/4"	412.2	4.77	41.22
	8	341.7	7.05	34.17
ARENA GRUESA	10	281.7	6.0	28.17
	16	222.2	5.95	22.22
	30	166.6	5.56	16.66
ARENA FINA	70	103.1	6.35	10.31
	120	76.1	2.70	7.61
	200	57.9	1.82	5.79
FINA	-200	0.00	5.79	0.00

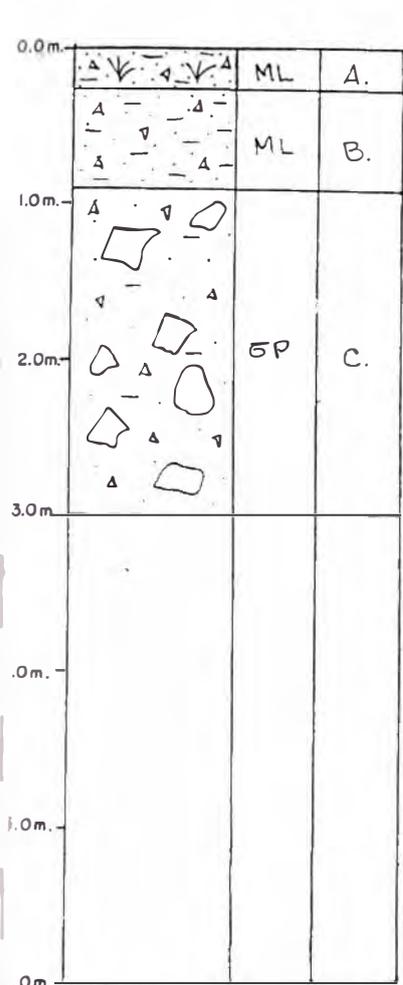
ESTUDIO MICROSCOPICO DE ARENA

MUESTRA: C-PMI-04

Nº DE MALLA	% DE CUARZO	% DE ORTOZAS	% DE PLAGIOCLASA	% OTROS	ALTERACION	FORMA DE LOS GRANOS
70	35	25	20	Biotita= 14 Anf+Px = 3  Muscovita= 2 Otros = 1	Las biotitas presentan alteración 30%, y los feldspatos están alterados en un 15%.	Los granos tienen forma de angulosos a sub-angulosos.
30	40	30	25	Biotita= 04 Anf+Px = 1	Las biotitas y feldspatos presentan una ligera alteración 20% y 10% respectivamente. Así mismo se observan óxidos de hierro adheridos a los cuarzos y feldspatos.	Los granos tienen forma de angulosos a sub-angulosos.

TIPO DE EXCAVACION : MANUAL		CALICATA No.: CPMI - 07	DESCRIPCION - SITIO : MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TULUNAYO. DEL PUNTO 61 AL S 35° O A 26 MTS. DE ESTE "
PERSONAL Y EQUIPO : 2 PEONES		COTA. 1331.5 m.s.n.m. UBICACION : 8742993 N. 471093 E.	
FECHA-INICIO : 20-08-94	FECHA-TERMINO : 20-08-94	PROFUNDIDAD-VOLUMEN: 3 mts. 6m <sup>3</sup>	DESCRIPCION :
		CONDICIONES DE SUELO EN OBJETIVO : PRESA-MARGEN IZQUIERDA.	SUPERVISION :

DESCRIPCION GRAFICA Y LITOLOGIA :



A: Suelo gris oscuro, de grava, arena y finos con vegetación y raíces

B: Suelo Coluvio-aluvial de color beige, cohesivo compacto no permeable seco con raíces, grava, finos y arena, grava (40%) finos (50%) arena (10%).

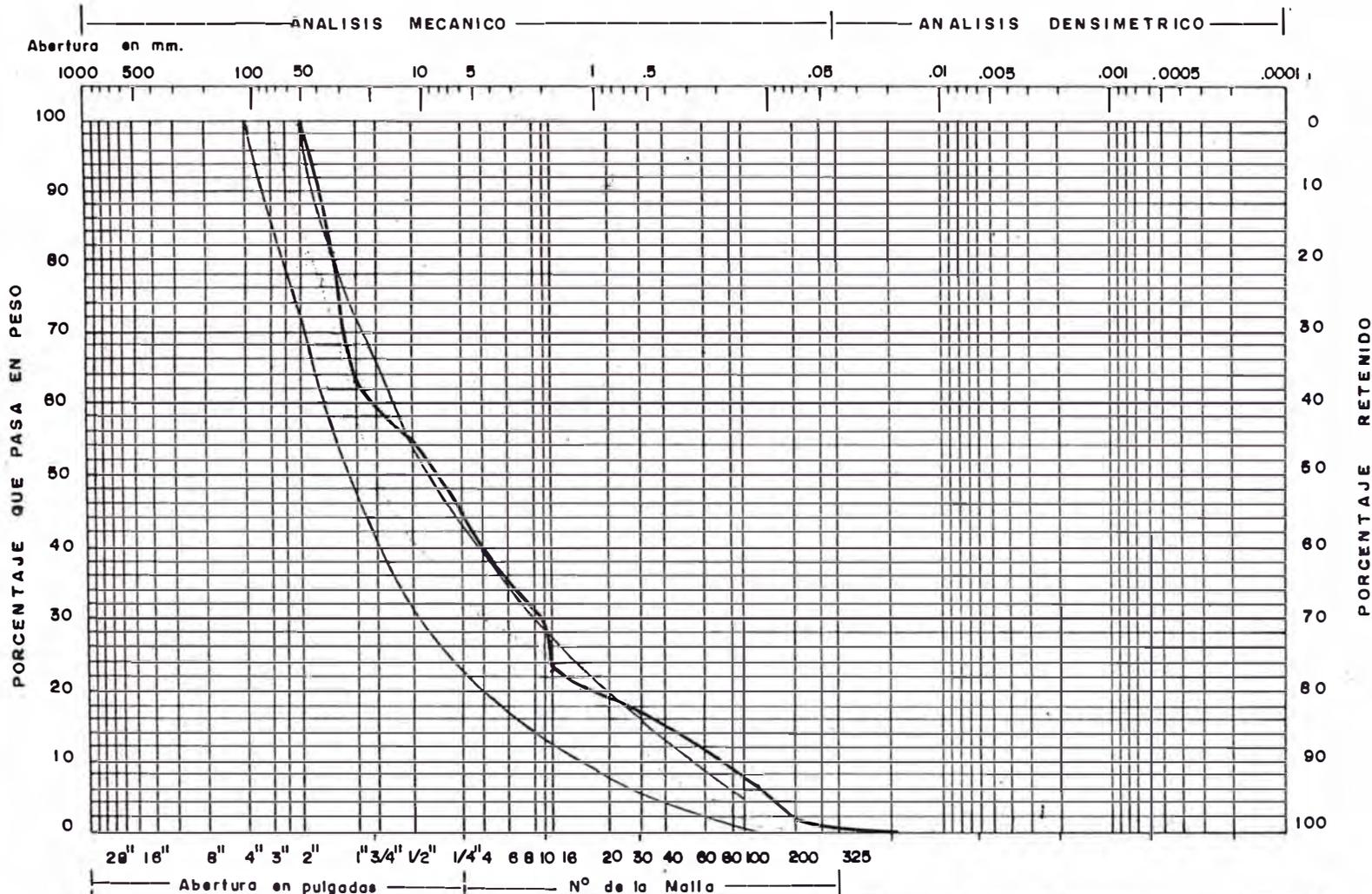
C: Suelo Coluvio-aluvial, no cohesivo, se disgrega fácilmente con la mano húmeda de color beige. Formado por bolonería angulosa de granito diorita y roca volcánica, grava angulosa de la misma roca y arena angulosa bolonería (40%) grava (30%) arena (20%) y finos (10%).

QUESTRAS TOMADAS : 1 Muestra	RESULTADO DE PRUEBAS IN SITU : Suelo Coluvio-aluvial ligeramente plástico.	NOTAS U OBSERVACIONES : Hasta aproximadamente 1.00 mt. de profundidad suelo cohesivo con 50% de finos. Desde 1.00 mt. hasta 3.00 mts. Suelo no cohesivo pocos finos.
PRUEBAS A REALIZAR : Analisis Granométrico, Mineralogía y Morfología de arenas. Densidad Específica (D).	RESULTADO DE PRUEBAS EN LABORATORIO : SP/SP D = 2.43 gr/ml.	

LITOLOGIA :

- Grava
- Arena
- Finos
- Materia Orgánica.
- Bolonería

# E N S A Y O      G R A N U L O M E T R I C O



Grande	Medio	Pequeño	Grande	Medio	Fino	Grueso	Medio	Fino	Grueso	Medio	Fino	Grueso	Medio	Coloides
PIEDRA			GRAVA			ARENA			LIMO			ARCILLA		

### CLASIFICACION M. I. T.

POZO N° :  
 MUESTRA N°: C-Pmi-07  
 UBICACION : 8 742 993 N , 471093 E  
 1331.5 m.s.n.m.  
 ZONA : Presa Margen Izquierda  
 EJECUTADO : G. G. P.  
 REVISADO : C. V. C.

SUCS :  
 L.L. :  
 L.P. :  
 I.P. :

DENSIDAD ESPECIFICA: 2.43 gr/ml.  
 PESO DE MUESTRA: 1,000 grs

**CIA. ELECTRICA DEL PERENE S.A.**  
 ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DE  
 PREFACTIBILIDAD  
 PROYECTO C. H. CHIMAY

	TAMANO DE GRANO	PESO PASANTE	% PASANTE	% ACUMULADO
GRAVA	2"	1000	100	100
	1.5"	8.10	19.00	81.00
	1.0"	628.5	18.15	62.85
	3/4"	599.5	2.90	59.95
	1/2"	548.2	5.13	54.82
GRAVILLA	3/8"	506.6	4.16	50.66
	1/4"	444.1	6.25	44.41
	6	354.9	8.92	35.49
ARENA GRUESA	10	291.4	6.35	29.14
	16	229.7	6.17	22.97
	30	171.9	5.78	17.19
ARENA FINA	70	101.4	7.05	10.14
	120	61.8	3.96	6.18
	200	18.4	4.34	1.84
FINAS	-200	0.00	1.84	0.00

## ESTUDIO MICROSCOPICO DE ARENA

MUESTRA: C-PMI-07

Nº DE MALLA	% DE CUARZO	% DE ORTOZAS	% DE PLAGIOCLASA	% OTROS	ALTERACION	FORMA DE LOS GRANOS
70	45	25	20	Biotita= 09 Anf+Px = 1	Las biotitas tienen una alteración de 25% y los feldespatos de 10%, en la superficie de los granos de cuarzo se observan óxidos de hierro adheridos 5%.	Los granos tienen forma de angulosos a sub-angulosos.
30	45	25	20	Biotita= 07 Anf+Px = 3	Las biotitas y feldespatos se hallan ligeramente alteradas 15% y 5% respectivamente. Se observan óxidos de hierro en las superficies de los cuarzos y feldespatos 5%.	Los granos tienen forma de angulosos a sub-angulosos.

## 5.7 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y DE DISEÑO FINAL.

El diseño y construcción de carreteras en el territorio Nacional están normalizados de acuerdo con el Art. 77° de la Ley N°13714 "Normas Peruanas para el diseño de Carreteras"

Las carreteras según su clasificación dentro de estas normas, se dividen:

a) Según su Jurisdicción:

- Interés Nacional.
- Interés Departamental.
- Interés Vecinal.

b) Según el Servicio:

- Autopistas.
- Carreteras de 1er. orden.
- Carreteras de 2do. orden.
- Carreteras de 3do. orden.

De acuerdo a estas clasificaciones la carretera estudiada se definirá como vecinal de 3er. orden, ya que el IMD es menor a 400 vehículos diarios.

Luego de definir su clasificación se define su velocidad directriz, la cual dependerá del relieve del terreno tipo de carretera a construirse, volumen de tránsito, costos y aspectos constructivos, a su vez esta velocidad directriz condicionará todas las características geométricas de la misma (radios de curvatura horizontal y vertical, visibilidad de parado, peraltes, pendientes, desarrollos y otros).

Por las características del terreno, a media ladera y con taludes rocosos moderadamente escarpados, la velocidad directriz es de 30 km/h, visibilidad mínima de parada 30.0 mts. en pendientes de 4% a 8%, y 35.0 mts. para pendientes menores de 4%, el radios de curvatura mínima normal 30.0 m. y peralta 6.0%, se evita el trazo de desarrollos el ancho de plataforma 4.0 mts. y una cuneta de 0.50 mts.

Los taludes varían de acuerdo a la estabilidad de los terrenos a ser excavados, como se muestra en las láminas (Nº01,02,03,04,05,06,07,08,09 y 10), los taludes en terraplenes de grava-areno limosa 1v/1SH, y la pendiente máxima de 8%.

En la presentación del diseño de la carretera se incluirá:

- a) Memoria Descriptiva.
- b) Metrados y Presupuestos.
- c) Especificaciones Técnicas Constructivas.
- d) Planos.

El diseño final se ejecutará durante la etapa constructiva, acondicionando las modificaciones que se requieran en función de los imprevistos que puedan presentarse, debiéndose ejecutar posteriormente planos de acuerdo a lo construído (Planos "As Build").

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1 ASPECTOS GEOTECNICOS.

- 1) La clasificación geotécnica por tramos, el estudio de las discontinuidades del macizo rocoso y la evaluación de estabilidad de los diferentes tipos de suelos y rocas han permitido definir con mayor precisión los métodos constructivos a ejecutar y los costos del proyecto vial con mayor certeza.
- 2) Las condiciones geotécnicas del trazo de la variante Chimay, permiten que esta sea construida sin mayores riesgos de inestabilidad, salvo la eliminación de suelos residuales en los tramos con pendientes mayores de 40°, ubicados en las progresivas 0+900-1+000, 1+850-1+900, 3+600-3+650, 3+950-4+100, 6+300-6+350 y 6+400-6+500.
- 3) La excavación del terreno de la variante Chimay se hará en:
  - 36 % en suelo.
  - 7% en roca suelta o bloques.
  - 57% en roca fija.

La roca suelta, comprende a la roca fracturada a muy fracturada, alterada y poco dura (a4-5, b4-5 y c4-5).

La roca fija es la roca sana o leve a moderadamente alterada, fracturada y dura (a2-3, b2-3, c2-3).

- 4) La alta resistencia a la compresión, cohesión y ángulo de fricción interna del granito permiten taludes sub verticales, con excepción de tramos con alteración en paredes de fracturas abiertas, que serán observados al excavarse y que requerirán anclajes para su seguridad.
- 5) En las excavaciones el suelo coluvial podría servir como material de préstamo para los rellenos debido a que sus características son favorables para estos usos.
- 6) Deberá cubrirse la sub rasante excavado en roca con materiales menos abrasivos, para evitar desgaste de llantas en los vehículos.
- 7) En rellenos de mayor volumen, se podría utilizar la roca excavada y cubrirla con material de préstamo de la cantera Chimay.
- 8) Los aspectos geotécnicos complementarios servirán para determinar las condiciones de cimentación del puente sobre el río Chacaybamba y una evaluación detallada de las canteras para agregados de concreto y afirmado.

## 6.2 ASPECTOS DE CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO.

- 1) Se recomienda el uso de voladura controlada y de avance en dirección del trazo, evitará daños mayores al macizo rocoso que puedan afectar sus condiciones de estabilidad, no debiendo de utilizar el método de calambucos ni el de perforaciones perpendiculares al plano de inclinación del talud.
- 2) El acceso puede ejecutarse hasta por cuatro frentes, lo que significaría que el tiempo mínimo de ejecución de esta obra será de 150 días y debe llevarse a cabo en la etapa de trabajos preliminares del proyecto, de esta manera el tránsito en el acceso actual sería sólo de vehículos relacionados al proyecto.
- 3) La definición del uso de pontones o badenes se harán en la etapa constructiva, incluyendo el tipo de alcantarillado a utilizar.
- 4) En los casos, en que se observe en los cortes espaciamiento de fracturas en contrapendiente, se podrá intentar la excavación en semi túnel, debido a las características geomecánicas del macizo rocoso.
- 5) Para el uso de las canteras se deberá eliminar el material contaminado con materia orgánica y preparar el material de préstamo adecuadamente con zarandeo y posible chancado, su ubicación en las proximidades de la progresiva 2+000 disminuye la incidencia del costo de transporte en la construcción.

- 6) Los trabajos de mantenimiento, se relacionaran con limpieza de posibles ocurrencias de huaycos y caídas de piedras durante la presencia de lluvias, debiéndose mantener limpias las obras de drenaje, el sembrío de penkas en los bordes superiores del talud mejorarían la seguridad del tránsito.
  
- 7) Cada 500.00 mts. la plataforma se ensanchará para posibles pases de vehículos o como zonas de estacionamiento vehicular.

### 6.3 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

- La incidencia en el aspecto social de las poblaciones de Chacaybamba y Uchubamba de esta variante es mínimo, debido a que prácticamente sigue el eje del trazo de la carretera actual, sin embargo al estar a media ladera significará un mayor riesgo de transitabilidad.

Para disminuir este riesgo, deberán colocarse en las curvas protectores metálicos e hitos de concreto con pintura fluorescentes.

Los requerimientos de esta vía, se harán más significativas cuando se concluya con las obras del proyecto de la C. H. Chimay, por las repercusiones económicas y sociales que se producirán en estas localidades y el futuro enlace con otras poblaciones cercanas, mediante vías de comunicación hacia Huancayo (Cómas-Uchubamba, por el río Cómas o Curimarca-Uchubamba, por el río Uchubamba).

## 7. ANEXOS.

## 7.1 BIBLIOGRAFIA Y ESTUDIOS ANTERIORES.

- Comisión Federal de Electricidad. Instituto de investigaciones Eléctricas. México.- Manual de diseño de obras civiles, geotécnica, Mecánica de rocas, B.3.J Estabilidad de Taludes.
- Gonzales de Vallejo, Luis I. (1989).- Curso de Ingeniería Geológica. Departamento de Geodinámica - Universidad Complutense de Madrid (Tomo III).
- Hoek E. & Bray S.W. (1981).- Rock Slope Engineering. Revised third edition.
- Juaréz Badillo E., y Rico A..- Mecánica de Suelos (Tomo II). Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos. Capítulo XI. Publicaciones de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., México.
- Lambe, T. & Witman, R. (1971).- Mecánica de Suelos. Ed Limusa, México.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección General de Transporte Terrestre (1963).- Especificaciones Generales para Construcción de Caminos.
- República del Perú, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción.- Especificaciones técnicas para carreteras.
- SIMSA - Perené (1994).- Estudio Geológico-Geotécnico de Prefactibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Chimay.
- SIMSA - Perené (1995).- Estudio Geológico-Geotécnico Complementario del Proyecto Central Hidroeléctrica Chimay.
- Taylor, D.W. (1948).- Fundamentals of soil Mechanics Wiley, New York.
- Vallejo Cortez, Carlos (1977)-Tesis.- Estudio Geotécnico de las Carreteras de Penetración Kirka-Río Marañon y Sihuas Río Marañon.

## 7.2 Planos

- 7.2.1 Plano de Reconocimiento Geológico de las variantes, escala 1/10,000; Planos 01, 02 y 03.
- 7.2.2 Plano Geológico Geotécnico de la variante Chimay a escala 1/5,000.
- Progresiva 0+000 - 4+130 Lámina 01A
- Progresiva 4+130 - 6+775 Lámina 02A
- 7.2.3 Plano de planta a escala 1/2,000.
- Progresiva 0+000 - 6+775 Lámina 01-B
- Perfil Longitudinal escalas H-1/2000, V - 1/200
- Progresiva 0+000 - 1+650 Lámina 02-B
- Progresiva 1+650 - 3+235 Lámina 03-B
- Progresiva 3+235 - 4+640 Lámina 04-B
- Progresiva 4+640 - 6-775 Lámina 05-B
- 7.3.3 Secciones Transversales a escala 1/200
- Progresiva 0+000 - 0+700 Lámina 01-C
- Progresiva 0+750 - 1+450 Lámina 02-C
- Progresiva 1+500 - 2+200 Lámina 03-C
- Progresiva 2+250 - 2+870 Lámina 04-C
- Progresiva 2+910 - 3+580 Lámina 05-C
- Progresiva 3+625 - 4+265 Lámina 06-C
- Progresiva 4+306 - 4+965 Lámina 07-C
- Progresiva 5+025 - 5+695 Lámina 08-C
- Progresiva 5+740 - 6+430 Lámina 09-C
- Progresiva 6+480 - 6+775 Lámina 10-C