E 99

Archivo Canteras

**SERVITA ASOCIADOS LTDA**

# CANTERA
# CARRERA 7 CON CALLE 165

## INFORME TECNICO
## CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO Y AMBIENTAL

**INFORME No.050-95-ES**

C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones Ltda.
Calle 128C No.52A-27 Tel.2533339 - 6139448 Fax.6139450
Santafé de Bogotá

Mayo 1995

98E

CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO Y AMBIENTAL

PREDIO SERVITA

CARRERA 7 CON CALLE 165

Santafé de Bogotá

Mayo 1995

CONTENIDO


| | | Pág. |
|---|---|---|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS | 2 |
| 3 | DESCRIPCION DEL LOTE Y USO ACTUAL | 2 |
| 4 | CARACTERISTICAS GEOLOGICA Y GEOMORFOLOGICA DEL PREDIO | 4 |
| 4.1 | GEOLOGIA | 4 |
| 4.1.2 | MARCO GEOLOGICO REGIONAL | 4 |
| 4.1.2 | ESTRATIGRAFIA | 4 |
| 4.1.2.1 | FORMACION GUADALUPE (Ksg) | 4 |
| 4.1.2.2 | Depósitos Cuaternarios | 8 |
| 4.1.2.2.1 | Coluviones (Qc) | 8 |
| 4.1.2.2.2 | Coluviones de Ladera (Qcl) | 8 |
| 4.1.2.2.3 | Conos de Deyección (Qcd) | 8 |
| 4.1.3 | Tectónica | 9 |
| 4.2 | Geomorfología | 9 |
| 4.2.1 | Morfoestructural | 9 |
| 4.2.2 | Morfodinámica | 10 |
| 4.3 | Análisis de Diaclasas | 10 |

| | | Pág |
|---|---|---|
| 4.4 | Diagnostico de la Explotación | 11 |
| 4.4.1 | Mineria | 11 |
| 4.4.2 | Manejo de aguas | 12 |
| 4.4.3 | Pequeña Mineria | 13 |
| 4.4.4 | Perdida de Suelos Orgánicos y Afectación de Cobertura Vegetal | 14 |
| 4.4.5 | Ausencia de Recuperación morfológica y ambiental | 15 |
| 4.5 | Zonas de Riesgo | 15 |
| 4.5.2 | Concentración de Material de Arrastre en Pie de Ladera | 16 |
| 4.5.3 | Evolución del Carcavamiento | 16 |
| ANEXO | FOTOS | |
| ANEXO | FIGURAS | |
| 5 | ESTUDIO GEOTECNICO Y DRENAJES | 18 |
| 5.1 | Suelo y Propiedades Geotécnicas | 18 |
| 5.1.1 | Depósitos Coluviales Consolidados | 18 |
| 5.1.2 | Depósitos Naturales de Suelos Residuales y Transportados | 19 |
| 5.1.3 | Depósitos Naturales de Roca Estratificada | 20 |
| 5.1.4 | Depósitos de Detritos No Consolidados | 21 |
| 5.2 | Drenajes y Escorrentía | 22 |
| 5.3 | Inestabilidades | 23 |
| 5.4 | Zonas de Riesgo | 26 |
| 5.5 | Recomendaciones | 27 |
| 5.5.1 | Manejo de la Escorrentia superficial | 27 |
| 5.5.2 | Recomendaciones para el Control de Inestabilidades | 29 |
| 5.5.2.1 | Cárcavas | 29 |
| 5.5.2.2 | Flujo de Lodos | 30 |

| | | Pág |
|---|---|---|
| 5.5.2.3 | Desprendimientos de Roca | 30 |
| ANEXO | FOTOS | |
| ANEXO | FIGURAS | |
| 6 | ESTUDIO AMBIENTAL | 33 |
| 6.1 | Vegetación | 33 |
| 6.2 | Fauna | 34 |
| 6.3 | SITUACION AMBIENTAL | 35 |
| 6.4 | MEDIDAS DE MITIGACION | 35 |
| 6.4.1 | Sobre las Aguas | 35 |
| 6.4.2 | Sobre la Maquinaria y Equipos | 36 |
| 6.4.3 | Sobre La Estabilización de Taludes | 37 |
| 6.4.3.1 | Hidráulicas o de Manejo del Drenaje | 37 |
| 6.4.3.2 | Medidas Físicas | 38 |
| 6.4.3.3 | Medidas Biológicas | 39 |
| ANEXO | FOTOS | |
| ANEXO | FIGURAS | |

# CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO Y AMBIENTAL
# PREDIO SERVITA
# CARRERA 7 CON CALLE 165
# Santafé de Bogotá
# Mayo 1995

## 1 INTRODUCCIÓN

La firma Servitá Ltda, solicitó a C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones Ltda el estudio de una caracterización geomorfológica, geotécnica y ambiental de un predio de su propiedad, localizado sobre la Carrera 7 con Calle 165 de esta ciudad. El predio se extiende hacia el costado Oriental de la carrera 7, en el flanco Occidental de los Cerros Orientales.

El uso económico principal que se le ha dado al lote por más de 10 años ha sido como cantera, para la explotación de materiales de construcción.

Los propietarios del lote actualmente proyectan cambiar el uso de la tierra por aquel que considere un desarrollo urbanístico el cuál se llevaría a cabo entre la Carrera 7 y la cota 2700. A partir de esta cota y en el resto del predio, se planea una recuperación morfológica y ambiental.

El presente informe contiene una caracterización geológica, geotécnica y ambiental, cuyo principal objetivo es el de establecer directrices en lo relacionado con la recuperación morfológica, ambiental y manejo de la escorrentía en el lote. También se pretende establecer las propiedades geotécnicas generales de los materiales encontrados en el lote y el tipo de inestabilidades existentes. También se hace una evaluación general de las zonas de riesgo y las medidas para mitigar sus efectos.

## 2 METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

Para la elaboración del presente trabajo, se llevó a cabo en el mes de marzo de 1995 un plan de reconocimiento del predio por parte de profesionales especializados en diferentes disciplinas así: un geólogo, un biólogo ambientalista y un ingeniero geotecnista. Cada uno de los mencionados profesionales hizo un recorrido detallado del predio y recolectó la información de interés relacionada con su disciplina.

Por último, el ingeniero geotecnista recogió muestras de los materiales más representativos del lote para su clasificación en el laboratorio de suelos.

La información recolectada fue procesada en la oficina donde se elaboraron mapas que contienen la caracterización geológica ambiental y geotécnica del predio.

Estos mapas los cuales se anexan fueron hechos con base en la topografía suministrada por Servitá, Ltda escala 1:1000 y curvas de nivel cada 2m.

El estudio también consideró un análisis de fotografías aéreas del predio y visitas frecuentes durante la temporada de lluvias, en donde se pudieron establecer el origen y efectos erosivos de la escorrentía superficial y el tipo de inestabilidades.

## 3 DESCRIPCION DEL LOTE Y USO ACTUAL

El lote como se dijo anteriormente, es una franja de 290m aproximadamente de ancho que se extiende unos 1700m hacia el Oriente de la carrera 7, hasta la parte superior de los Cerros Orientales, cota 2950 aproximadamente.

El predio ha sido utilizado por más de 10 años para la extracción de materiales de cantera como recebo, piedra, arena etc.

Los frentes de explotación han sido excavados indiscriminadamente sin seguir un plan ordenado en el manejo de los diferentes frentes que involucre simultaneamente una recuperación morfológica. El predio como actualmente se muestra entre la cota 2600 a 2900 aproximadamente, indica una intervención de casí el 70% de la capa vegetal y bosque nativo.

Las excavaciones que se han llevado durante la explotación han dejado una topografía accidentada en la que se destacan taludes verticales en roca y depresiones que son ocupadas en algunos casos por cuerpos de agua.

Las zonas verdes del predio, que no han sido afectadas y que se encuentran por debajo de la cota 2900, estan constituidas por bosques de pino e eucalipto, que se asientan sobre zonas coluviales o rocas sedimentarias de poco interés comercial.

Las excavaciones llevadas a cabo indiscriminadamente, han generado una alteración del sistema de drenajes naturales. Estos drenajes en su mayoría han desaparecido y en su lugar se han formado cárcavas que corren a lo largo del lote, en dirección a la Carrera 7.

El área del lote proyectado en planta es de 49.3 hectáreas de las cuales, el 74% del área ha sido usada para la explotación de materiales; el 26% del área se localiza en la parte superior del cerro y se encuentra reforestada con especies nativas y eucaliptus. El lote es de topografía inclinada destacandose tres zonas con pendientes diferentes así: la zona inferior entre la carrera 7 y la cota 2650 que presenta una pendiente promedio variando entre 20 y 25% para el costado Sur y Norte respectivamente; la zona media del lote entre la cota 2650 y 2800, la cual presenta una pendiente promedio de 40% y por último la zona de la cota 2800 hacia arriba que presenta pendientes del orden del 24%.

CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO Y AMBIENTAL

PREDIO SERVITA

CARRERA 7 CON CALLE 165

Santafé de Bogotá

Mayo 1995

# CAPITULO 4

# CARACTERISTICAS GEOLOGICA Y GEOMORFOLOGICA DEL PREDIO

## 4.1 Geología

### 4.1.2 Marco Geológico Regional

La zona de estudio hace parte de los cerros Orientales de la Sabana de Bogotá, los cuales corresponden a rocas del Cretácico Tardío y del Terciario Temprano; la Formación Guadalupe y la Formación Guaduas, respectivamente.

La tectónica se caracteriza por pliegues alargados y fallas alineadas en sentido Noreste-Suroeste (NE-SW), formando una estructura principal: El Anticlinal de Usaquén.

### 4.1.2 Estratigrafía

#### 4.1.2.1 Formación Guadalupe (Ksg)

Nombre: Derivado del Cerro de Guadalupe al oriente de Bogotá.

Autor: Propuesto por Hettner, A., en 1892 como Guadalupestufe; Stufe der Guadalupeschichten. Hubach, E., en 1957 la denomina Formación Guadalupe.

Area Tipo: Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá.

Características físicas (litofacies) de la roca en el área tipo: Arenisca Tierna, 50 a 150 metros (páramo al E de Choachi y Usaquén respectivamente), de tamaño de grano muy variable que llega hasta grueso y muy grueso, con frecuente estratificación cruzada y que se explota en toda la región de la Sabana". Julivert (1968).

Característica Físicas (litofacies) de la roca en el área de estudio: En la zona estudiada aflora el Miembro Arenisca Tierna del Grupo Guadalupe.

Se subdividió informalmente la secuencia rocosa aflorante en 4 segmentos arenosos nombrados con la letra A y cinco limosos-lodosos nombrados con la letra L. Las areniscas son rocas compuestas de pequeños fragmentos (o,16 a 2mm) de minerales o de otras rocas, generalmente de cuarzo; las limolitas y arcillolitas o la mezcla de ambas texturas (lodolitas) son rocas compuestas por partículas de tamaños muy pequeños, no visibles a simple vista. De base a techo aparece:

- Segmento L5: Lodolitas grises en paquetes de 2m. sobre las que descansa una secuencia rítmica de lodolitas y areniscas lodosas en capitas de 3 a 5cm (Foto 1). Las areniscas presentan restos fósiles (espinas de peces y foraminíferos), y las lodolitas restos de conchas (bivalvos). Hacia el tope se encuentran niveles de nódulos limolíticos.
El límite de esta secuencia esta marcado por un paquete de lodolita gris de 2m de espesor.

Los contactos entre las capas son plano paralelos continuos y los paquetes de lodolita muestran laminación interna (1-2mm.) ondulosa y lenticular (Foto 2).
El espesor expuesto de este segmento es de 10 m. (el límite inferior no aflora).

- Segmento A4: Banco de areniscas cuarzosas grises de grano medio a muy grueso, friables, de colores blanco y crema. Se disponen en capas muy gruesas de

mas de 3 metros (Foto 3).

La estratificación interna es inclinada, plana no paralela (Foto 4). La estratificación a gran escala se caracteriza por contactos plano paralelos.

Algunos niveles están moteados (concentración de minerales arcillosos amarillos) por efecto de la bioperturbación* (Foto 4).
Espesor aproximado del segmento: 50m.

- Segmento L4: Limolitas silíceas muy duras, de colores grises en capas de hasta 10cm (Foto 5). La geometría de las capas es ondulosa paralela. Hacia el tope de los estratos se observa bioperturbación.
Espesor aproximado del segmento: 3m.

* Bioperturbación: La acción de la fauna de cavar pequeños túneles y madrigueras en los fondos tiene por efecto variar la geometría de la depositación original de los sedimentos.

- Segmento A3: Banco de areniscas. De techo a base aparece:
* Arenisca cuarzosa color crema, de grano medio a grueso en capas de mas de 2 metros, macizas y moderadamente duras.
* Areniscas cuarzosas de grano fino, con estratificación ondulosa paralela en láminas de hasta 15 cm (Foto 6).
* Areniscas cuarzosas color crema, de grano medio, macizas, moteadas por bioperturbación. Presentan estructuras internas inclinadas, no paralelas, de planas a ondulosas (Foto 7). Muestran estratificación inclinada a mediana y gran escala.

En este nivel es destacable la aparición de óxidos de hierro como mineral de relleno parcial en las diaclasas.

Espesor aproximado del segmento: 9m.

- Segmento L3: Limolitas grises silíceas, bien consolidadas. Las capas son plano paralelas en láminas de 1 a 4cm. El color de alteración es violáceo (Foto 8).
Espesor aproximado del segmento: 9 metros.

- Segmento L2: Limolitas silíceas grises claras en láminas de hasta 10cm., con estratificación plana paralela (Foto 9). Se presentan bien consolidadas con interés tratificaciones milimétricas de arcillolitas.
Espesor aproximado del segmento: 3 metros.

- Segmento A1: Banco de cuarzoarenitas friables de color blanco hueso, tamaño de grano grueso a muy grueso, de moderada dureza (Foto 10). Presentan estratificación inclinada a escalas pequeñas y mediana.
Interestratificadas se presentan láminas de arcillolitas blancas (menores de 1cm).
Dentro de las areniscas se observa bioperturbación, en forma de estructuras esféricas y cilíndricas de hasta 5cm., que son reemplazadas con minerales arcillosos amarillos.

Hacia la base de este segmento no son evidentes las estructuras internas (estratificación o laminación)
Espesor aproximado del segmento: 7m.

- Segmento L1: Secuencia de rocas finogranulares, predominantemente lodolitas grises claras, con intercalaciones de limolitas silíceas pardas. Las capas de roca se disponen con geometría plano paralela.

Las lodolitas ocurren en láminas con espesores de 1 a 3 cm y alteran a colores amarillos claros (Foto 11).

Las limolitas son muy duras, forman estratos de 10 a 30cm. Y presentan abundantes restos de espinas de pescado (impresiones).
El espesor total de este segmento es de mas de 6m. (el límite superior no aflora).

Edad: Cretácico Tardío (Finales del Santoniano a mediados del Maastrichtiano, con base en fauna de invertebrados marinos: foraminiferos, ostrácododos, bivalvos, etc)

#### 4.1.2.2 Depósitos Cuaternarios

##### 4.1.2.2.1 Coluviones (Qc)

Depósitos heterométricos* naturales, compuestos por bloques de roca de hasta 3m, con diámetro promedio de 1 a 1,5cm., embebidos en matriz** arenosa (aglutinante).

Predomina el aglutinante sobre la fracción rocosa.
El color de este material es pardo, producto de la presencia de óxidos de hierro.
La porosidad y permeabilidad de estos materiales es alta debido a su textura granular.

La diferencia de los coluviones naturales con los mecanizados (depósitos removidos por la acción extractiva) está dada por el desarrollo de suelos orgánicos.

* Heterométricos: De tamaños variados.

** Matriz: Material finogranular que constituye el armazón de los depósitos o las rocas.

##### 4.1.2.2.2 Coluviones de Ladera (Qcl)

Depósitos no consolidados producidos por la explotación.
Se componen de bloques arenosos, arenas de tamaño variable y sedimentos finos combinados en proporciones variables.

Por lo general corresponden a taludes inclinados que los hacen muy inestables, especialmente los que muestran predominio de bloques rocosos (Foto 12).

#### 4.1.2.2.3 Conos de Deyección (Qcd)

Se ubican en los quiebres de pendiente en donde los drenajes (que en su mayoría transcurren por surcos y cárcavas y aun por los propios carreteables) descargan rápidamente la mayor parte de su carga. el de mayor magnitud se ubica en la Carrera 7, 100 metros al norte de la portería de la Clínica.

La localización de las unidades descritas arriba pueden observarse en el Mapa Geológico anexo.

### 4.1.3 Tectónica

El área de trabajo se ubica sobre el flanco occidental del Anticlinal de Usaquén. Los rumbos y buzamientos de las diferentes capas no es muy variable, manteniendo un rumbo promedio de N30E.

No se observaron fallas de mediana ni gran magnitud. Las diaclasas serán analizadas en el numeral 3.

## 4.2 Geomorfología

### 4.2.1 Morfoestructural

La zona se caracteriza por corresponder a relieve montañoso de tipo estructural, en los que las características de las rocas se evidencian en el paisaje (Foto 13).

Tales rasgos son principalmente:

- Los escarpes de contrapendiente naturales y mecanizados. Los últimos se refieren a taludes de explotación con inclinaciones de mas $60^0$ (Foto 14).

Los escarpes se desarrollan principalmente sobre los paquetes de roca arenosa.

- Las pendientes estructurales, es decir, pendientes de laderas que coinciden con la estratificación de las rocas. Estas se presentan en su mayoría sobre las limolitas silíceas, que son las rocas de mayor dureza que afloran en el área explotada.

La explotación ha causado la aparición de relieves de tipo depositacional correspondientes a coluviones de ladera, conos de deyección y acumulaciones caóticas de material estéril (Foto 14). Hacia el pie del escarpe se ubican restos de coluviones naturales que se distinguen por el desarrollo de suelos orgánicos.

Arriba de la cota 2950 (en la parte alta de la explotación) el relieve se suaviza, presentando una ladera suavemente inclinada hacia el occidente.

### 4.2.2 Morfodinámica

Los procesos modificadores del relieve corresponden a erosión por escorrentía hídrica superficial (surcos y cárcavas). Puntualmente se presentan zonas de caída de bloques y detritos que serán analizados en el numeral 5.1.

Los surcos (Foto 15) y cárcavas (Foto 16) se ubican sobre taludes de material no consolidado y en los carreteables abiertos. Estos no cuentan con obras para el control de aguas, razón por la cual las "cunetas" se convierten en poco tiempo en surcos y cárcavas.

En el Mapa Geomorfológico anexo se muestra la localización de los procesos dinámicos y de las estructuras morfológicas explicadas acá.

## 4.3 Análisis de Diaclasas

Las diaclasas son fracturas en roca en las que no existe desplazamiento de los bloques adyacentes a la fractura (Foto 17).

El análisis de diaclasas permite establecer los movimientos probables de los macizos rocosos ante esfuerzos de carga o de tensión.

Se tomaron aproximadamente 100 mediciones de planos de diaclasas, se procesaron por medio de computador, hallándose para cada punto de medición los planos principales de debilidad.

Los planos de debilidad mas definidos corresponden a la estratificación que varía de N30W a N45E (la mayor parte de los datos de rumbo de los estratos rocosos se encuentra entre N10E y N40E), e inclinaciones de 12 a 22 grados hacia el noroeste principalmente.

El diaclasamiento es en general cercano a la vertical, con un sistema que aparece en todos los puntos medidos con rumbo muy cercano a la línea E-W.

## 4.4 Diagnostico de la Explotación.

### 4.4.1 Minería

En todos los frentes de explotación es notaria la falta de planeamiento minero. Las pendientes de los taludes no son cortadas de acuerdo con la naturaleza del material ni a sus ángulos de reposos mínimos (Fotos 18 y 19). Ningún talud cuenta con bermas, lo que facilita la acción erosiva de las aguas talud abajo, especialmente si actúan sobre material no consolidado.

La explotación ha sido realizada y se continua llevando a cabo de abajo hacia arriba (Foto 20). Este tipo de explotación es aparentemente menos costosa. Sin embargo, el recurso minero no puede ser explotado de manera óptima ni adecuado y los costos ambientales no son tenidos en cuenta (Fig.1).

La disposición de estériles no cuenta con áreas de préstamo; son removidos y en algunos casos dispuestos sobre la pendiente del terreno. Incluso se observan puntos en que el propio recurso a explotar ha sido sepultado por material de descapote, por lo que en el caso de una eventual extracción de los horizontes previamente sepultados deberán remover un volumen dos veces mayor de descapote.

Los accesos tampoco se presentan de una forma desordenada (Foto 21), con gradientes muy altos y demasiado estrechas, razón por la cuál no hay espacio para cunetas y las aguas corren por los "canales" que se crean por el continuo rodar de las volquetas.

La extracción se lleva a cabo cortando los taludes y acomodando el material de mina con bulldozer (Foto 18).

Posteriormente, el material es cargado en volquetas con cargador o retroexcavadora (Fotos 20 y 23). Si el material presenta sobretamaños se cuenta con tamizadores para selección (Foto 22).

Por último, no existe ningún tipo de barrera visual que evite la observación de las áreas degradas paisajísticamente.

El área explotada es de 220.000$m^2$ (22Ha) aprox.

### 4.4.2 Manejo de aguas

Como ya se anotó ningún talud tiene bermas (Foto 23) que actúen como drenajes, ni se encuentran zanjas de coronamiento en la parte superior de los taludes de corte, debido a que la explotación es de abajo hacia arriba.

Los carreteables no tienen cunetas revestidas (Foto 24) y debido a sus fuertes pendientes los canales que se encuentran a los lados de las vías evolucionan rápidamente a surcos o cárcavas, situación que es agudizada por la ausencia de disipadores. En las curvas fuertes de las vías, los drenajes siguen ladera abajo sin ser recogidos en ninguna alcantarilla. Si estos drenajes encuentran una pendiente estructural (ladera rocosa) desnuda (Foto 24), la velocidad de la corriente aumenta y por consiguiente aumentan su capacidad de carga y erosión.

Los "desarenadores" son simplemente depresiones naturales (Foto 25) o artificiales (probablemente antiguos patios) a los que llegan los drenajes y depositan la carga de arrastre por disminución en le gradiente de la pendiente.

Tales depresiones son llenadas rápidamente de material por lo que su utilidad se pierde (Foto 26).

Todos los casos de cárcavas que se inician en las curvas de las vías arrastran gran cantidad de material cuya fuente es el propio terraplén, el material no consolidado que se encuentra en los frentes abandonados y sin ninguna restauración y en los propios frentes de trabajo.

En la fase de campo se verifico la escorrentía sobre los carriles que se forman por el paso de las volquetas (Figura 2).

En los taludes de material consolidado se generan flujos de detritos y lodo que culminan en conos de deyección, el mas importante de los cuales se ubica sobre la Cra 7 (Foto 27).

La porosidad y la permeabilidad propias de los suelos provenientes de rocas arenosas facilitan la infiltración de las aguas de escorrentía disminuyendo su efecto erosivo.

### 4.4.3 Pequeña Minería

Las explotaciones artesanales a pequeña escala son cuatro, y se encuentran ubicadas en los siguientes puntos:

- Cota 2800 (X:116.050N Y:106.850E)
- Cota 2750 (X:116.080N Y:106.380E)
- Cota 2860 (X:115.780N Y:107.050E)

Estas actividades son desarrolladas por mineros de la región y consiste en la extracción con pica y pala, cernido, acumulación con carretilla y venta (Fotos 28 y 29).

Su impacto sobre el medio es poco si se le compara con la explotación inadecuada a gran escala de la totalidad de la cantera. Sin embargo, como se ubican cerca a los carreteables, el material de arrastre que aportan estas explotaciones llena los canales y el agua corre entonces por el carreteable. El área total de estas explotaciones es de 100 $m^2$ aproximadamente.

### 4.4.4 Perdida de Suelos Orgánicos y Afectación de Cobertura Vegetal.

En un planeamiento minero adecuado, los suelos orgánicos son dispuestos en áreas de préstamo idóneas para su almacenamiento y cubiertos para evitar que sean afectados por la lluvia. Si la explotación es por módulos, inmediatamente se termina la explotación del primer módulo, este es cubierto con los suelos previamente almacenados y se da inicio a la revegetalización de taludes y patios.

En el tipo de explotación que se tiene en la cantera Servitá, los suelos orgánico-minerales se han perdido, pues han quedado sepultados bajo material de mina o han sido lavados.

Los espesores observados varían entre 30 cm. en el límite oriental del predio (Cota 2950, Foto 31) y 3 m. en el límite occidental (Carrera 7).

La descripción general de los suelos es la siguiente:
Suelos orgánico-minerales estructurados de colores pardo oscuros hasta negros, de textura franco-limosa, con fracción arenosa correspondiente por lo general a cuarzo hialino.
La porosidad y la permeabilidad son buenas, lo que permite un buen drenado.

La cobertura vegetal es afectada por el empuje de material de descapote ladera abajo (Foto 32), cubriendo suelos orgánicos y el estrato bajo de la vegetación correspondiente a matorral (Foto 33).

### 4.4.5 Ausencia de Recuperación morfológica y ambiental

Es preciso reiterar la necesidad de la restauración morfológica y ambiental en las explotaciones mineras.

Las labores de minería deben contemplar el diseño minero en el que se establezca áreas de préstamo (para disponer descapote y suelos orgánicos), inclinaciones finales de los taludes, secuencia de explotación y finalmente restauración que incluye la revegetalización de taludes y patios, el plan de desmonte de actividades y la destinación final de las áreas trabajadas.

## 4.5 Zonas de Riesgo

En factores de riesgo se constituyen la caída de bloques, la concentración de material de arrastre en el pie de ladera y la evolución del carcavamiento.

### 4.5.1 Caída de Bloques

Los bloques rocosos de diámetros mayores a 30cm. dispuestos sobre taludes

inestables o muy inclinados pueden rodar pendiente abajo y ocasionar daños en infraestructura, viviendas, vehículos o personas (Fotos 34,35,36).

Los puntos que se consideran de mayor riesgo por concentración de bloques se ubican en:

- Cota 2865 a 2880 (X:116.050-115.970N Y:106.850-107.190E)
- Cota 2750 a 2785(X:116.010-116.080N Y:106.665-106.755E)
- Cota 2640 a 2680(X:115.930-115.960N Y:106.390-106.460E)
- Cota 2865 a 2880(X:115.890-115.940N Y:106.330-107.380E)

La caída de detritos (fracciones rocosas pequeñas) pueden presentarse en los terraplenes de los carreteables y en los taludes en roca muy empinados por la ausencia de vegetación que amarre los fragmentos inestables. Debido a la geometría que presentan los estratos de roca y a su espesor, puede presentarse caída de bloques en los taludes cortados sobre areniscas y caída de detritos en los cortados sobre limolitas y lodolitas (estas últimas por lo general, se disponen en capas delgadas que producen fragmentos de material de diámetro menor de 10cm)

### 4.5.2 Concentración de Material de Arrastre en Pie de Ladera

El material de arrastre proviene, como ya se anotó, de el material de descapote que no fue restaurado ni protegido, así como de los carreteables y los frentes de explotación (ver Mapa de Uso de Suelo anexo).

Los sedimentos arrastrados son depositados temporalmente por las corrientes en los cambios de pendiente que se localizan a lo largo de la ladera, pero su destino final es la Sabana de Bogotá, donde encuentran el último quiebre de pendiente (Foto 27).
La concentración de materiales en la red de alcantarillado de la ciudad puede causar, y de hecho ha causado, inundaciones en los sectores aledaños, por la incapacidad de

cualquier red para recibir tal cantidad de aporte. Las áreas de aporte están constituidas principalmente por los taludes inclinados cortados sobre material no consolidado (Mapa 3-Uso del Suelo).

### 4.5.3 Evolución del Carcavamiento

Los procesos de erosión hídrica concentrada suelen aparecer cuando sobre laderas empinadas o muy empinadas se remueve la vegetación natural, la cual presenta diferentes estratos, de alto a bajo, correspondientes a vegetación arbórea, arbustiva y herbácea respectivamente.

El efecto de la vegetación sobre las aguas es facilitar su infiltración y disipar su energía cinética (los troncos de los árboles, sus raíces y todas las plantas en general detienen el avance del agua).

La remoción total de la capa vegetal, la ausencia de obras civiles y de planes de revegetalización ha llevado a la aparición y evolución del carcavamiento en la Cantera Servitá.

El carcavamiento puede afectar los eventuales programas de recuperación paisajística si evolucionan, pues aumentaran las áreas mas degradadas con el consiguiente requerimiento económico para frenar los procesos. (Foto 37). Además las zonas de cárcarva aumentan el poder erosivo y por lo tanto destructor de las aguas pues su patrón es generalmente rectilineo.

FOTOS

# CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO Y AMBIENTAL
## PREDIO SERVITA
## CARRERA 7 CON CALLE 165
## Santafé de Bogotá
## Mayo 1995

## ANEXO

## LISTADO DE FOTOS

Foto 1. Unidad L. Capa lodolita gris limitada en base y tope por secuencias rítmicas de areniscas lodosas y limolitas.

Foto 2. Estratificación ondulosa continua de las lodolitas de la unidad L.

Foto 3. Unidad A4. Paquetes espesos de arenisca formando escarpes de contrapendiente. Obsérvese la estratificación plano paralela continua.

Foto 4. Estratificación plano paralela de las areniscas de la Unidad A4. Dentro del paquete limitado por las líneas de estratificación plano-paralelas se encuentran otras líneas de estratificación interna inclinadas, es decir, formando un ángulo con los planos de estratificación. Estas estructuras sedimentarias definen si la secuencia de roca es norma o invertida.

Foto 5. Limolitas en capas delgadas de geometría suavemente ondulosa, paralela y continua de la Unidad L4.

Foto 6. Paquete intermedio de areniscas de la Unidad A3, correspondiente a areniscas de grano fino, duras, en capas delgadas con geometría plano paralela.

Foto 7. Moteamiento de las areniscas de la Unidad A3. Los puntos oscuros (motas) corresponden a concentración de minerales arcillosos. Se forman por acción de la fauna acuática cuando se están depositando los sedimentos que posteriormente formaran la roca. Notase la laminación interna ondulosa no paralela de la roca y la concentración diferencial de óxidos de hierro.

Foto 8. Tope de la unidad L3 y base de la unidad A2. Las limolitas de la unidad A2. Las limolitas de la unidad L3 presentan estratificación plano paralela continua en capas delgadas. Las areniscas de A2 son macizas, lo que significa que no se observan estructuras sedimentarias como estratificación o laminación interna.

Foto 9. Contacto entre las unidades L2 y A1. la primera corresponde a limolitas silíceas duras en capas delgadas con estratificación plano paralela continua. las areniscas son friables, en paquetes gruesos.

Foto 10. Areniscas de la unidad A1. Nótense los taludes en algunos puntos negativos dejados por la explotación.

Foto 11. Secuencia de lodolitas con intercalación de capas de limolitas silíceas muy duras.

Foto 12. Coluvión de ladera formado por el descapote de estériles combinados con suelos orgánicos. La fuerte pendiente del talud y la naturaleza del material hacen segura la formación de surcos que pueden evolucionar a cárcavas.

Foto 13. Es clara la relación entre la morfología y la geología. Las areniscas, dispuestas en paquetes gruesos producen escarpes notorios en el paisaje. Nótese el impacto visual no atenuado de la exploración y las zonas de concentración de bloques rocosos (hacia el centro de la panorámica).

Foto 14. Areas estabilizadas con recuperación parcial de la cobertura vegetal de porte bajo (pioneras). A la derecha es claro el inicio del carcavamiento en taludes ya trabajados por gradiente inadecuado en el talud. Es claro el cambio en la morfología del área luego de la extracción del recurso inro.

Foto 15. Formación de surcos en taludes de material no consolidado. Si dentro del material se encuentran bloques, estos pueden quedar sin soporte debido al lavado continuo del material fino y posteriormente caer talud abajo.

Foto 16. El estado avanzado de erosión hídrica superficial concentrada lo constituyen las carcávas.

Foto 17. Las diaclasas son fracturas en roca en los que no ha habido desplazamiento. Su análisis es fundamental en la estabilidad de taludes y de la capacidad portante de las rocas.

Foto 18. Parte mas superior de la explotación. Obsérvese el bulldozer removiendo los aportes basales de los taludes (extracción del material de mina de abajo hacia arriba).

Foto 19. Taludes verticales y agrietamiento de corona. Ubicados en la parte mas superior de la explotación.

Foto 20. Cargue del material. Un bulldozer ha empujado el material talud abajo para su cargue. La calidad del material es regular debido a la presencia de suelos orgánicos y óxidos de hierro.

Foto 21. La ausencia del plan de explotación minera es evidente en la desorganizada red de carreteables. Esta panorámica fue tomada en la cota 2950, es decir, 250 metros por arriba de lo estipulado en la Ley 99 de 1993.

Foto 22. Tamizador para la selección de material.

Foto 23. La cantidad de recurso en explotación puede deducirse en esta fotografía por la cantidad de volquetas que se observan en el momento de la toma (9 en total).

Foto 24. Ausencia de cunetas en los carreteables. A la derecha se observa una pendiente estructural por las cuales el agua baja sin ningún obstáculo aumentando su capacidad erosiva y de transporte.

Foto 25. Los denominados desarenadores son simplemente zonas de relieve suave en los que la carga sedimentaria que transportan los drenajes en cada aguacero es depositado. Debido a la alta cantidad de aportes, estas depresiones son rápidamente colmatadas.

Foto 26. Trincho en desarendador.

Foto 27. Aquí se observan claramente los efectos causados por la minería ejercida en la Cantera Servitá. En la parte superior izquierda se tiene material sin consolidar que puede ser fácilmente arrastrado por las corrientes que bajan inicialmente por una pendiente estructural que no le opone ninguna resistencia, lo que aumenta su

capacidad de arrastre y erosión. Aguas abajo se encuentra con el carreteable que pasa a ser el curso del drenaje para finalmente llegar a la Cra.7, en los que el quiebre de pendiente hace que los materiales se depositen en forma de conos de deyección.

Foto 28. La pequeña minería la desarrolla una persona que con pica y pala afloja y transporta la arena hasta un tamiz hasta tener el volumen suficiente para venderlo.

Foto 29. Labores de explotación por parte de pequeños mineros.

Foto 30. Horizonte de suelo orgánico enterrado bajo una capa de material de descapote removido.

Foto 31. Espesor del horizonte de suelos orgánicos. Aquí se observa también la afectación de vegetación arbórea.

Foto 32. Afectación de vegetación y mezcla de suelo orgánico con material de descapote.

Foto 33. Remoción de descapote y su disposición sobre suelos orgánicos. Lo anterior se realiza sepultando el estrato mas bajo de la vegetación.

Foto 34. Bloques rocosos con peligro de caída por perdida de soporte. Este aspecto es típico de taludes de material removido.

Foto 35. Los bloques con peligro de caída pueden ser aprovechados para la construcción de trincho en enrocado en la estabilización de procesos erosivos por medio de disipadores de energía hídrica.

Foto 36. Bloques rocosos dispuestos sobre un escarpe de arenisca. La energía potencial de estas masas es alta.

Foto 37. Típico avance remontante del carcavamiento. El horizontes superior coresponde a un carreteable.



FOTO No 1



FOTO No 2

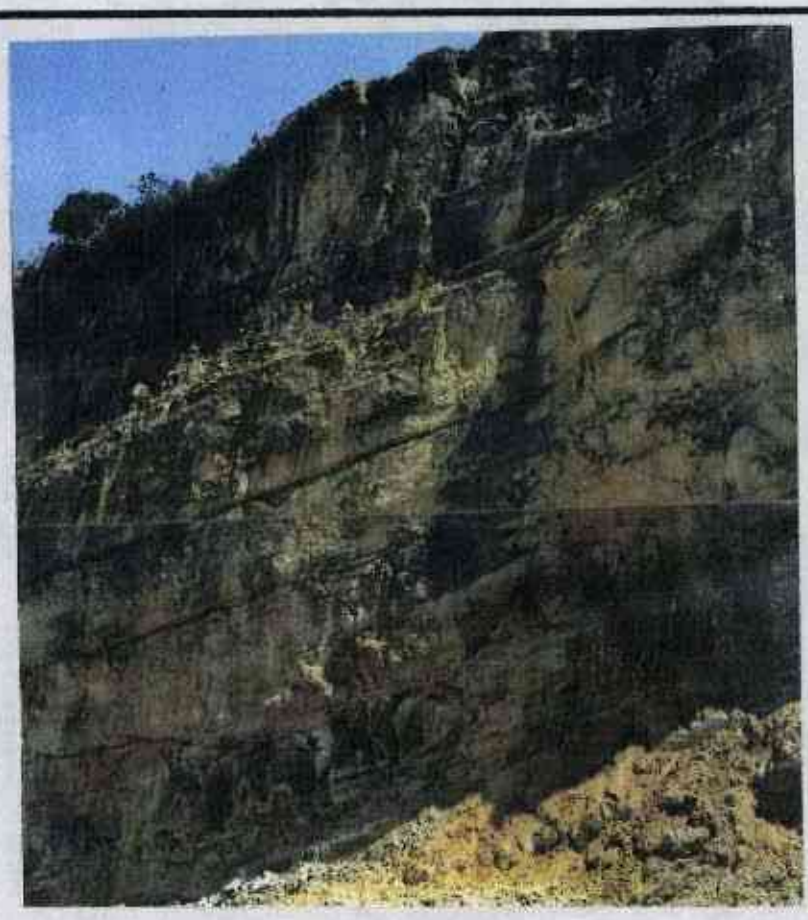


FOTO No 3



FOTO No 4



FOTO No 5



FOTO No 6



FOTO No 7



FOTO No 8



FOTO No 9



FOTO No 10



FOTO No 11



FOTO No 12



FOTO No 13



FOTO No 14



FOTO No 15



FOTO No 16



FOTO No 17



FOTO No 18



FOTO No 19



FOTO No 20



FOTO No 21



FOTO No 22

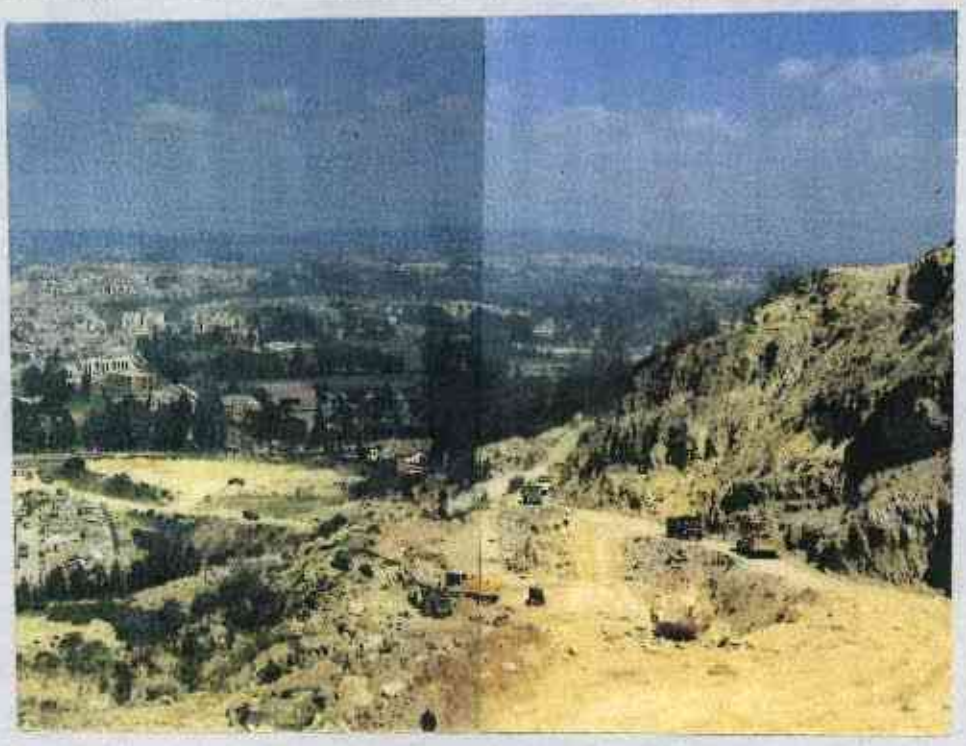


FOTO No 23



FOTO No 24



FOTO No 25



FOTO No 26



FOTO No 27



FOTO No 28



FOTO No 29



FOTO No 30



FOTO No 31



FOTO No 32



FOTO No 33



FOTO No 34



FOTO No 35



FOTO No 36

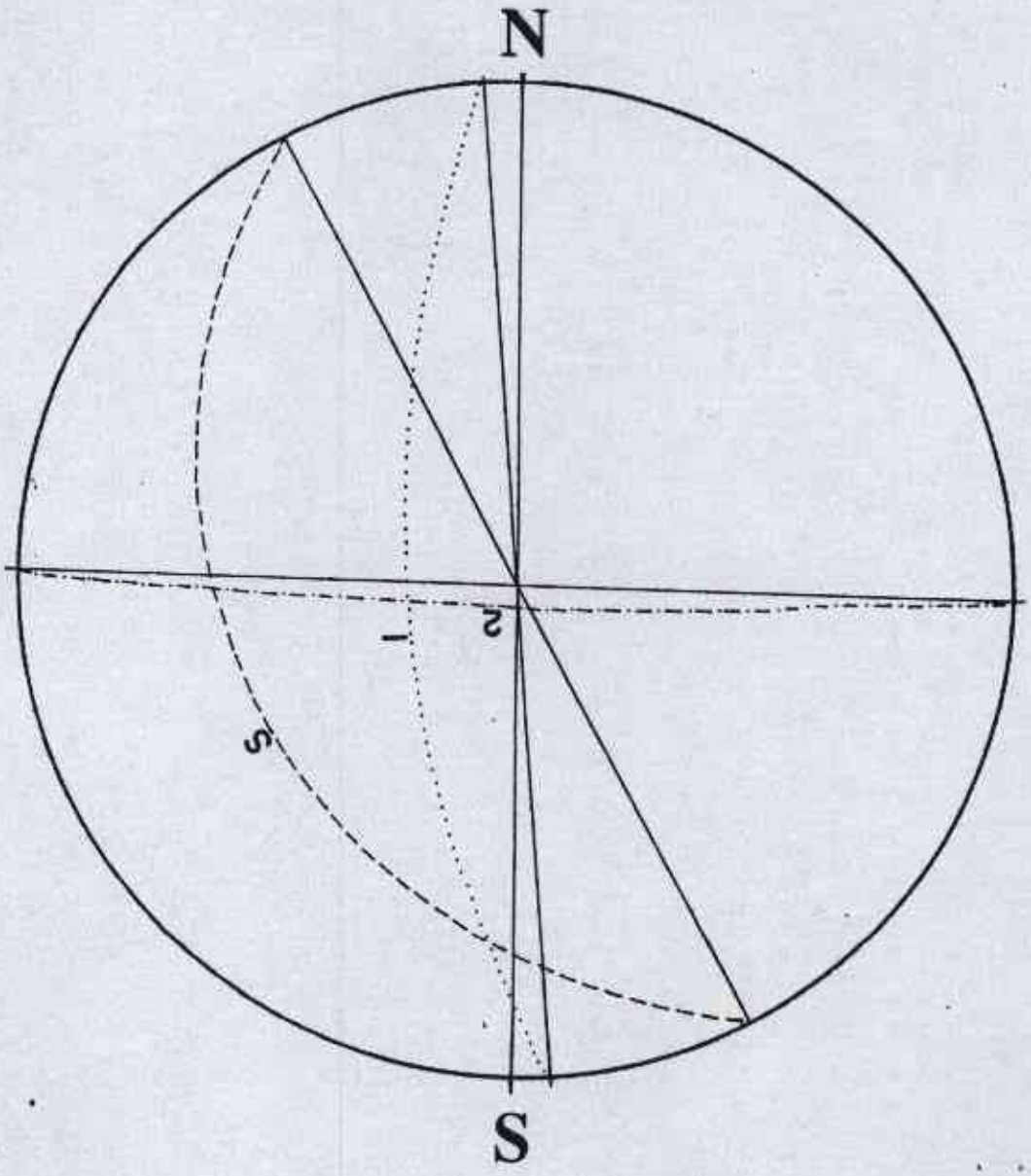


FOTO No 37

# ESTEREOGRAMAS

# RESTAURACION CANTERA SERVITA

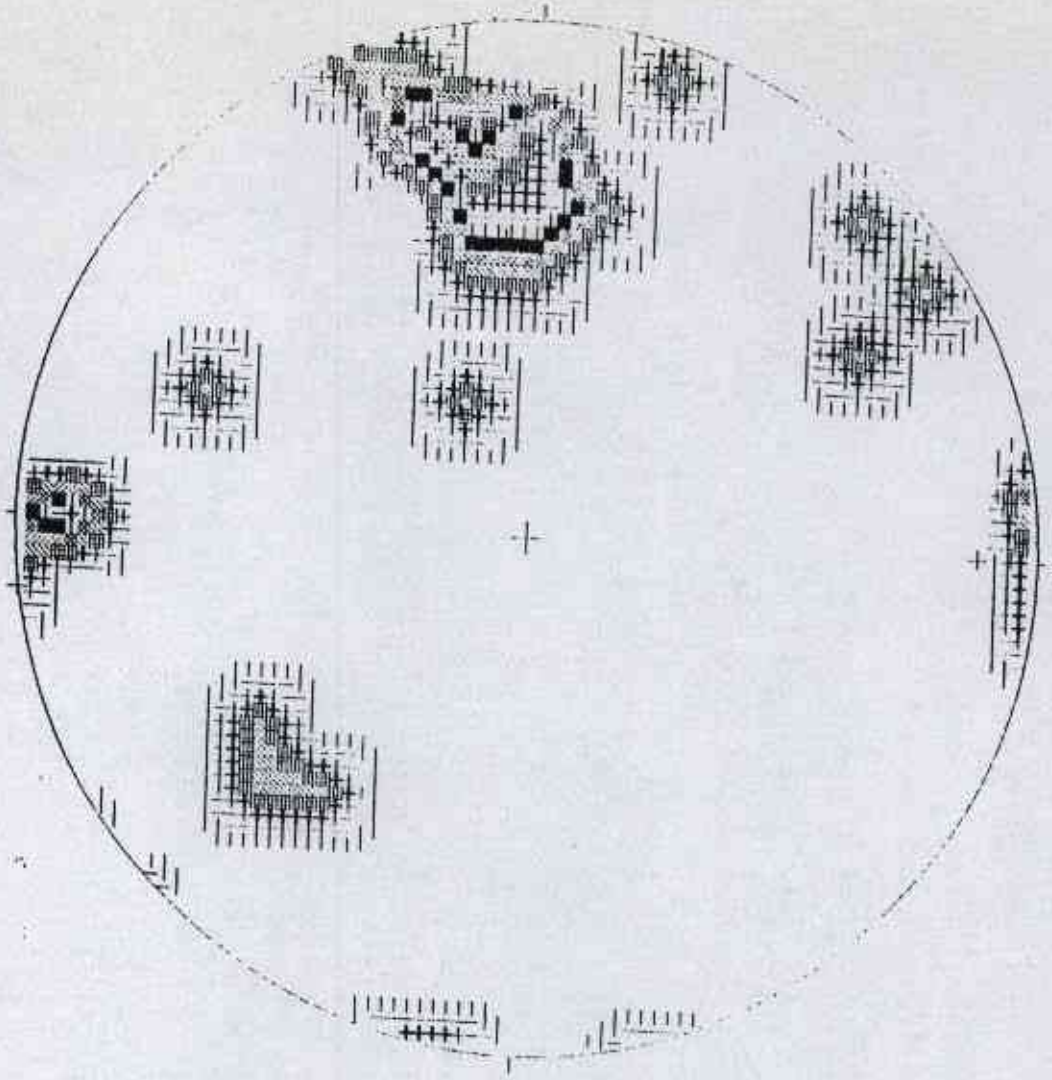
## PLANOS PRINCIPALES DE DIACLASAMIENTO




ESTACION 2: N 30 W / 22 SW (ESTRATIFICACION)

N 4 W / 66 W (FAMILIA 1)

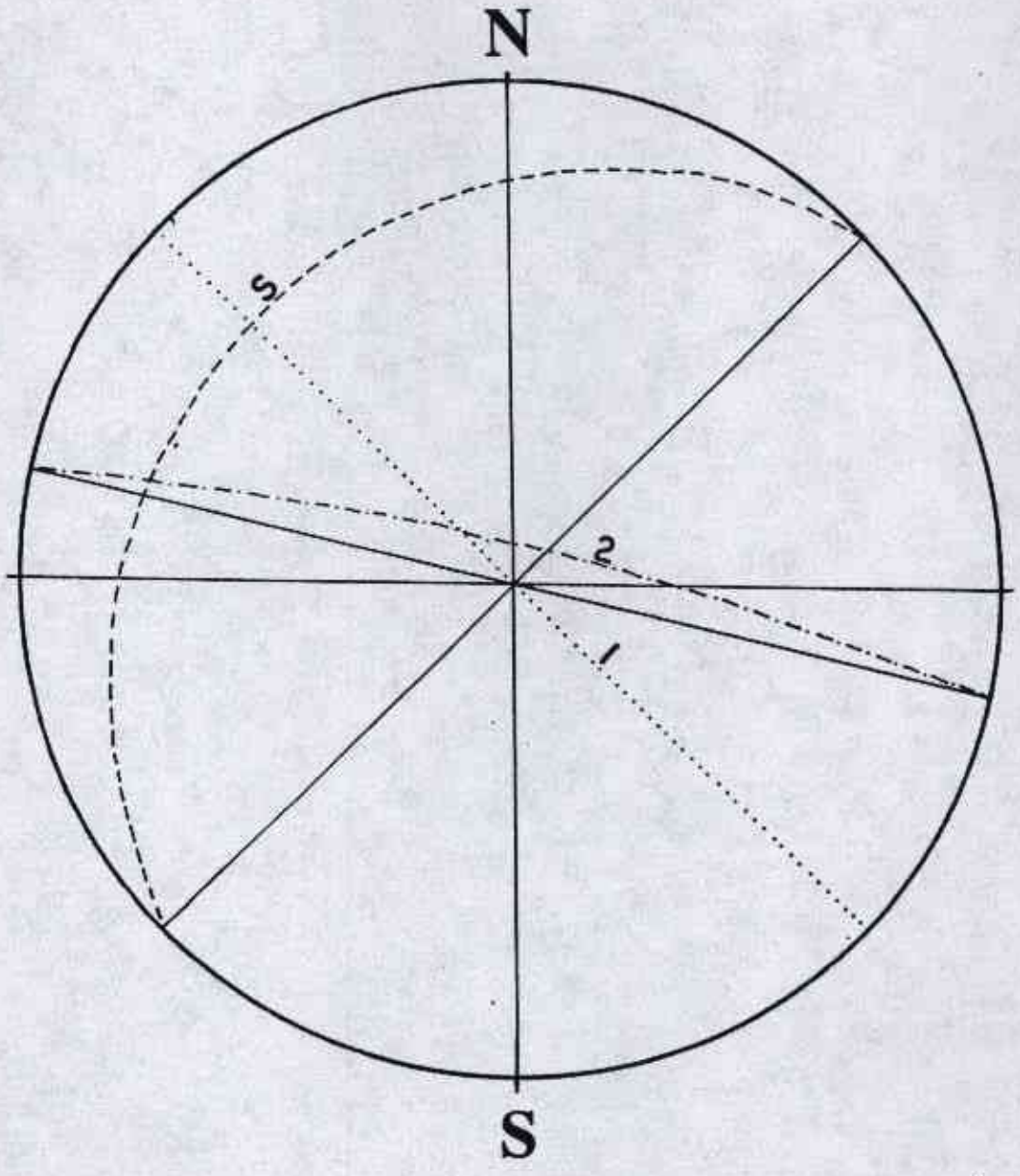
E-W (FAMILIA 2)


North
LEGEND (for first 9 intervals)
1 1
2 2
3 3
4 4
5 5
6 6
7 7
8 8
9 9
16 Points
Contour Method: Schmidt (1925)
Counting Area: 0.010
Contour Interval: 1% Points per 1% Area
Maximum Contour: 19
NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

**ESTACION 2**

# RESTAURACION CANTERA SERVITA

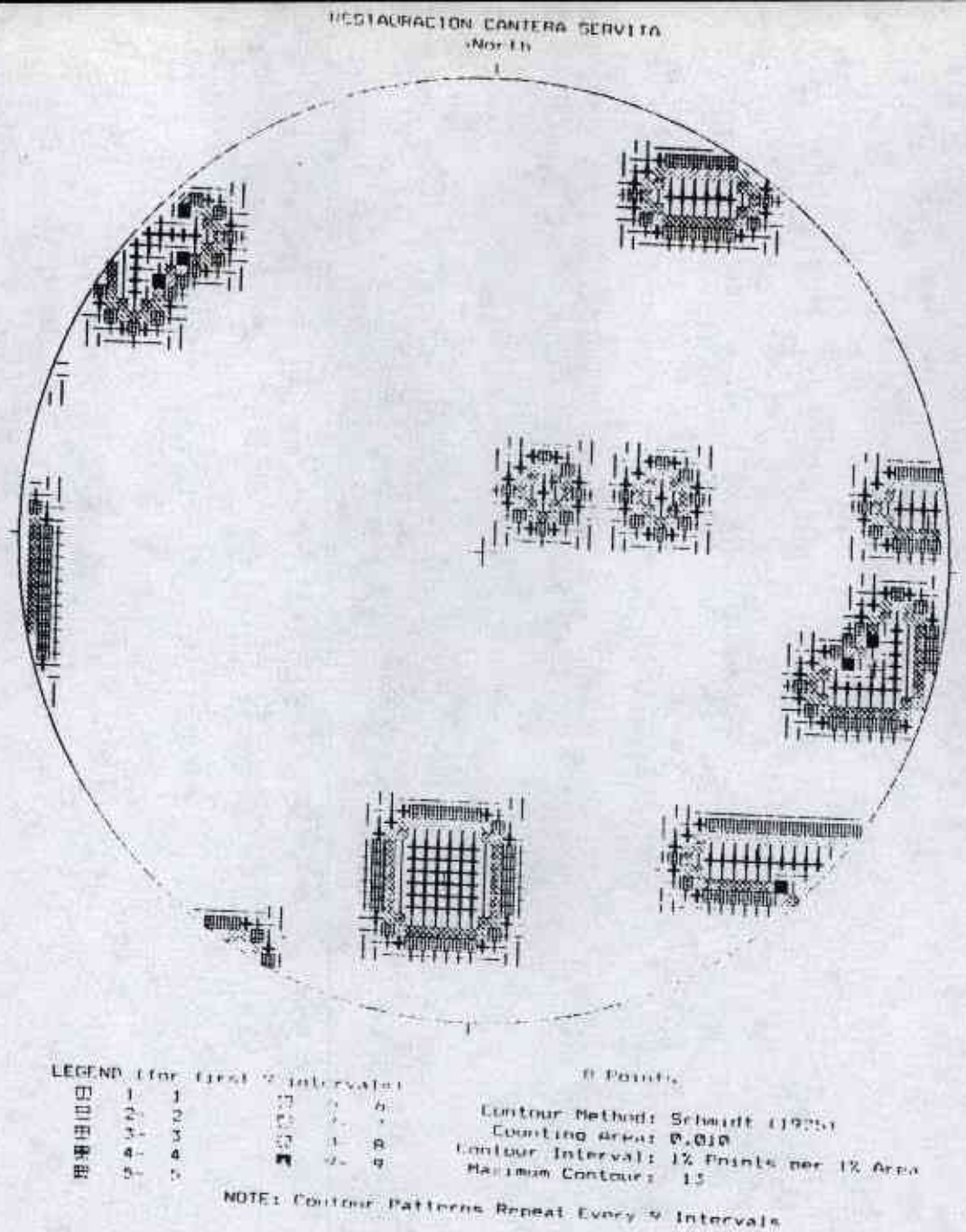
## PLANOS PRINCIPALES DE DIACLASAMIENTO




ESTACION 3: N 45 E / 17 NW (ESTRATIFICACION)

N 45 W / 90 (FAMILIA 1)

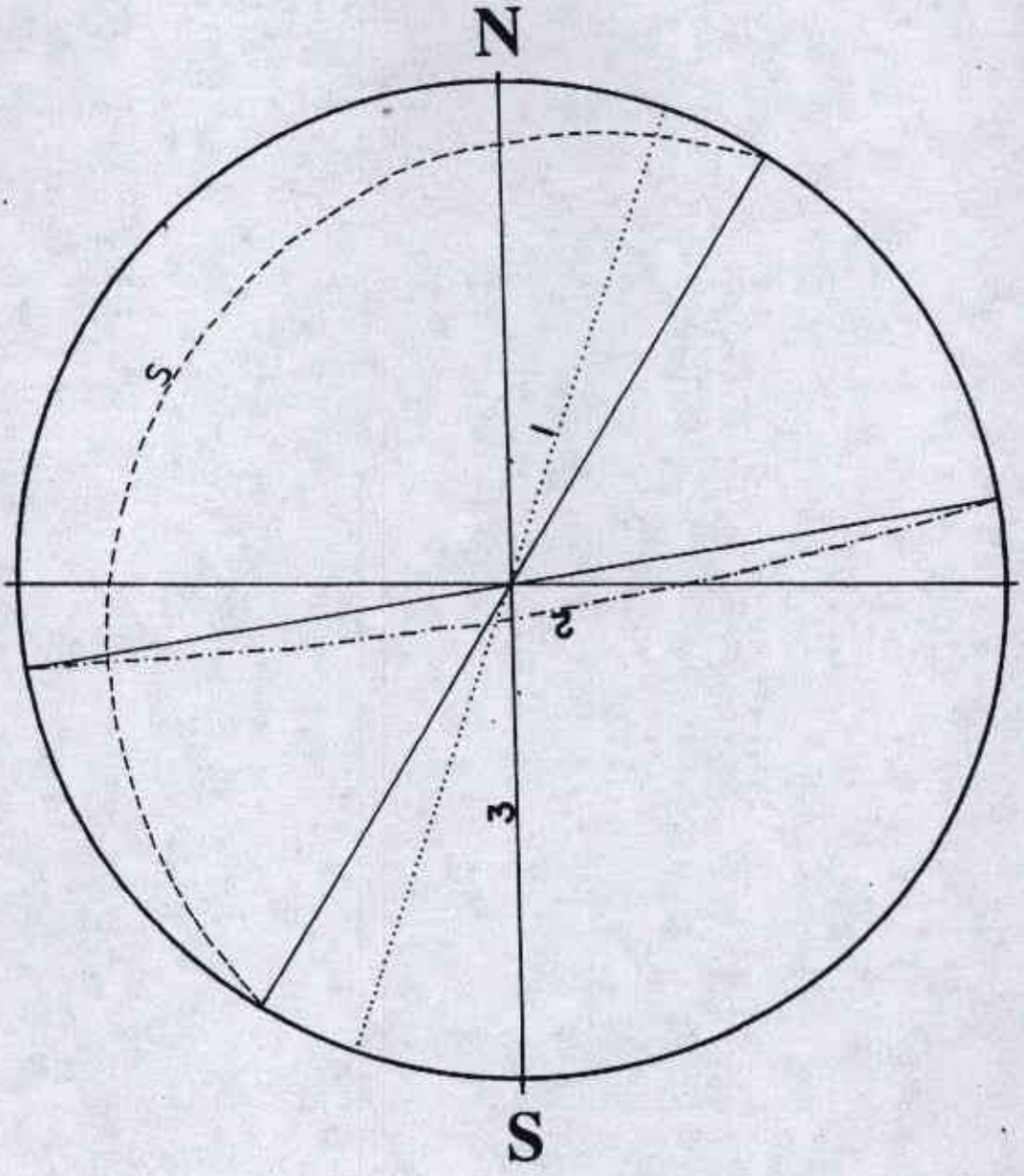
N 77 W / 70 N (FAMILIA 2)


RESTAURACION CANTERA SERVITA
North
LEGEND (for first 9 intervals)
1 1
2 2
3 3
4 4
5 5
0 Points
Contour Method: Schmidt (1925)
Counting Area: 0.010
Contour Interval: 1% Points per 1% Area
Maximum Contour: 15
NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

**ESTACION 3**

# RESTAURACION CANTERA SERVITA

## PLANOS PRINCIPALES DE DIACLASAMIENTO

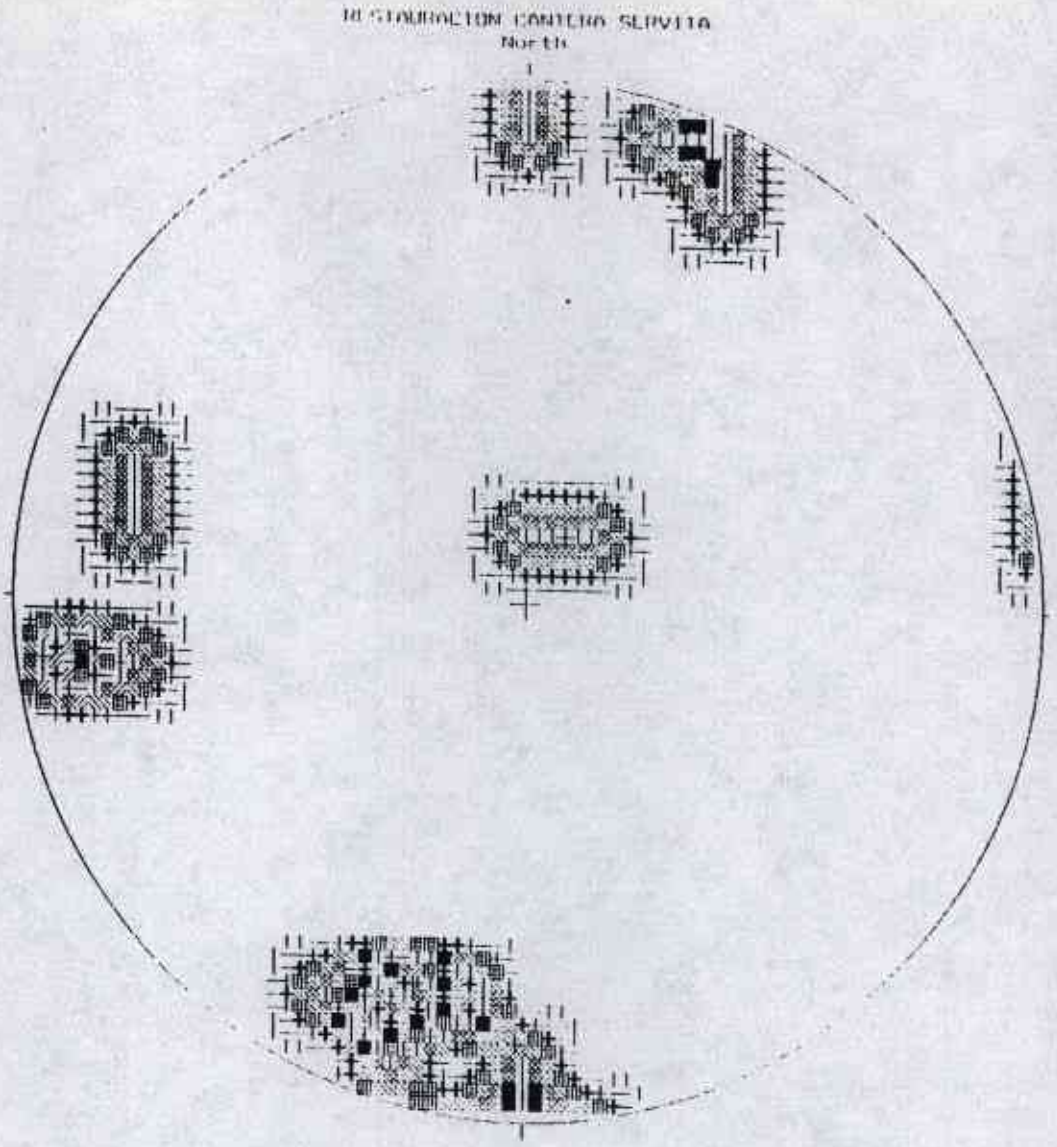



ESTACION 4: N 31 E / 12 NW (ESTRATIFICACION)

N 20 E / 90 (FAMILIA 1)

N 82 E / 81 S (FAMILIA 2)

N-S / 90 (FAMILIA 3)




LEGEND (for first 9 intervals)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | | 6 | | |
| 2 | 2 | | 7 | | |
| 3 | 3 | | 8 | | |
| 4 | 4 | | 9 | | |
| 5 | 5 | | | | |

10 Points

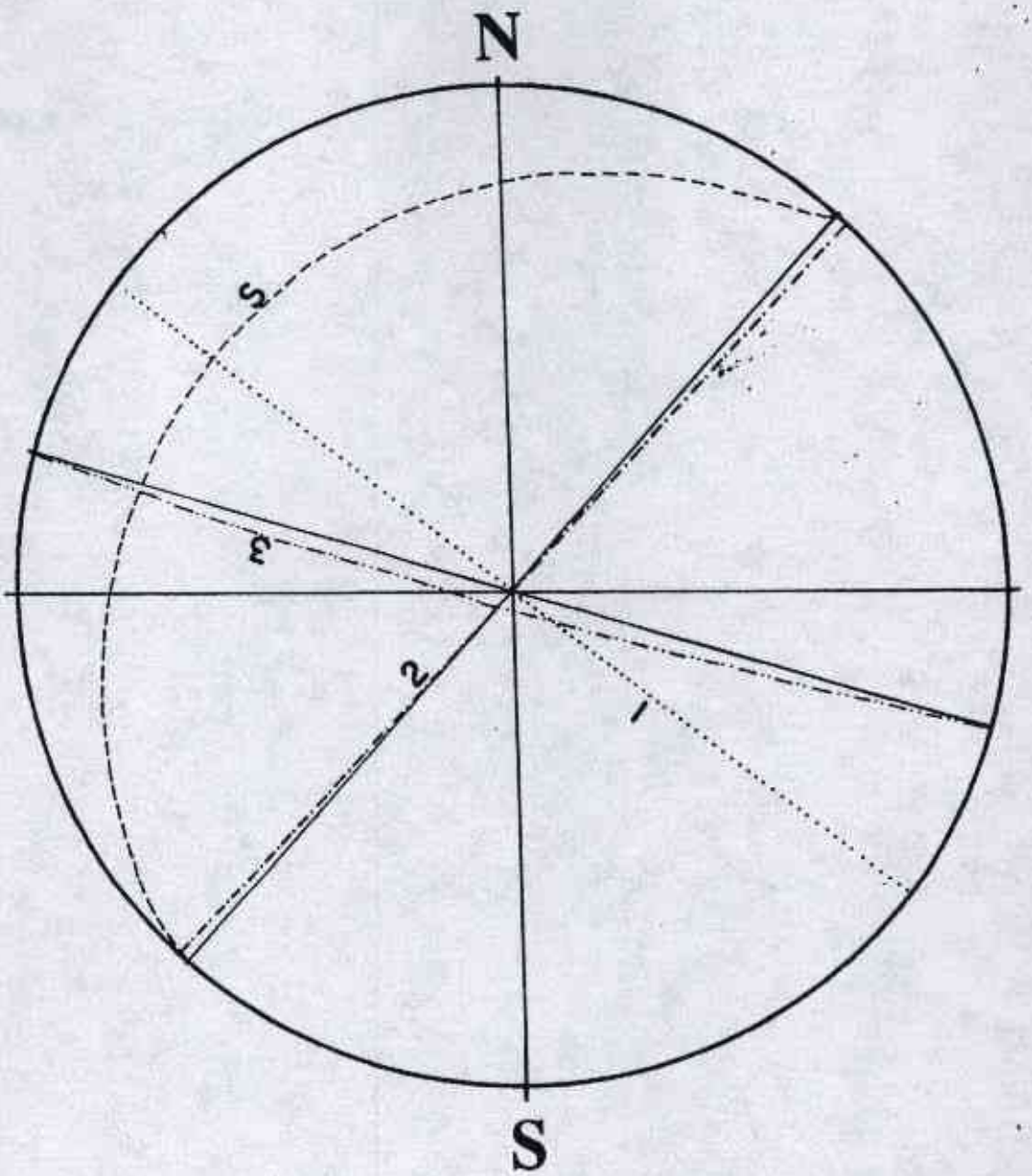
Contour Method: Schmidt (1925)
Counting Area: 0.010
Contour Interval: 1% Points per 1% Area
Maximum Contours: 30

NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

## ESTACION 4

# RESTAURACION CANTERA SERVITA

## PLANOS PRINCIPALES DE DIACLASAMIENTO

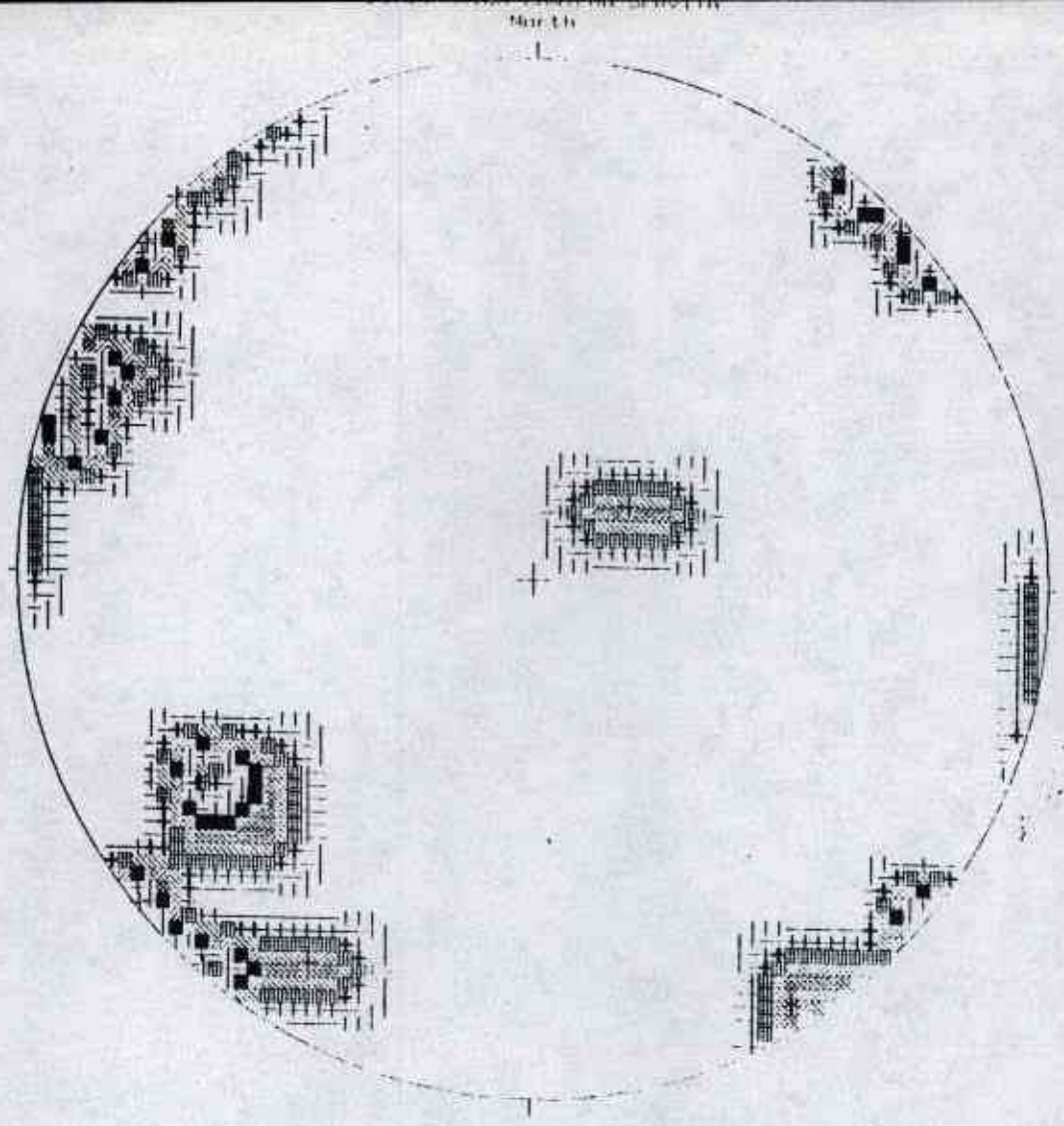



ESTACION 5: N 42 E / 19 NW (ESTRATIFICACION

N 52 W / 90 (FAMILIA 1)

N 44 E / 90 (FAMILIA 2)

N 73 W / 86 SW (FAMILIA 3)




LEGEND (for first 9 intervals)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 5 | 5 | 6 | |
| 2 | 2 | 6 | 7 | 7 | |
| 3 | 3 | 7 | 8 | 8 | |
| 4 | 4 | 8 | 9 | 9 | |
| 5 | 5 | | | | |

15 Points

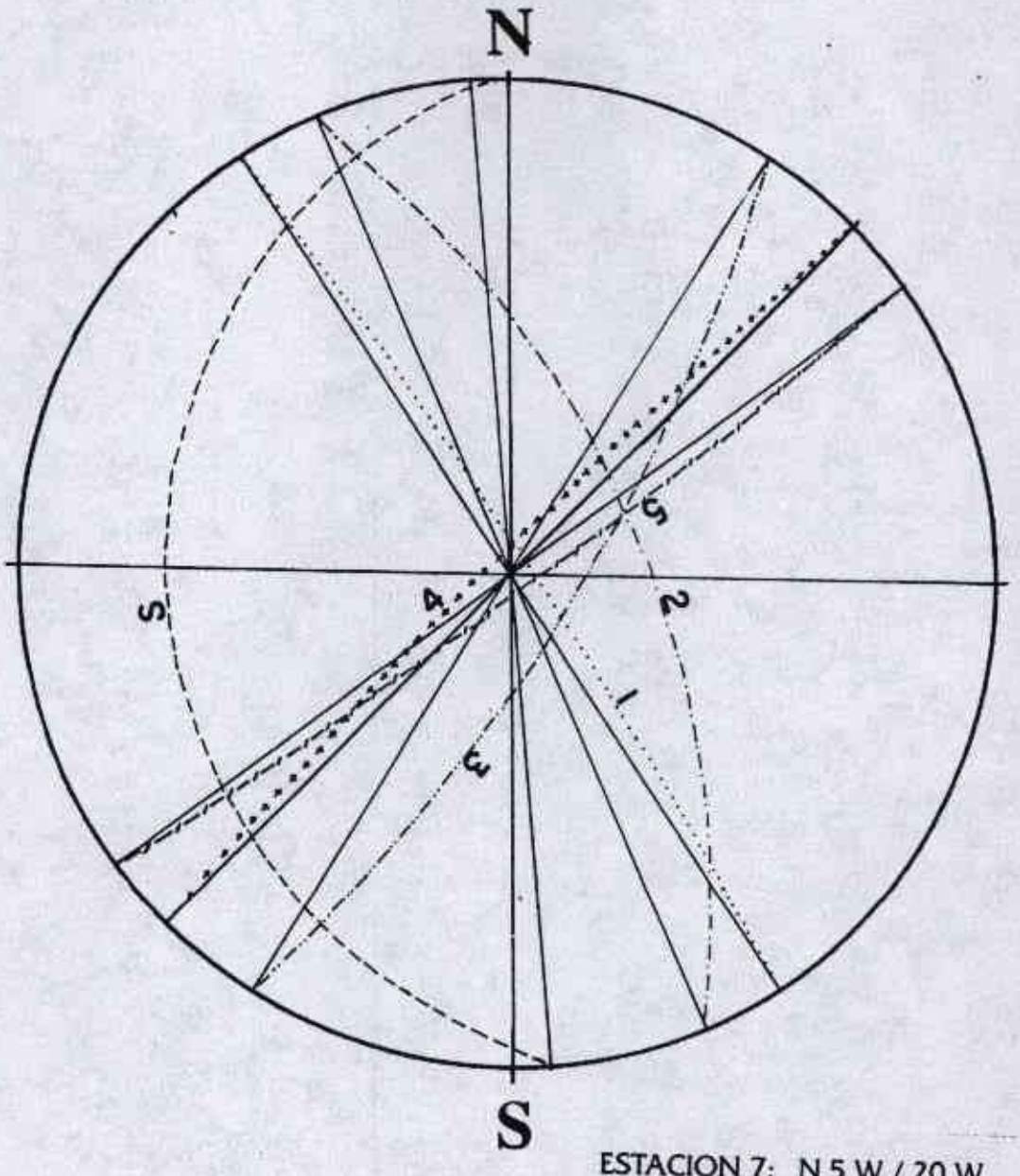
Contour Method: Schmidt (1925)
Counting Area: 0.010
Contour Interval: 1% Points per 1% Area
Maximum Contour: 15

NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

# ESTACION 5

# RESTAURACION CANTERA SERVITA

## PLANOS PRINCIPALES DE DIACLASAMIENTO




ESTACION 7: N 5 W / 20 W

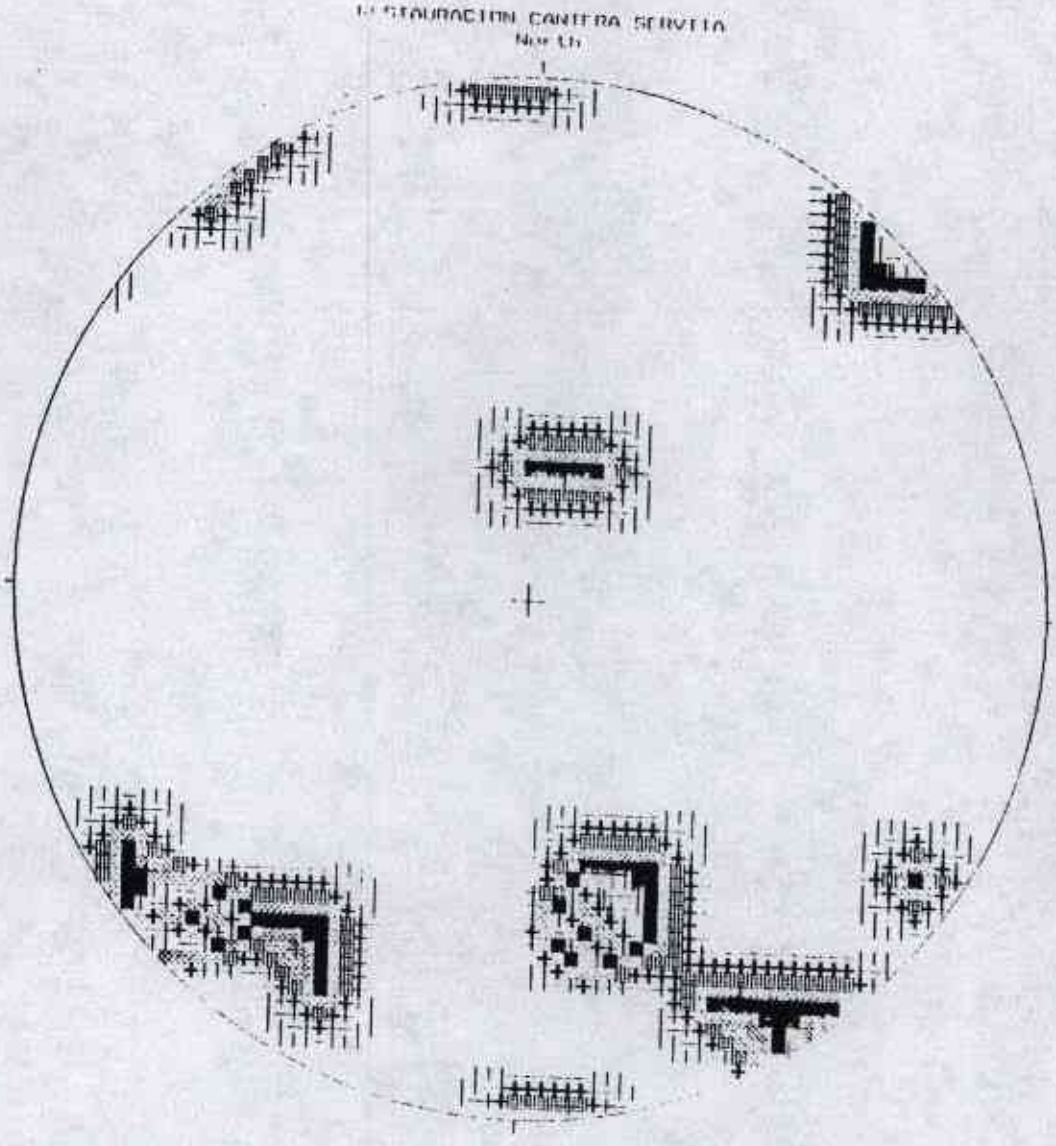
N 34 W / 85 NE (FAMILIA 1)

N 24 W / 60 NE (FAMILIA 2)

N 31 E / 74 SE (FAMILIA 3)

N 44 E / 85 NW (FAMILIA 4)

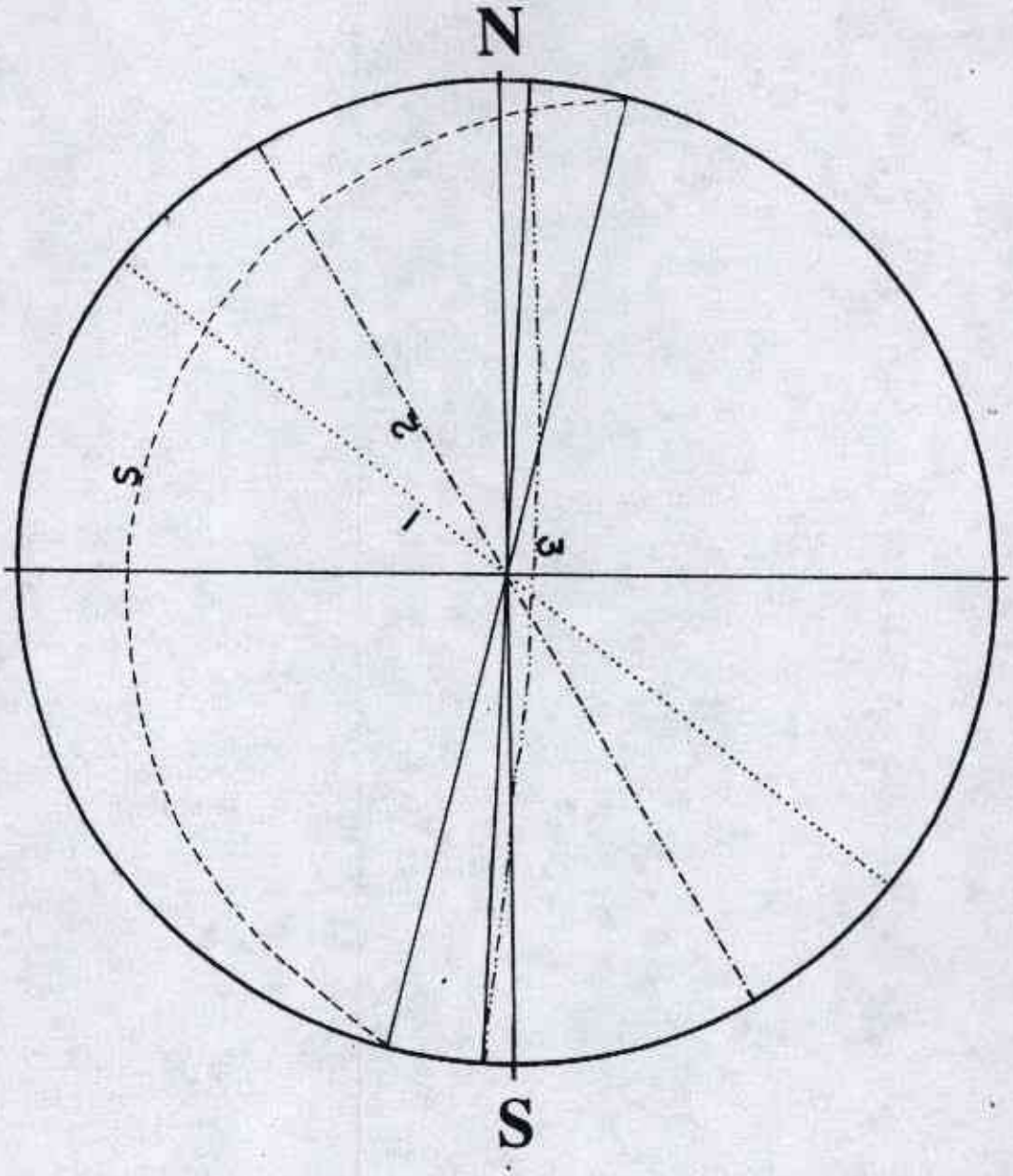
N 53 E / 85 SW (FAMILIA 5)


North
LEGEND (for first 9 intervals)
1 1
2 2
3 3
4 4
5- 5
11 Points
Contour Method: Schmidt (1925)
Counting Area: 0.010
Contour Interval: 1% Points per 1% Area
Maximum Contour: 10
NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

**ESTACION 7**

# RESTAURACION CANTERA SERVITA

## PLANOS PRINCIPALES DE DIACLASAMIENTO

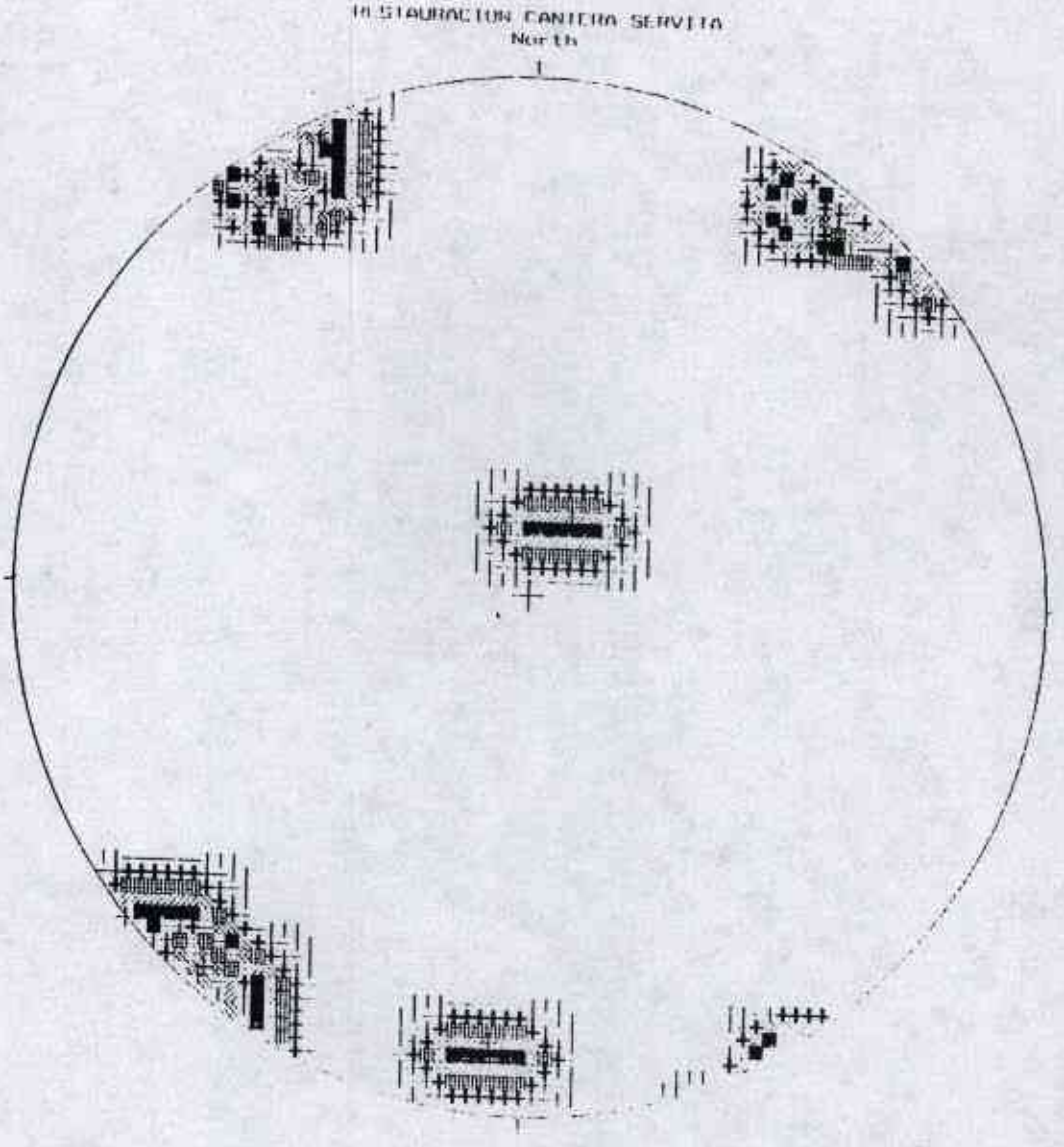



ESTACION 8: N 16 E / 15 W (ESTRATIFICACION)

N 50 W / 90 (FAMILIA 1)

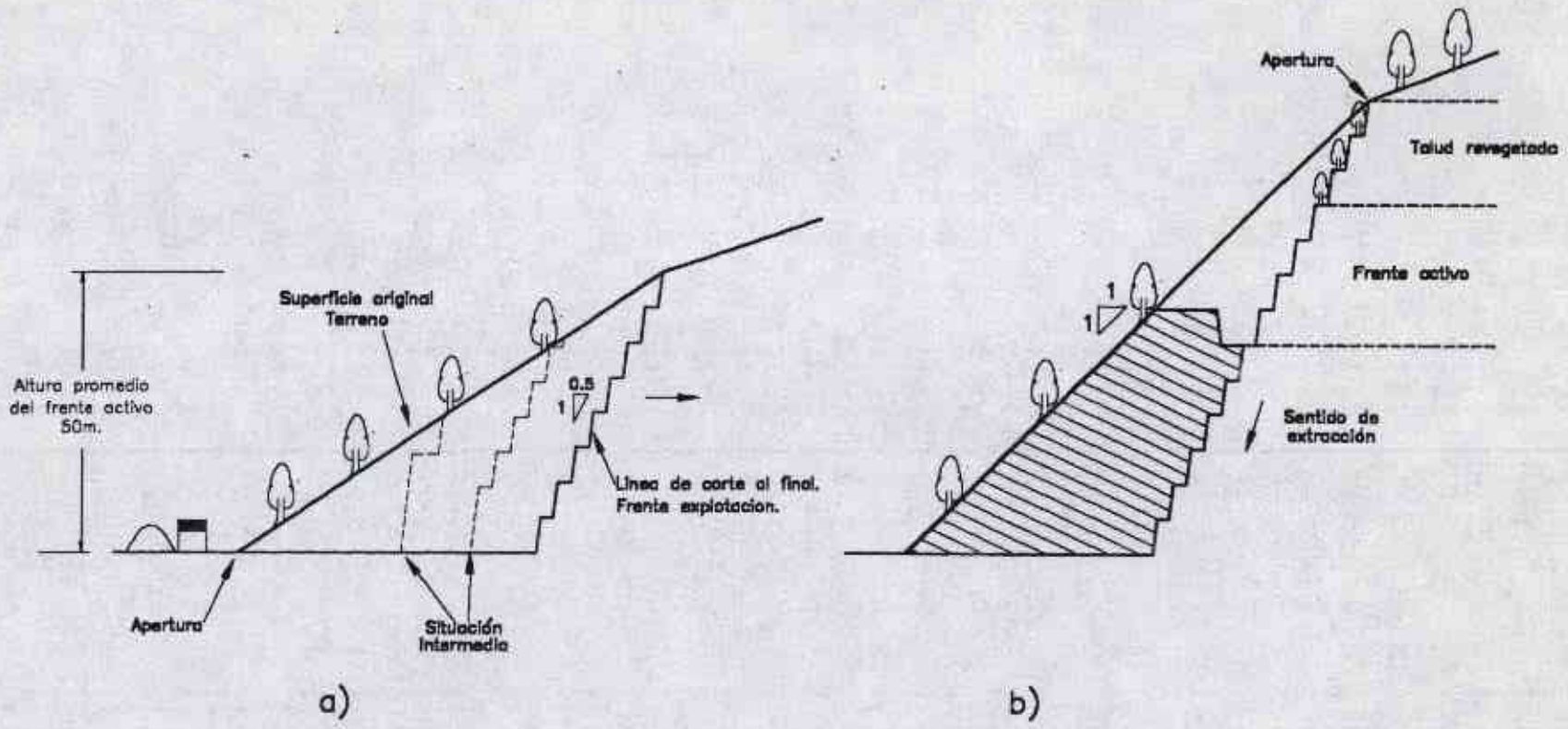
N 30 W / 90 (FAMILIA 2)

N 4 E / 83 E (FAMILIA 3)


INSTAURACION CANTERA SERVITA
North
LEGEND (for first 9 intervals)
1- 1
2- 2
3- 3
4- 4
5- 5
6- 6
7- 7
8- 8
9- 9
11 Points
Contour Method: Schmidt (17.5%)
Counting Area: 0.010
Contour Interval: 1% Points per 1% Area
Maximum Contours: 27
NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

**ESTACION 8**

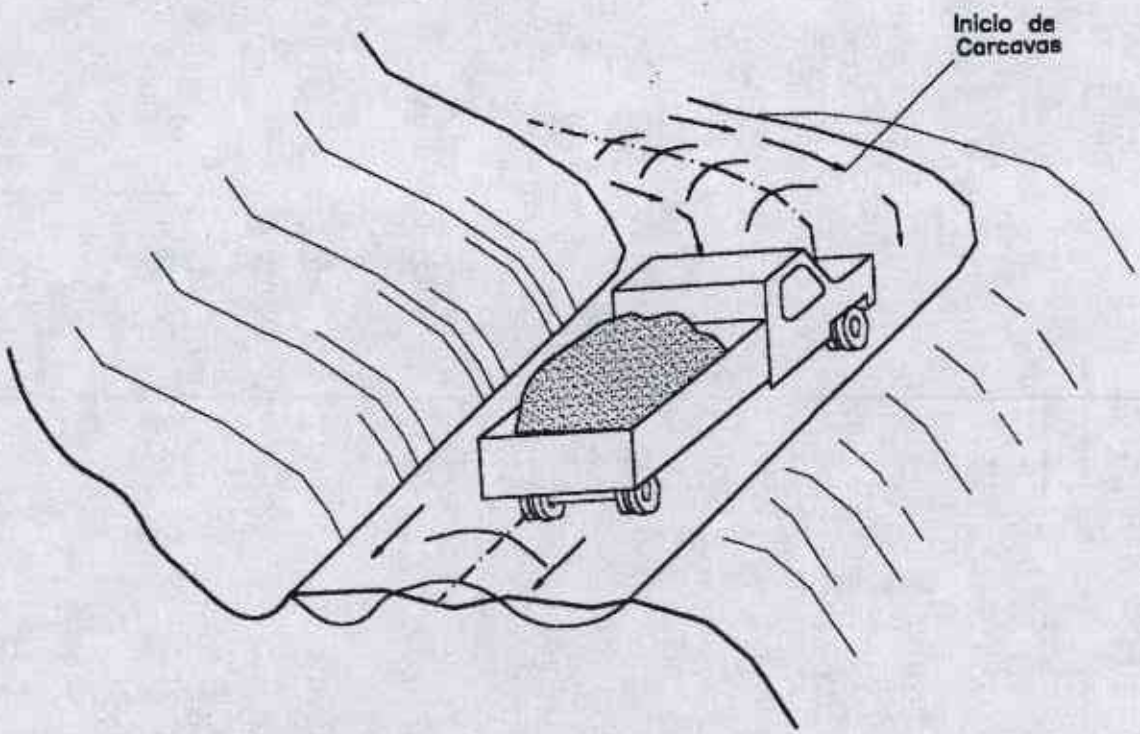
# FIGURAS




A la izquierda (a) se observa la explotacion de una cantera de abajo hacia arriba, situación observada en la cantera Servita. A la derecha (b) la apertura y direccion de avance adecuadas para la extracción óptima del recurso y para restaurar desde el inicio los frentes de taludes finales.
(Tomado de López Jimeno, C. 1991. Restauración de canteras y minas a cielo abierto a través de un diseno mas racional).

NOTA: Esquemas a modo de guia

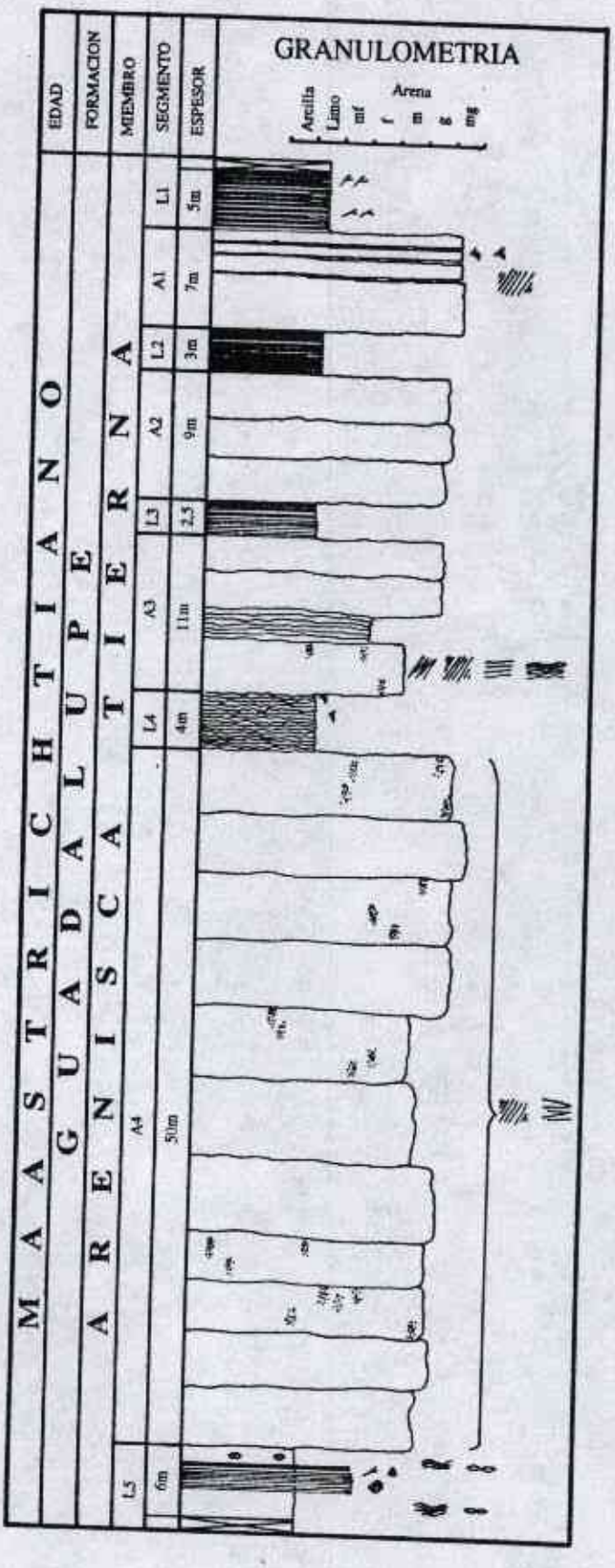
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones Ltda. | DETALLES CONTROL DE EROSION | CORTE EN EL FRENTE EXPLOTACION | FECHA: JUNIO/96<br>FIGURA No.1 |




La ausencia de cunetas revestidas a lo largo de los carreteables, unidos a los fuertes gradientes de las mismas y al amontonamiento del material caído de las volquetas en en el centro de las vías tiene por defecto que el propio carreteable se convierta en curso de las aguas de escorrentía en los periódos de aguaceros.

NOTA: Esquemas a modo de guia

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones Ltda. | DETALLES CONTROL DE EROSION | FENOMENO DE CARCAVAS | FECHA: JUNIO/85<br>FIGURA No.2 |




## CONVENCIONES

**ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS VARIAS**

**ESTRATIFICACION**

- Plana paralela
- Ondular paralela

**LAMINACION**

- Plana paralela
- Plana no paralela
- Ondulosa paralela
- Lenticular
- Inclinada paralela
- Inclinada no paralela

**FOSILES**

- Espinas de peces
- Foraminíferos
- Bivalvos

**OTRAS**

- Nódulos limosos generalmente ferruginosos
- Bioperturbación
- Motas de color amarillo

**COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DE LA SECUENCIA ROCOSA AFLORANTE EN LA CANTERA SERVITA (NATIVA LTDA. 1995)**

# CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO Y AMBIENTAL
# PREDIO SERVITA
# CARRERA 7 CON CALLE 165
# Santafé de Bogotá
# Mayo 1995

## CAPITULO 5

## ESTUDIO GEOTECNICO Y DRENAJES

En este numeral se presenta una caracterización geotécnica general del lote y de los drenajes en la zona del predio que ha sido explotada como cantera.

### 5.1 Suelo y Propiedades Geotécnicas

En el predio, como se presentó en la caracterización geológica, se pudieron estudiar diferentes depósitos naturales asociados a la morfología del lote así:

#### 5.1.1 Depósitos Coluviales Consolidados

Estos depósitos del periodo Cuaternario que se localizaron en su mayor parte en las cotas inferiores del lote ( 2600-2650 ) formando conos de deyección, están constituidos por grandes bloques de arenisca tamaños mayores a 0.5 m en una matriz arenosa limosa; su composición aproximada es de 30 - 40% de bloques de arenisca y 70 - 60% de matriz. Un ensayo de laboratorio sobre la matriz, la cual se presentó bastante consolidada se describe a continuación:

Granulometría Matriz

| | |
|---|---|
| Gravas | 11.9% ( Retenido Tamiz No. 4 ) |
| Arena Gruesa y Fina | 47% ( Pasa No. 4 y Retenido 200 ) |
| Limos y Arcillas | 41.1% ( Pasa Tamiz No. 200 ) |
| Humedad Natural | 15.1% |

Clasificación de la Fracción Fina (Pasa Tamiz No.200)

LL = 24

LP = 16

IP = 8

Humedad Natural = 15.1

Clasificación Sistema U.S.C. ( SM-ML )

Durante la visita se pudieron observar cortes casi verticales de más de 5 m ( Ver Foto Anexa No. 1 ).

Dado que en la explotación de la cantera, estos depósitos representan poca o ninguna importancia económica, han sido poco afectados por la explotación y permanecen en su mayor parte con covertura vegetal. En aquellos sitios donde el coluvión es delgado o es subyacido por materiales explotables, este estrato ha sido removido dejando ver los cortes que se mencionaron anteriormente.

### 5.1.2 Depósitos Naturales de Suelos Residuales y Transportados

Estos depósitos del período Cuaternario que en su mayoría suprayacen depósitos de rocas sedimentarias y coluviones, correponden a materiales fluvio glaciares consolidados que se formaron a partir de la erosión, el transporte y sedimentación de las rocas de las partes altas de los cerros. Estos depósitos, están actualmente llenando valles y hondonadas formadas en la roca basal y en zonas donde hay cambio de pendientes.

A continuación se presenta una caracterización geotécnica de los materiales a partir de ensayos de laboratorio.

Granulometría Capa Inferior Suelo Transportado

Gravas 11% ( Retenido Tamiz No. 4 )

Arena 67% ( Pasa No. 4 - Retenido 200 )

Limo y Arcilla 22% ( Pasa No. 200 )

Humedad Natural 98%

Clasificación Sistema Unificado ( SC )

Capa Vegetal muy Consolidada

Arena 75.7% ( Pasa No. 4 - Retenido 200 )

Limos y Arcilla 24.3% (Pasa No. 200 )

Clasificación Sistema Unificado ( SM )

Suelo Residual Arcilloso

| | |
|---|---|
| Pasa Tamiz No. 200 | 73.7% |
| Límite Líquido | 50 |
| Límite Plástico | 22 |
| Indice de Plastcidad | 28 |
| Humedad Natural | 22.8% |

Calsificación Sistema Unificado ( CH )

Estos materiales se presentaron con taludes casi verticales como muestran las Fotos Nos. 2 y 3 anexas, con espesores que superan los 4 m.

### 5.1.3 Depósitos Naturales de Roca Estratificada

Estos depósitos, como se mencionó en el capítulo de geología, corresponden a rocas sedimentarias constituidas por areniscas principalmente con intercalaciones de arcillolita y limolitas del período Cretáceo y Terciario.

Las rocas se encontraron plegadas con un buzamiento predominante hacía el Nor-Occidente y con rumbo entre N10$^0$E y N40$^0$E.

Entre la cota 2600 y 2800 aproximadamente la pendiente del terreno es muy inclinada y la estratigrafía es masiva. Se caracteriza por estratos muy gruesos de arenisca (espesores superiores a 1m) con discontinuidades subyacidos por limolitas grises silíceas que en su mayor parte son expuestas y que corresponden al final en la mayoría de los casos de la explotación en sentido vertical.

Estas rocas forman pendientes estructurales continuas excepto en aquellos sitios donde han sido disectadas por los drenajes naturales provenientes del costado Oriental, como es el caso del costado Sur del lote ( Ver Foto No. 4 y 5 ). En estos sitios las pendientes topográficas son casi verticales y se pueden apreciar en los taludes la secuencia estratigráfica.

Los estratos de roca en la parte superior se presentan con diferentes grados de meteorización como es el caso de la arenisca que se presenta friable por deficiencias en la cementación.

Por otro lado a partir de la cota 2800 y hasta la 2950, la pendiente del terreno es menos accidentada. En esta zona, las rocas predominantemente se encuentran finamente estratificadas muy fracturadas y meteorizadas. Este sitio ha sido el de mayor explotación del material de recebo ( Ver Foto No. 6 ).

A continuación se presenta un análisis granulométrico del recebo obtenido a partir del frente de explotación en la cota 2930.

| Granulometría | |
|---|---|
| Gravas | 29% (Retiene Tamiz No.4 y 29%) |
| Arenas Finas y Gruesas | 41.2% (Pasa Tamiz No.4 y Retiene 200) |
| Limos y Arcillas | 29.8% (Pasa Tamiz No.200). |

### 5.1.4 Depósitos de Detritos No Consolidados

Estos materiales son producto de la explotación de la cantera y se relacionan con los esteriles o materiales de desecho que no tienen intéres comercial.

Las características granulométricas de estos materiales son muy variables y van desde depósitos de bloques de arenisca y limolita de más de 30cm hasta materiales finos orgánicos (capa vegetal).

Estos materiales generalmente han sido dispuestos de forma errática y puntual en el lote, en algunos casos en zonas pendientes, sin ningún tipo de compactación (ver Fotos No. 7 y 8). Estos materiales son la fuente de gran cantidad de sedimentos y desprendimiento de bloques en el lote.

## 5.2 Drenajes y Escorrentía

En el predio no se detectaron drenajes naturales importantes con presencia permanente de agua, tales como quebradas o arroyuelos.

Debido a la intervención tan alta de la morfología del lote por las actvidades de excavación, es muy difícil hacer una reconstrucción de los cursos de los drenajes naturales que existían.

Actualmente, la escorrentía es captada a través de una red deficiente de canales y cunetas no revestidas que finalmente hacen sus entregas a la parte inferior del lote.

El curso de estos canales es muy temporal y están supeditados al manejo que el contratista de la explotación le de en ese momento.

La escorrentía del predio juega un papel muy importante en la estabilidad de las masas de suelo y roca, debido a las altas pendientes del terreno que propician tiempos cortos de concentración, con altos caudales puntuales y altas velocidades de flujo que inciden en la capacidad de arrastre de partículas y en especial en los fenómenos de erosión y socavación.

Una evaluación aproximada de la escorrentia con base en las curvas de intensidad de lluvias de Santafé de Bogotá y en las áreas de aporte, muestran que los caudales en la parte inferior del lote, a nivel de la Carrera 7, pueden variar entre 2,5 $m^3$/seg y 4$m^3$/seg para tiempo de retorno que varia entre 3 y 40 años respectivamente.

Dado que no existe un manejo racional de las aguas de escorrentía, es de esperar que se presenten continuamente inestabilidades como flujos de lodos y fenómenos de erosión que continuamente irán degradando la morfología del medio. Para el control y manejo de la escorrentia y sedimentación, en el lote se encontraron varios sedimentadores, consistentes en reservarios con espesores delgados de lamina de agua, los cuales se localizaron en los diferentes descansos de la ladera. En el momento existen tres grandes desarenadores los cuales se localizan : Uno en la cota 2600 (Foto No. 9) otra en la cota 2720 (Foto No. 10) y en última en la cota 2810 (Foto No. 11). Adicionalmente existen otras menores como se observan en la Foto No. 12.

Los desarenadores carecen actualmente de las estructuras apropiadas de sedimentación de entrada y de salida de agua.

Por otro lado la escorrentia en la parte inferior del lote, contra la Carrera 7 tiene dos colectores una de 24 " en el costado Sur y otro de 36" en el costado Norte. Estos

colectores que van por debajo de la carrera 7, están precedidos por pequeños desarenadores como es el caso del sector Sur donde el tanque sedimentador no es suficiente (Ver Foto No. 13).

## 5.3 Inestabilidades

Los principales tipos de inestabilidades encontradas a lo largo del predio, y las cuales están asociados a los materiales, drenajes, pendientes etc, se describen a continuación.

a. Fenómenos de Erosión

Debido a las altas pendientes del terreno y al predominio en los suelos de materiales arenosos limosos finos, pobremente cementados, es de esperar que se presenten fenómenos de erosión que conlleven a la formación de carcavas; las cuales pueden ser apreciadas en las Fotos 14, 15 y 16.

El fenómeno de carcavamiento en el área del proyecto, está mas asentuado entre la cota 2650 - 2800, que corresponde a la zona de mayor pendiente. En este sector, llegan a ser tan profundas (mas de 2m) que en algunos casos las paredes de estás se tornan inestables, produciéndose un avance progresivo lateral en el proceso de erosión.

La carga de sedimento, la cual se deposita en las zonas de cambio de pendiente, especialmente cerca a la Carrera 7, en algunos casos sobrepasa la capacidad de los colectores.

El arrastre y proceso de erosión en el área es propiciada por la carencia de vegetación que en este caso es la que fija los suelos.

b. Flujos de Lodos

Estos flujos en su mayoría se producen cuando masas de suelo no consolidados como es el caso de depósitos de desechos de cantera, ubicados sobre zonas muy pendientes, fluyen cuando son saturadas en épocas de intensa lluvia. Este Fenómeno de remoción en masa es superficial y solo involucra los materiales sueltos localizados en los botaderos.

c. Desprendimientos de Roca

Este fenómeno se relaciona con el desprendimiento de cuñas de roca, formadas a partir de diaclasas, planos de estratificación y taludes o cortes. El movimiento de estas cuñas esta supeditado al ángulo de buzamiento, a la geometría del sitio de confinamiento de la cuña y a la acción de la presión hidrostática creada en las discontinuidades.

Estas inestabilidades generalmente son puntuales y no involucran remoción de grandes masas de roca.

Adicionalmente, se presenta también en las zonas coluviales, en donde la matriz es lavada, dejando los bloques sueltos que finalmente se precipitan por la acción de la gravedad.

En el predio se pudieron registrar desprendimientos de roca en el costado Norte, en el lindero con el barrio Soratama Bajo, en donde la arenisca esta muy diaclasada y donde hay un manejo muy deficiente de la escorrentía. Esta movilización de bloques esta favorecida por la carencia de confinamiento lateral y por la pendiente desfavorable del buzamiento.

d. Deslizamientos en Suelos

Este tipo de fenómeno se pudo observar en donde las rocas meteorizadas y suelos

residuales son muy plásticos y saturados. En el predio se identifico este fenómeno en la cota 2930 frente de explotación, donde se formaron deslizamientos de tipo retrogresivo.

Por otro lado en los suelos naturales consolidados como son los depósitos mencionados de suelo residual y transportado, los fenómenos de desestabilización mas frecuentes son los que se relacionan con el "topling". Este fenómeno es causado por la desecación del suelo que forma fisuras verticales y las cuales son ocupadas posteriormente por agua de infiltración creando presiones hidrostáticas que empujean la columna de suelo.

## 5.4 Zonas de Riesgo

En el predio se evaluaron conceptualmente y con base en el levantamiento geológico de diaclasas del Plano No.3 las zonas de riesgo que actualmente involucran vidas. Estas zonas se ubican próximas a los asentamientos humanas que rodean el predio Servitá, como es el caso del barrio Soratama Bajo al Norte del predio y Santa Cecilia al Sur. También se evaluaron aquellas zonas internas del predio y que serán de interés para el planteamiento urbanistico.

Los barrios mencionados en limites con el predio Servitá presentan taludes casi verticales de mas de 10m de altura; al pie de dichos taludes se localizan viviendas.

Como se mencionó anteriormente, exiten dos zonas de riesgo que afectan los vecinos: la primera es el lindero Norte con el barrio Soratama Bajo. Este barrio se asienta sobre una antigua cantera que generó taludes con respecto a la superficie natural del terreno en el predio de Servitá de mas de 10m. Los fenómenos que se presentan en esta zona corresponden a desprendimientos de cuñas de roca por la acción del agua.

Por otro lado la segunda zona de riesgo se ubicó en el costado Sur del predio Servita, en los depósitos coluviales, junto al barrio Santa Cecilia, en la cota 2610 aproximadamente. En efecto en este sitio se encuentra actualmente un talud en material coluvial subyacido por roca, casi vertical y en cuya pata se localizan tres viviendas.

En el plano No.4 de drenajes zonas de riesgo, se marcan las zonas aproximadas de alto y mediano riesgo de deslizamiento basadas en un análisis de diaclasas y pendientes del terreno.

## 5.5 Recomendaciones

### 5.5.1 Manejo de la Escorrentía superficial

El manejo de la escorrentía se deberá hacer de una forma racional, iniciandose desde la parte de arriba del predio hacia abajo. El propósito del manejo de dicha escorrentia tiene dos fines: El primero es crear un sistema en el que el agua a medida que va descendiendo de las partes altas vaya perdiendo energía. Para ello se propone la construcción de pequeños reservorios que hacen las veces de desarenadores y que tendrán láminas de agua menores a 1m que se localizarán en aquellos sitios donde la topografía muestra pendientes suaves. Adicionalmente los reservorios se deberán comunicar entre sí con canales escalonados revestidos en piedra. El otro Fin es el de tratar de recuperar con estos reservarios la mayor carga posible de sedimentos en la ladera, para evitar que lleguen a los colectores de la Carrera 7. Esta sedimentación a mediano plazo permitirá la recuperación morfológica de las carcavas y depresiones, si en estos sitios se crean barreras o trinchos que permitan que el agua pierda velocidad y, la carga transportada se sedimente. Este plan se presenta de una manera general en el Plano No.4 y Figuras 2, 3, 4 y 8.

Las medidas anteriores deberán ir acompañadas, de un programa de reforestación y empradización que permita la fijación del suelo. En este momento las zonas

expuestas sin vegetación son grandes y por ende aportan gran cantidad de sedimentos.

- El drenaje que esta contra el barrio Soratama Bajo, costado Norte, deberá ser reubicado, dado que en este momento se ha convertido en una gran carcava que corre por la corona de taludes de mas de 10m de altura. Esta canalización se deberá hacer con canales escalonados y pozos de caída que permitan disipar la energía del flujo.

- Adicionalmente se deberá hacer una canalización general de las aguas de escorrentía que vierten sobre el barrio Santa Cecilia, concentrándolas en un desarenador que se proyectaría en la parte baja del predio de Servita.

- El plan de manejo y reestructuración del sistema de drenaje tendrá dos etapas : una inicial que permitirá de una forma casi inmediata hacer parte de un programa de recuperación morfológica y otra etapa en donde una vez planteado un esquema urbanístico del lote, se proyectarán obras a largo plazo que harían parte del sistema de red de aguas lluvias de la zona urbanizable.

- Por otro lado se deberá relocalizar los drenajes que provienen del barrio Soratama Bajo al predio de Servitá, con el fin de disminuir secciones de canales y tuberías.

- Básicamente se proponen las siguientes obras para el manejo de la escorrentía .

a. Construcción de los reservorios mencionados.
b. Captación de la escorrentia por medio de corta-corrientes y conducción a los mencionados reservorios (ver Figura anexa No.5).
c. Construcción de canales escalonados en piedra como muestran los planos anexos.

d. Construcción de trinchos en piedra o madera, en aquellos sitios donde se han formado carcavas, con el fin de propiciar la sedimentación y así hacer una recuperación morfológica.

e. Construcción de alcantarillas cruzando las vías y de cunetas revestidas.

f. Ampliación de los diámetros de los colectores bajo la carrera 7.

g. Construcción en los taludes de canales de corona y a media ladera, revestidos con concreto.

### 5.5.2 Recomendaciones para el Control de Inestabilidades

A continuación se dan las recomendaciones generales para el control de cada uno de los tipos de inestabilidades haciendo referencia a su localización dentro del predio.

#### 5.5.2.1 Cárcavas

Este fenómeno se observó en todo el predio siendo mas acentuado en las zonas de mayor pendiente localizados entre las cotas 2650 y 2700 aproximadamente.
Para su tratamiento se recomienda:

a) Construir trinchos con estancas de madera o piedra perpendiculares al flujo para que actúen de disipadores y propicien la sedimentación.

b) Las entregas de agua de alcantarillado o canales que coincidan con quiebres Topográficos deberán ser provistas de pozos disipadores de caída, hechos de piedra pegada. Lo anterior con el fin de evitar que el golpe producido por la caída de agua, cause erosión.

c) En zonas donde existen planos estructurales como es el caso del costado Nor Occidental del predio se deberán construir diques corta flujos perpendiculares a la dirección de la pendiente con el fin de captar la escorrentía y llevarla a canales colectores laterales.

d) Los canales deberán ser revestidos con un manto de geotextil del tipo no tejido, sobre el cual se instalarán bloques de piedra de tamaño mayor a 300m, especial en aquellos sitios, donde hay suelos residuales arenosos y areniscas friables, con pendientes fuertes.

e) Se deberán construir banquetas de 50cm de ancho por 30cm de profundidad, siguiendo las curvas de nivel, que retengan el suelo y la humedad, este último aspecto propiciara el crecimiento de vegetación.

f) Se deberá reforestar y empradizar aquellas zonas expuestas de suelo con el fin de mejorar su fijación. (Figura No.1).

**5.5.2.2 Flujo de Lodos**

- Se recomienda remover de las laderas con pendientes fuertes, todas aquellas materiales no consolidados o sueltos, los cuales en época de lluvia se saturan y se convierten en flujos que van a colmatar las estructuras de sedimentación.

- Los depósitos de los suelos orgánicos se deberán utilizar para la recuperación de áreas donde no existe vegetación y donde el suelo ha sido desprovisto de capa vegetal.

- Los estériles también podrán ser utilizados en la construcción de diques y corta corrientes. También en la estabilización de taludes, aumentando el empuje de pasivo.

- La mayor concentración de depósito de estériles se encontró en el costado Sur del lote en linderos con el predio vecino. En este sitio se pudieron observar aportes importantes de sedimentos al lote vecino.

### 5.5.2.3 Desprendimientos de Roca

- Los fenómenos de desprendimiento de roca, como se dijo anteriormente, son de dos tipos: cuñas formadas apartir de diaclasas y planos de estratificación y bloques sueltos por erosión de la matriz soportante del coluvión.

- Un análisis de diaclasas en el escarpe del costado Sur, del lote, entre la cota 2650 y 2700, muestra que las posibilidades de desprendimiento de bloques es bajo, y muy puntual siempre y cuando los taludes de corte no tengan una orientación Norte 45 y Este, o Norte-Sur.

- Por otro lado un análisis de estabilidad de bloques en los taludes sobre el barrio Soratama Bajo, indican que los taludes con rumbos, paralelos a la Carrera 7, tienen un alto riesgo de desprendimiento de bloques; por otro lado los taludes perpendiculares a la dirección de dicha carrera, presentan mediano riesgo de desprendimiento. Los procesos de movilización de bloques se presentan con mas frecuencia en eventos de lluvias y sísmicos.

En el numeral Norte donde se presentan taludes con alturas superiores a los 5m, se recomienda bajar dichos taludes, construyendo bermas intermedias que deberán ser impermeabilizadas para evitar empujes hidrostáticos por el agua de filtración (ver figura 9 anexa). Los cortes del terraceo, se deberán evitar que tengan rumbos Norte-Sur o Sur-Oeste; se prefieren aquellos cortes con rumbo Sur-Este.

Por otro lado en el costado sur del lote en los linderos con el barrio Santa Cecilia, se deberá hacer un control estricto de la escorrentía, para evitar que esta erosiones los coluviones consolidados y aquellos depósitos de estériles, dejando sueltos bloques que se localizan a gran altura y que podrían causar daños. También se deberán perfilar

los taludes en coluvión consolidados próximos a viviendas con pendientes máximas 0,5H:1V y dotarlas de bermas de 2m de ancho cada 4m de diferencia de nivel.

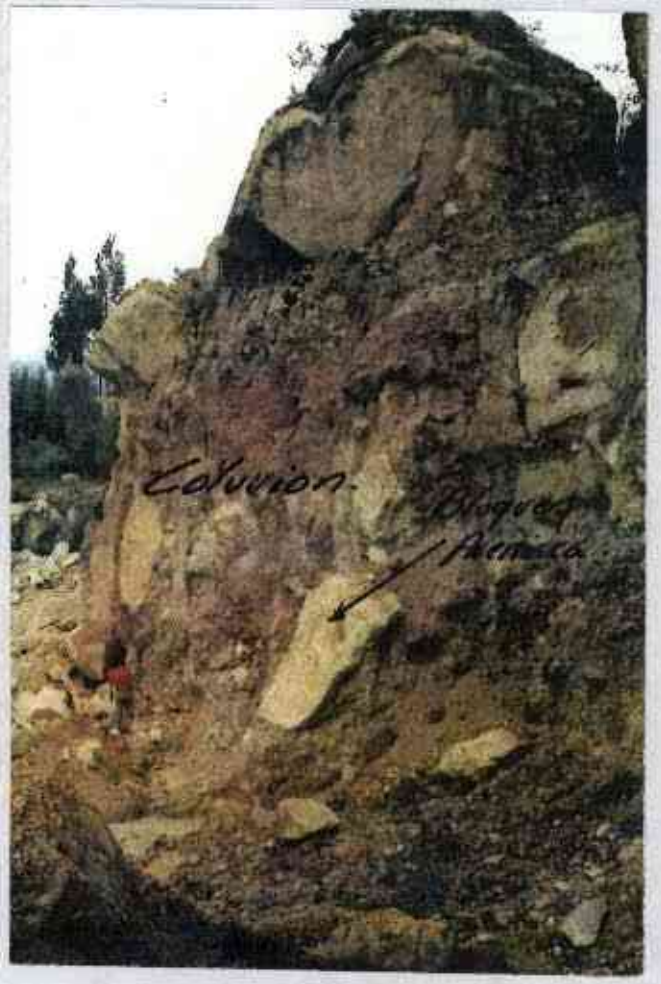
Las caras del talud deberán ser empadrizadas para evitar el lavado de la matriz del coluvión.

- En el costado Oriental del Lote Cota 2950, se recomienda hacer un terraceo de los taludes, dotándolos de cunetas y dándoles pendientes máximas 0.5H:1V. (ver esquema No.6).

Por otro lado en el costado Norte a esta misma cota, se deberán construir diques de contrapeso en la pata del talud que se presenta desestabilizado (ver esquema No. 7).

c:\estudios\ser-may

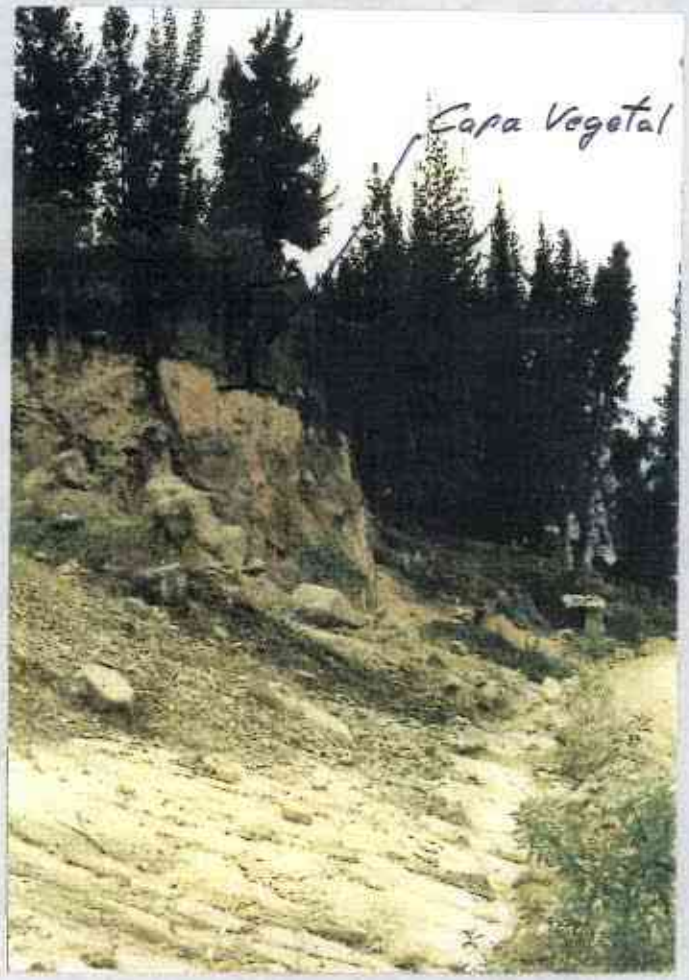
FOTOS



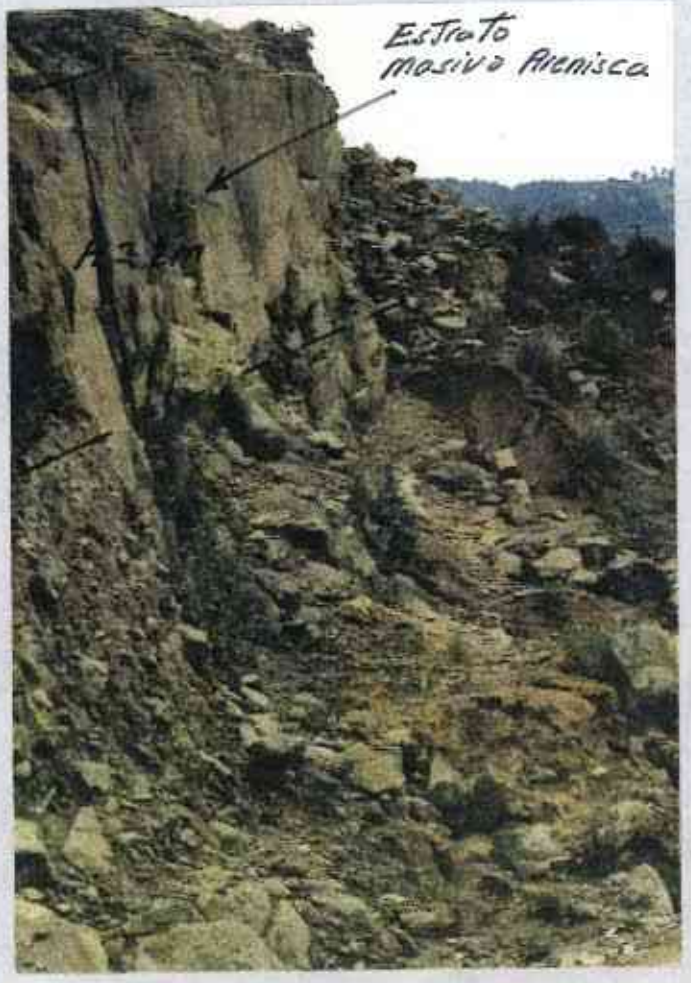

| SERVITA<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
|---|---|---|
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>DEPOSITO COLUVIAL. COTA 2600 | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>1 |




| SERVITA<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
|---|---|---|
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: DEPOSITO DE SUELOS RESIDUALES<br>TRANSPORTADOS Y CAPA VEGETAL. | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>2 |




| SERVITA<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
|---|---|---|
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>CAPA VEGETAL. | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>3 |




| SERVITA<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
|---|---|---|
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>ESTRATO MASIVO ARENISCA. | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>4 |




| SERVITA | | |
|---|---|---|
| SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: ESCARPE ROCAS SEDIMENTARIAS COSTADO SUR-OCCIDENTAL | | |
| Fecha: Mayo/95 | Escala: Sin escala | Foto: 5 |




| SERVITA | | |
|---|---|---|
| SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: FRENTE EXPLOTACION. | | |
| Fecha: Mayo/95 | Escala: Sin escala | Foto: 6 |



| SERVITA<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
|---|---|---|
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>DEPOSITO DE ESTERILES GRUESOS | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>7 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>DEPOSITO DE ESTERILES FINOS | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | FOTO:<br>8 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>DESARENADOR COTA 2600 | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>9 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>DESARENADOR COTA 2720 | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | FOTO:<br>10 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>DESARENADOR COTA 2810 | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | FOTO:<br>11 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>DESARENADOR MENOR COTA 2800 | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | FOTO:<br>12 |



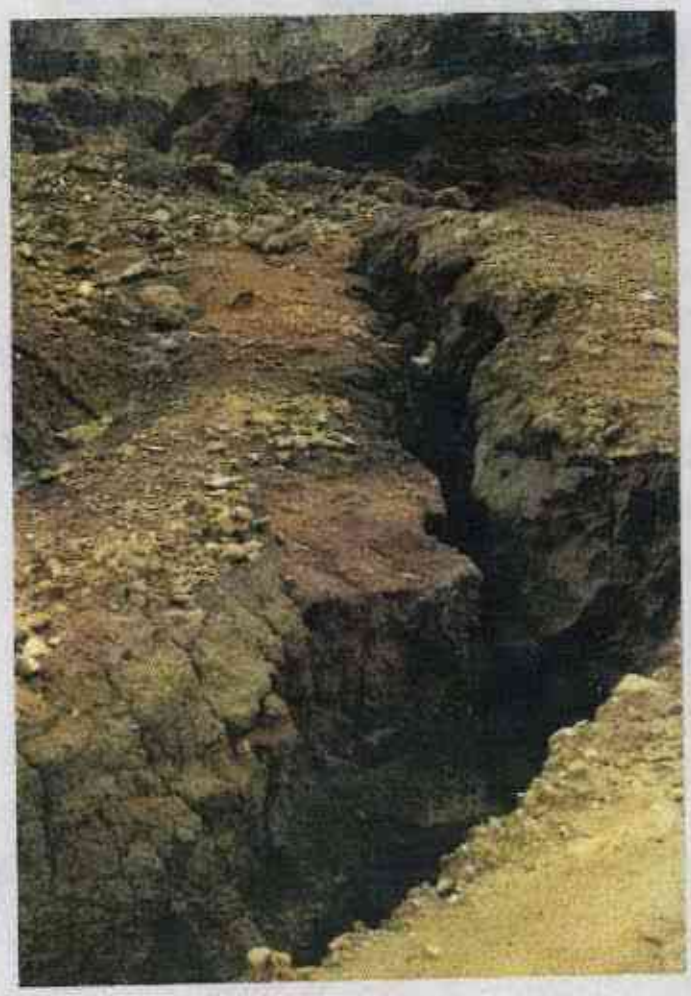
| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: SEDIMENTADOR COLECTOR Ø 24"<br>COSTADO SUR | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | FOTO<br>13 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>FENOMENOS DE CARCAVAS EN TALUDES. | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | FOTO<br>14 |



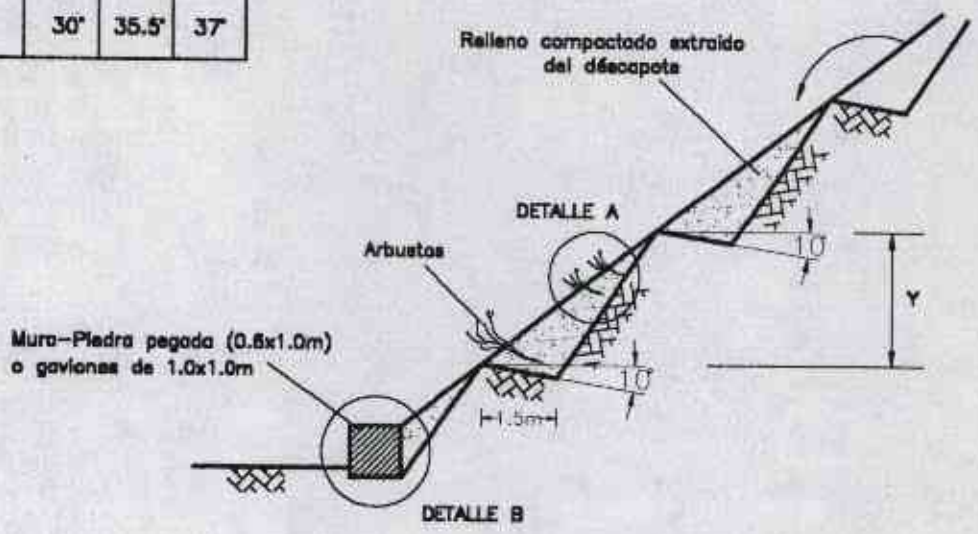
| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>FENOMENOS DE CARCAVAS EN CANALES | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | FOTO<br>15 |

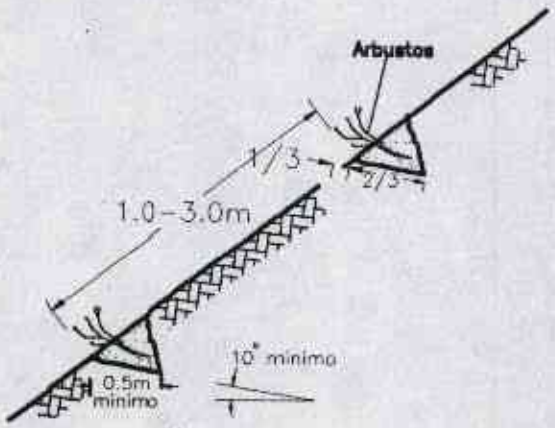


| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene:<br>FENOMENOS DE CARCAVAS EN DRENAJES | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | FOTO<br>16 |

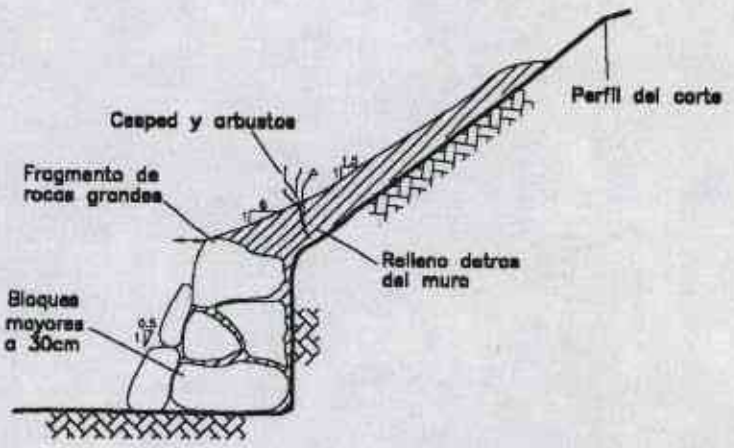
# FIGURAS

| PENDIENTE | 1,5:1<br>57%<br>30° | 1,4:1<br>71%<br>35.5° | 1,33:1<br>75%<br>37° |
|---|---|---|---|
| Y (m) | 30° | 35.5° | 37° |



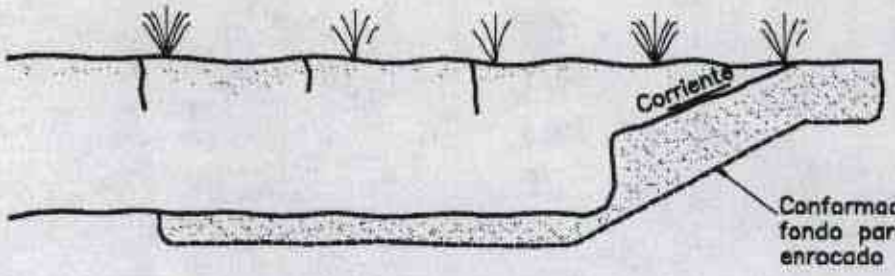

DETALLE A



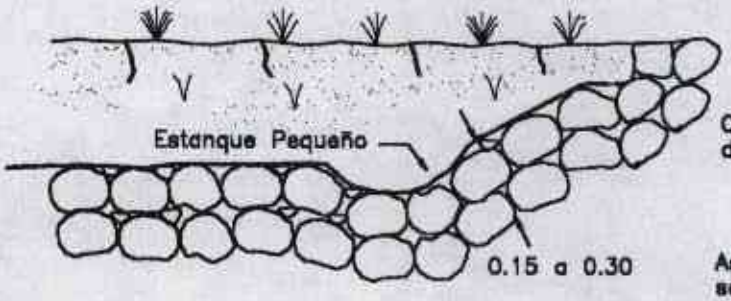

DETALLE B – MURO DE PATA

NOTA: Esquemas a modo de guia

| | | | |
|---|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingenieria y Cimentaciones Ltda. | DETALLES CONTROL DE EROSION<br>BARRERAS VIVAS | FECHA: JUNIO/93<br>FIGURA No 1 |

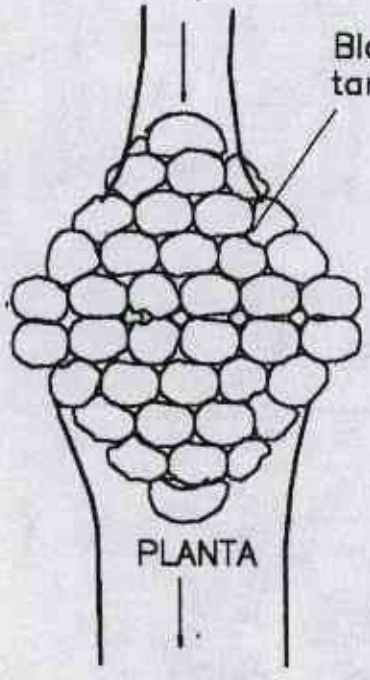


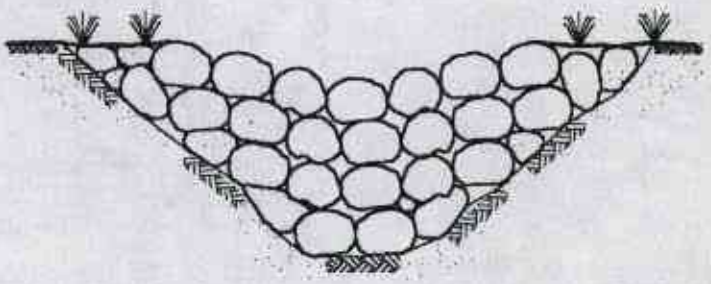

SECCION LONGITUDINAL




Colocar bloques configuracion densa cerca a la cresta

Acomodar la piedra cuidadosamente sobre el fondo, acunando en los espacios grava o piedra pequena y tierra.



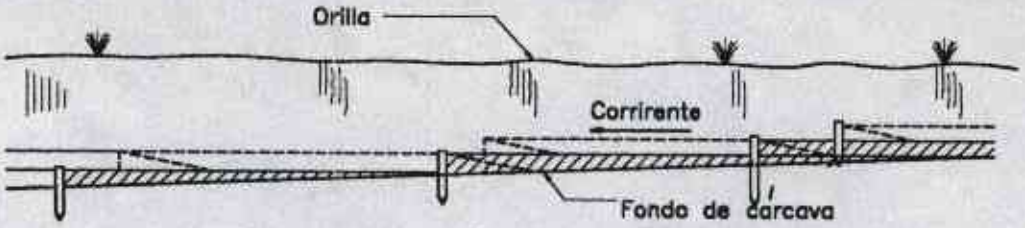
VISTA DESDE AGUAS ABAJO




A 5 a 10m abajo de cada cabecera de carcava debe ponerse un tope de retencion.

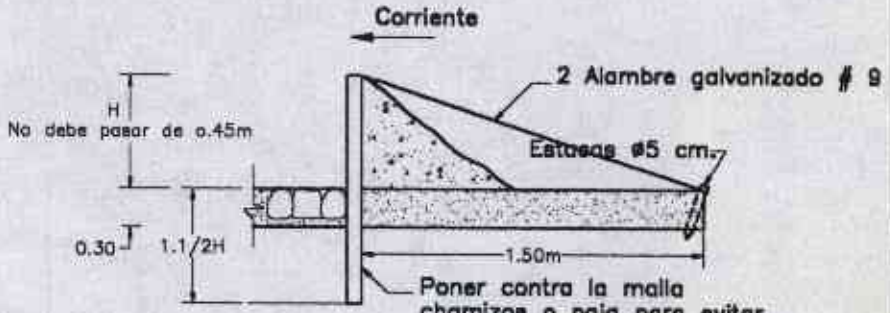
NOTA: Esquemas a modo de guia

| | | | |
|---|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingenieria y Cimentaciones Ltda. | DETALLES CONTROL DE EROSION TRINCHOS DE PIEDRA | FECHA: JUNIO/95 |
| | | | FIGURA No 2 |

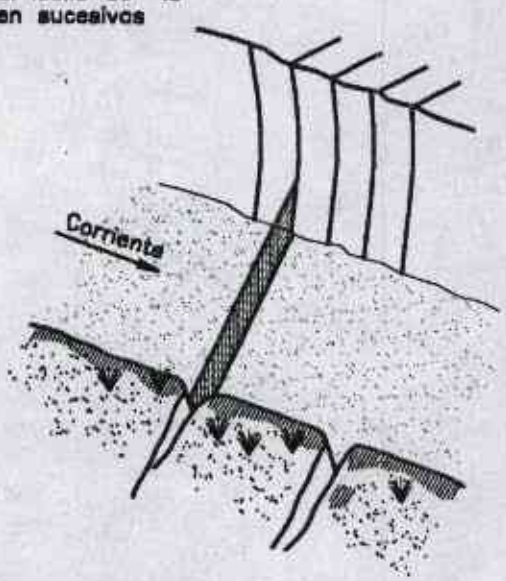



Una vez levantado el piso de la carcava a la altura deseada debe plantarse pasto, matorrales o árboles para prevenir el deslizamiento, a no ser que se hagan trinchos permanentes.

SECCION LONGITUDINAL




Estructura temporal para levantar el lecho de la carcava en sucesivas etapas.




SECCION TIPICA

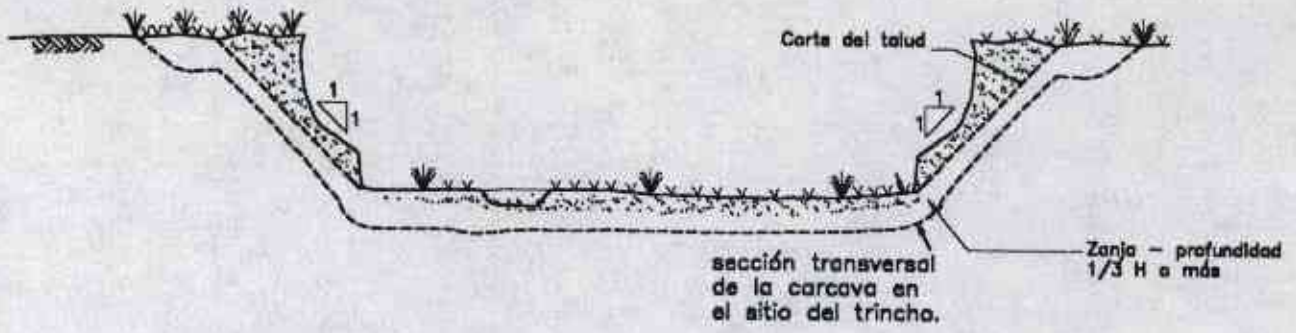
NOTA
- Estos trinchos se podran construir en zonas donde el terreno permite la hincha de estacas.
- En zonas rocosas se podran usar trinchos en piedra mayor a 0.30

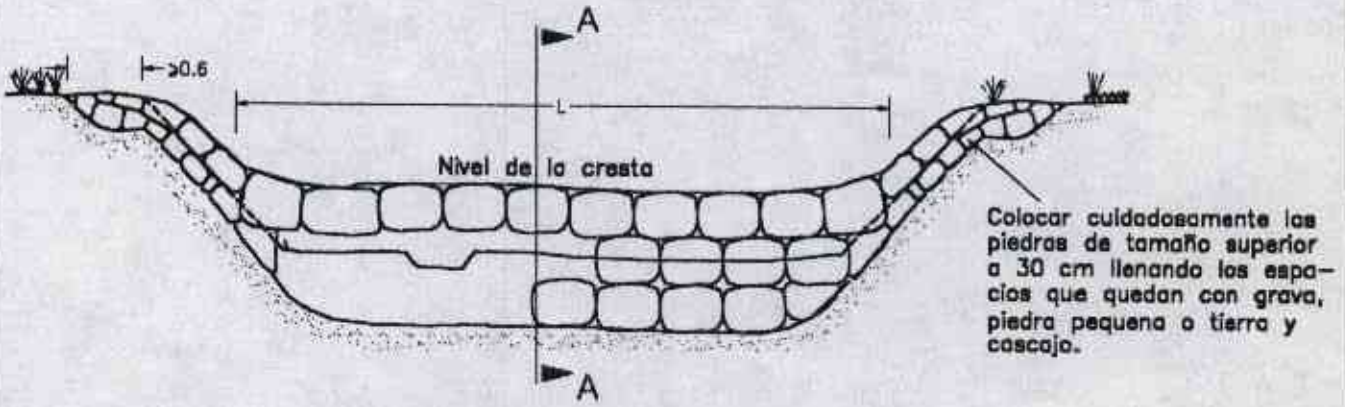



Clavar los postes firmemente y asegurar la malla en su puesto con alambre, ajustando fuertemente los extremos de éste.

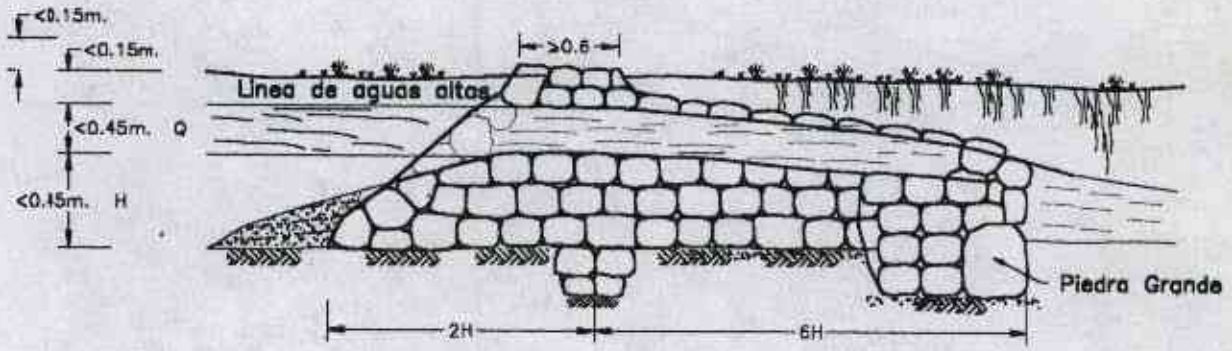
NOTA: Esquemas a modo de guia

| | | | |
|---|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingenieria y Cimentaciones Ltda. | DETALLES CONTROL DE EROSION<br>TRINCHOS DE MALLA DE ALAMBRE | FECHA: JUNIO/88<br>FIGURA No 3 |




SECCION LONGITUDINAL



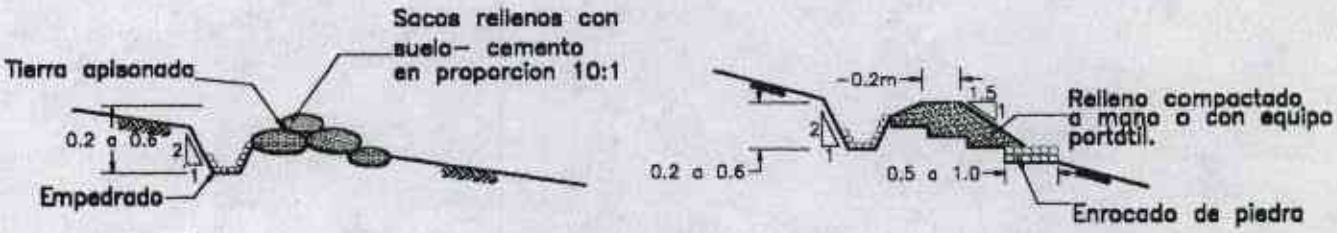

SECCION A – A

NOTA: Esquemas a modo de guía

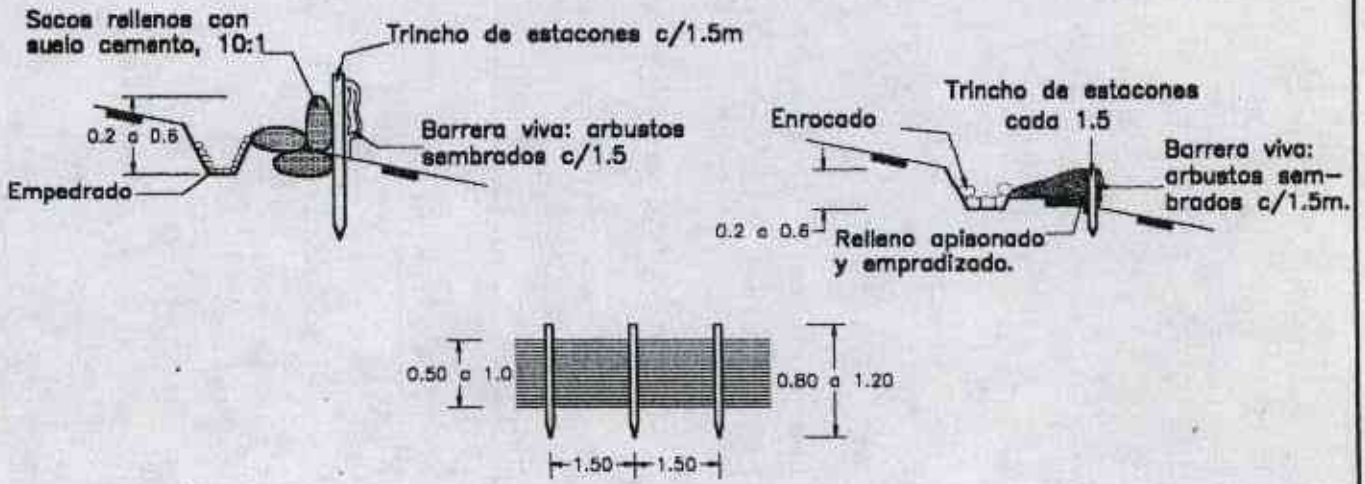
| | | | |
|---|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones Ltda. | DETALLES CONTROL DE EROSION<br>TRINCHO DE PIEDRA | FECHA: JUNIO/96<br>FIGURA No 4. |




PARA PENDIENTES MENORES A 10%




PARA PENDIENTES ENTRA 10 Y 15%



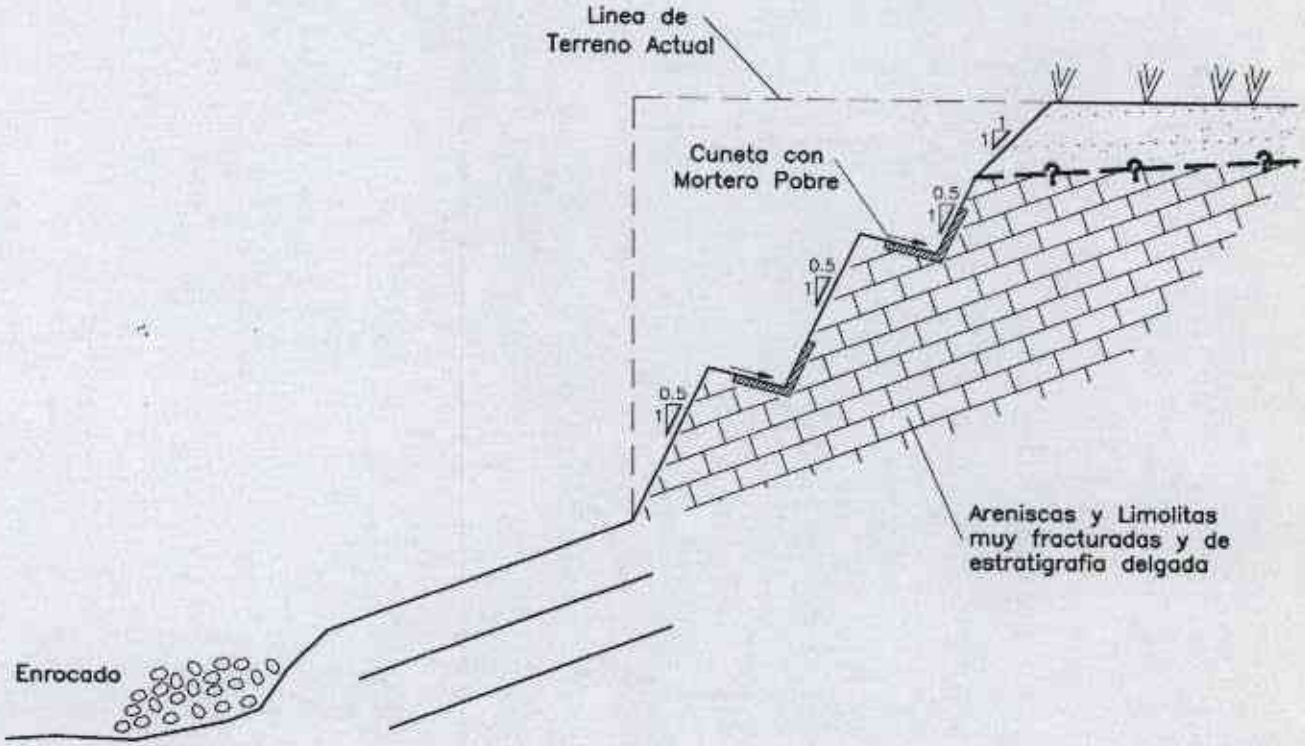

PARA PENDIENTES DEL TERRENO
MAYORES AL 15%

NOTA: Esquemas a modo de guia

| | | | |
|---|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingenieria y Cimentaciones Ltda. | DETALLES CONTROL DE EROSION<br>DISENOS DE CORTACORRIENTES EN MEDIA LADERAS | FECHA: JUNIO/88<br>FIGURA No. 5 |

# CANTERA SERVITA

## FRENTE ORIENTAL—MEDIDAS CORRECTIVAS

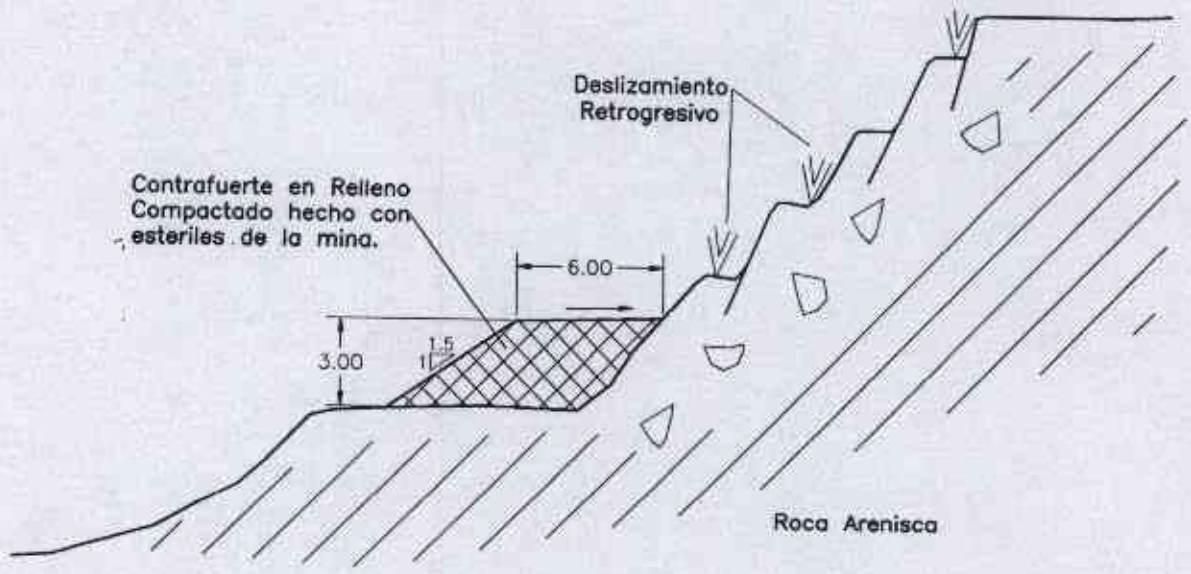



## SECCION TRANSVERSAL ORIENTE—OCCIDENTE
## EXPLOTACION PERFILADO

| | | |
|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones Ltda | FECHA : MAYO DE 1995<br>FIGURA No. : 6<br>ARCHIVO : FIG-6.DWG |

# CANTERA SERVITA

## FRENTE ORIENTAL—MEDIDAS CORRECTIVAS

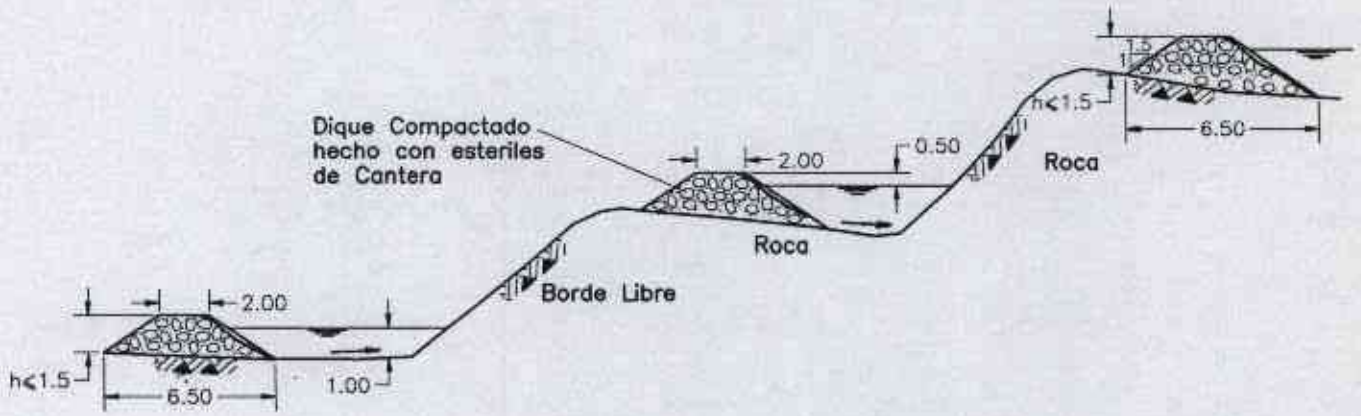



## SECCION TRANSVERSAL ORIENTE—OCCIDENTE
## SECTOR NOR—ORIENTAL

| | | |
|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingenieria y Cimentaciones Ltda | FECHA : MAYO DE 1995<br>FIGURA No. : 7<br>ARCHIVO : FIG—7.DWG |

# CANTERA SERVITA

## FRENTE ORIENTAL—MEDIDAS CORRECTIVAS




## SECCION TRANSVERSAL ORIENTE—OCCIDENTE FRENTE ORIENTAL

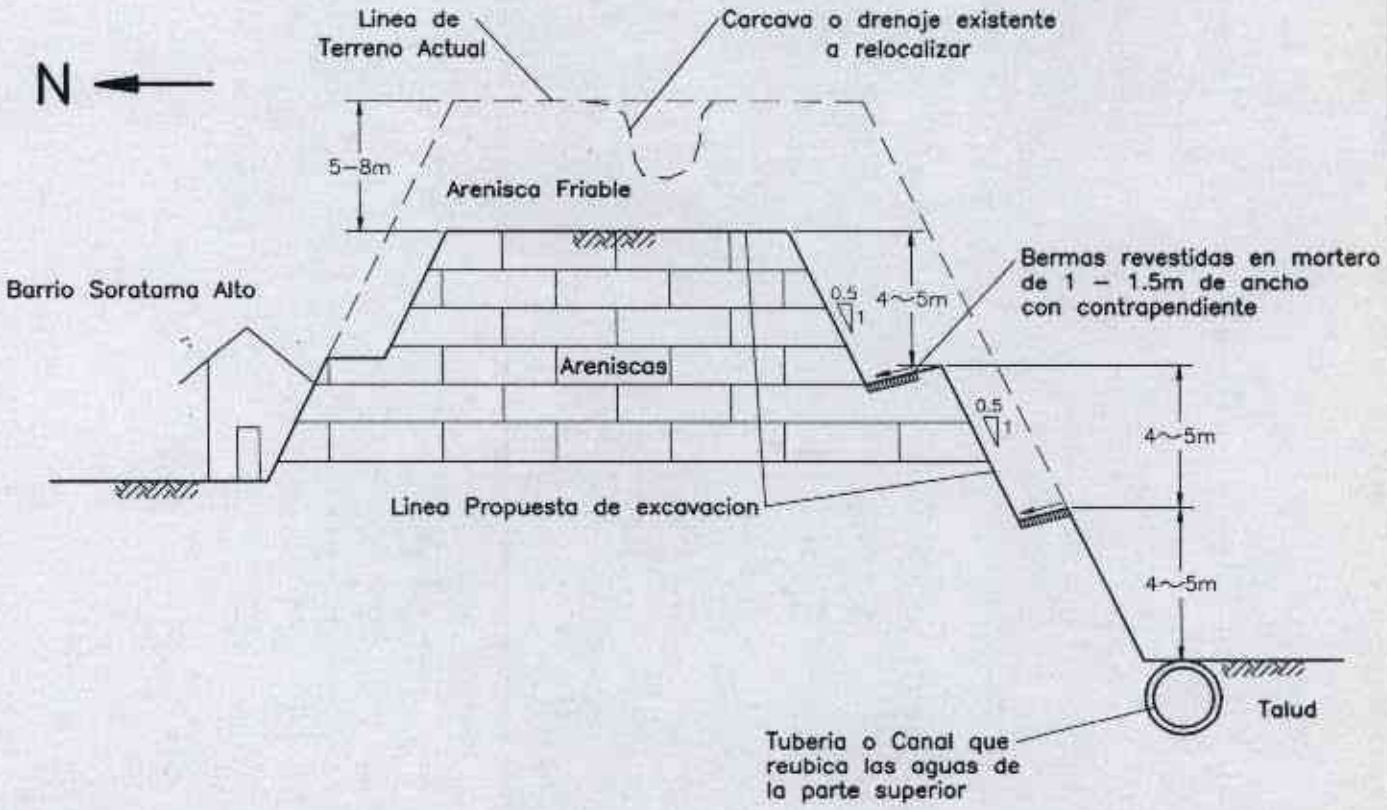
NOTA:

- El espesor maximo de lamina de agua debe ser inferior a 1m.
- Cada laguna de sedimentacion debera tener su aliviadero par evacuar los excesos. Dicho aliviadero debera descolar a canales disipadores que conduciran los excedentes al canal principal.

| | | |
|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones Ltda | FECHA : MAYO DE 1995<br>FIGURA No. : 8<br>ARCHIVO : FIG-3.DWG |

# CANTERA SERVITA

## FRENTE ORIENTAL—MEDIDAS CORRECTIVAS




## SECCION TRANSVERSAL NORTE – SUR

| | | |
|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingenieria y Cimentaciones Ltda | FECHA : MAYO DE 1995<br>FIGURA No. : 9<br>ARCHIVO : FIG-9.DWG |

# TABLA RESUMEN ENSAYOS
# DE LABORATORIO

# RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO
## SERVITA (MAYO/95)

| Muestra No | Sitio | w [%] | WL [%] | WP [%] | IP [%] | Pasa T. # 200 [%] | Clasificación S. Unificado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Parte alta del sitio de explotación. Cota 2930 | 13.4 | | | | 29.8 | SM |
| 2 | Bancada casa. Cota 2862 | 9.8 | | | | 22.7 | SC |
| 3 | Parte superior prof 3.0 m. Cota 2860 | 15.9 | | | | 24.3 | SM |
| 4 | Abajo del desarenador. Cota 2720 | 22.8 | 50 | 22 | 28 | 73.7 | CH |
| 5 | Matriz Coluvión parte baja. Cota 2600 | 41.1 | 23 | 16 | 7 | 41.1 | SC |

C.I.C LTDA

CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO Y AMBIENTAL

PREDIO SERVITA

CARRERA 7 CON CALLE 165

Santafé de Bogotá

Mayo 1995

# CAPITULO 6

# ESTUDIO AMBIENTAL

## 6.1 Vegetación

El lote objeto del estudio presenta una vegetación muy intervenida, no existiendo en la actualidad ninguna mancha de bosque natural.

La vegetación propia del área correspondió en un pasado ya lejano a la franja del denominado bosque alto andino, compuesto por encenillos, tunos, esmeraldos. aguacatillos, palmas de cera, etc, en el estrato superior o arbóreo, del cuál ya no es posible observar evidencias.

Hacia arriba, por encima de los 2700 a 2800 m.s.n.m, se presentaba el piso altitudinal del subpáramos, que usualmente alcanza una altitud entre los 3000 a 3200m.s.m.

Este tipo de vegetación si ha dejado evidencias en el lote y en la actualidad se pueden encontrar elementos propios de este piso, entremezclados al menos parcialmente con especies mas cosmopolitas, de común ocurrencia en la Sabana de Bogotá.

Entre las especies nombradas se encuentran el diente de león, que si bien no crece tan vigorosamente como en la Sabana, si es abundante, En la Foto No.1 se presenta una inflorescencia de dicha planta.

Otra especie que crece en el cerro, casi sin suelo, es arrayán (Myrcia sp),. que se puede observar en la Foto No.2, y el lulo silvestre (solanum sp), de frutos muy tóxicos y que se aprecia en la Foto No.3, así como algunos helechos, de los géneros Aspleniun y Blechnum; este último se puede observar en las Fotos No. 4 y 5.

Se encontraron, aunque en forma no muy abundante, algunos ejemplares de retamo (Spartium junceum), especie de una gran utilidad en los planes de revegetalización, ya que casi no requiere de suelos y solo necesita de un poco de humedad colonizado muy fácilmente estas áreas desgradadas. En la Foto No.6 se presenta un ejemplar de esta planta.

A medida que se gana altura, se presentan especies más propias del subpáramo, tales como la digital, (Digitalis sp), de la cual se presentan dos variedades, una de ellas, la más abundante en la zona de flores moradas y la segunda de flores blancas.

Se presenta algunas gramineas con hojas muy largas y hábito de crecimiento arrosetado que crecen desde este piso altitudinal hasta el páramo propiamente dicho, y que pertenecen al género Neurolepis. Un ejemplar de esta especie se presenta en la Foto No.7.

En algunos lugares se puede observar, creciendo sobre el suelo y no en forma apirfitica como es lo usual, orquídeas como el ejemplar que se presenta en la Foto No.8. pinitos de páramo (Hypericum sp), que se puede observar en la Foto No.9.

En el suelo se pueden observar algunos ejemplares de Lycopodium, una planta muy primitiva, considerada como un verdadero fósil viviente, llamada comúnmente "colchón de pobre", la cuál se puede observar en la Foto No. 10.

## 6.2 Fauna

En la actualidad la zona de estudio presenta una gran pobreza de fauna debido a la gran intervención que ha sufrido el lote, con un explotación caótica e intervención en toda el área, por lo que se presenta una destrucción casi global de los hábitats para los animales, a lo cuál se agrega la actividad continua de maquinaria pesada que ahuyenta a casi todas las especies silvestres.

Durante la visita de campo, sólo fue posible algunas aves, tales como el copetón (Zonotricha capensis), una mirla (Turdus fuscater) y una palomita (Zenaida auriculata). Adicionalmente, se pudieron observar algunos insectos, tales como hemipteros, lepidópteros, coleópteros y dípteros, estos últimos, abundantemente.

## 6.3 SITUACION AMBIENTAL

La situación ambiental del lote bajo estudio es critica, presentándose ambientales muy serios en lo que respecta a la destrucción del hábitat a nivel local, debido a la remoción de la vegetación y la capa vegetal del suelo.

Otros serios impactos ambientales relacionados con la explotación del lote se relacionan con los cambios en las geoformas, alteración de los patrones de drenaje y un significativo aporte de sedimentos al sistema de drenaje del sector de la ciudad que evacua las aguas lluvias, contribuyendo a su colmatación.

## 6.4 MEDIDAS DE MITIGACION

Se recomiendan las siguientes medidas de mitigación:

### 6.4.1 Sobre las Aguas

A todas las vías de penetración a los sectores de explotación, sean estas permanente o temporales, se les construirán cunetas con el fin de encauzar las aguas para evitar la interrupción de los drenajes, se colocaran alcantarillas y cajas recolectoras

simultáneamente con la nivelación de la vía y la construcción de terraplenes. Nunca se dejaran para después de la construcción de las vías.

Cuando las cunetas de una obra o trabajo concluyan directamente a un drenaje natural, deberán estar provistas de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos y si es el caso, hacer algún tratamiento previo antes de conducirlos al drenaje natural.

Los drenajes deben conducirse siguiendo las curvas de nivel hacia canales naturales protegidos, En caso de que esto no sea posible, se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, (estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión).

Los residuos de tala y rocería no deben llegar a la corrientes de agua. Estos deben ser apilados de tal forma que no causen desequilibrio en las condiciones del área. Estos residuos no deberán ser quemados, con el fin de evitarla contaminación atmosférica e incendios forestales en el verano.

### 6.4.2 Sobre la Maquinaria y Equipos

Las siguientes medida están diseñadas para prevenir el deterioro ambiental, evitando problemas de contaminación sobre las aguas, suelos y atmósfera.

El equipo móvil, incluyendo maquinaria pesada, deberá estar en buen estado mecánico y de carburación, de tal manera que se queme el mínimo necesario de combustible, minimizando así las emisiones atmosféricas. Asi mismo, el estado de los silenciadores de los motores debe ser bueno para evitar el exceso de ruidos. Igualmente se prevendrán los escapes de combustibles o lubricantes que puedan afectar los suelos o cursos de agua.

Estos equipos deben operarse de tal manera que causen el mínimo deterioro posible a los suelos, vegetación y cursos de agua en el sitio de las obras.

El aprovisionamiento de combustibles y el mantenimiento del equipo móvil y maquinaria, incluyendo lavado y cambio de aceites, deberá realizarse de tal manera que estas actividades no contaminen los suelos ni los drenajes.

### 6.4.3 Sobre La Estabilización de Taludes

En general para el tratamiento, tanto preventivo como correctivo de los problemas de estabilidad, se debe seguir la siguiente secuencia :

- Medidas hidráulicas o de manejo del drenaje.
- Medidas físicas
- Medidas biológicas.

Dentro de las medidas hidráulicas o de manejo del drenaje se abarcan todos los posibles manejos del agua, que incluyen obras temporales y permanentes para el control de los niveles de agua, control de la torrencialidad, recuperación de cárcavas, erosión diferencial y drenaje de los materiales saturados.

Entre las medidas físicas de estabilidad se encuentran la conformación de terrazas y banquetas, lo mismo que la construcción de obras civiles permanentes como muros, diques de concreto piedra pegada y obras temporales como empedrados, trinchos y gaviones.

Las medidas biológicas incluyen la revegetalizacion (empradización, forestación etc.), lo que requiere de una conformación previa del terreno, incluyendo peinado y nivelación de los taludes y colocación de suelo orgánico en algunos casos.

### 6.4.3.1 Hidráulicas o de Manejo del Drenaje

El manejo del drenaje es el primer aspecto a tener en cuenta dentro del manejo de los taludes resultantes.

a. Drenaje de Taludes Inestables.

Todas las aguas provenientes de las partes altas deben ser recolectadas antes de llegar a la zona potencialmente inestable, para evitar la escorrentia y especialmente la infiltración en ella.

El uso de zanjas en corona es una buena medida para evitar que las aguas pasen por la parte expuesta, de tal manera que se disminuyen los riesgos de la erosión hídrica. Esta medida es especialmente útil en las áreas de movimientos en masa, activos o inactivos.

En deslizamientos activos debe procurarse cerrar las grietas existentes en el terreno, con el fin de evitar la infiltración, la cual acelera los movimientos en masa.

En las áreas permeables, todos los drenajes deben entubarse o impermeabilizarse para detener los efectos de la infiltración.

Todas las obras de contención y estructuras de estabilización deben tener un drenaje adecuadamente dimensionado, que tome en cuenta los caudales de invierno.

Debe evitarse la circulación de aguas subsuperficiales en el contacto de materiales inestables y la roca no consolidada.

b. Trinchos para Cabecera de Cárcavas

Las cárcavas son causadas por la erosión pluvial en lluvias torrenciales esporádicas, que generan un gradiente alto en el terreno a su vez.

Debido a que las cárcavas van creciendo no solo hacia abajo sino que también presentan una erosión hacia arriba o remontarte, se recomienda la utilización de trinchos para cabecera de cárcavas, los cuales consisten una conformación inicial del fondo para colocar posteriormente un enrocado, acuñando en los espacios piedra pequeña, grava y tierra.

Entre 5 a 10m. de dicha cabecera debe colocarse un tope de retención, con el fin de disipar la energía que llevan las aguas.

### 6.4.3.2 Medidas Físicas

Dentro de las medidas físicas se destacan las terrazas, las estructuras flexibles o gaviones y las estructuras rígidas.

Las terrazas son una combinación de un abombamiento y una depresión por donde pasa el agua recogida en el área superior, para luego ser descargada en forma controlada, por lo que al realizar un terráceo es necesario construir un nuevo sistema de drenaje.

Los terráceos se construyen para estabilizar los taludes debido a que se reduce la escorrentia superficial y por lo tanto la erosión; aumentan la infiltración en épocas secas y retienen ola humedad para el crecimiento del material de revegetalización.

Como medida preventiva, debe hacerse un mantenimiento de los canales, ya que en caso contrario, el terráceo es potencialmente peligroso, porque concentra las aguas, lo que aumentara su potencial erosivo.

### 6.4.3.3 Medidas Biológicas.

a. Revegetalización

la revegetalización juega un papel transcendental en la estabilidad de los taludes, dándoles protección tanto contra la erosión pluvial en climas secos, como contra la solufluxion y remoción en masa en los clima húmedos.

En ello inciden varios factores :
La protección superficial, debido a que se impide el impacto directo de las gotas de lluvia.

la cobertura de hojarasca y las especies herbáceas, las cuales disminuyen la velocidad de la escorrentia.

El mejoramiento de la estructura del suelo, puede la acción de las raíces favorece una moderada infiltración y aumente la capacidad de retención de los suelos y la estabilización de minerales y agregados.

Aumento de la capacidad almacenamiento de agua en le suelo por el proceso de evapotranspiración, relacionado con la presencia de la vegetación.

En áreas de morfología inclinada o en taludes artificiales es muy difícil la colonización espontanea de la vegetación o la implantación de especies; que contribuyen estabilizar el terreno, una vez retirada la cobertura vegetal. Así, es necesario reacondicionar los taludes antes de iniciar los trabajo de revegetalización, con el fin de reducir las pendientes, a lo que se conoce como pendiente critica de revegetalización.

Por tal motivo, debe aplicarse técnicas para disminuir el gradiente de la pendiente de taludes y buscar una base estable para establecer la vegetación.

El segundo aspecto a enfrentar en la revegetalizacion de los taludes e s la ausencia de suelo orgánico. Debido a la erosión, la cobertura de suelo generalmente ha desaparecido, o la capa que queda esta desprovista de nutrientes y esta poco desarrollada estructuralmente. Si la roca esta aflorando y los factores climáticos son adversos, la dificultad para la revegetalización se hace mayor.

Por esto, como paso inicial es importante que el material superficial o de descapote removido de una zona de préstamo (capa orgánica del suelo), debe ser apilado y cubierto con plásticos para ser utilizado en las restauración biológicas futuras.

b. Conformación del Terreno

Para obtener la pendiente critica de revegetalización, pueden modificarse en varias formas los taludes, tal como se puede apreciar en la Figura No. 4.1, las cuales pueden ser las siguientes :

Banquetas: Son estructuras de tejido de alambre, colocadas siguiendo la curva de niveles y sostenidas en el terreno con puntillones galvanizados; se dejan unos cuarenta cm. (0,4 m) sobre la superficie y treinta cm. (0,3 m) enterrados.

la zona del talud y la banqueta de alambre se llena con suelo orgánico y se planta con pequeños arbustos y con plantas herbáceas.

Trinchos : Son estructuras similares a las anteriores, hechas con estacas de madera, preferiblemente de especies que retoñen, con el fin de lograr una barrera viva. Entre ellas se entreteje con ramas y se sigue el mismo procedimiento de relleno y planta que para las banquetas.

Cobertura de hojarasca : los taludes con pendientes intermedias pueden cubrirse con hojarasca para favorecer la formación de suelo. El proceso de recubrimiento debe

hacerse comenzando por la pata del talud y se continua hacia arriba, colocando al mismo tiempo estacas para mantener las ramas y otros restos vegetales, lo mas densamente posible. El conjunto debe soportarse en la base mediante trinchos o banquetas.

Si es posible, debe cubrirse el material con tierra orgánica, si no, estos sucederá lentamente gracias al material traído por el agua de escorrentia desde la parte alta.

Siembra en curvas d nivel : Consiste en la siembra de estacas con raíz o en su defecto, plantulas de retamo, en cuñas cavadas en el terreno y rellenas con suelo orgánico. La separación entre curvas de estacas deben estar entre 1,5 y 2,0 m. Posteriormente se sembraran especies arbustivas o arbóreas nativas, tales como encenillos, esmeraldos, tunos, seitecueros etc.

Siembra de Cespedones : Es importante realizar en las áreas que quedan desnudas en los taludes, una siembra de cespedones de kikuyo los cuales pueden ser clavados por medio de estacas en el sitio.

No se debe olvidar que en las etapas tempranas, tanto par alas siembras en curvas de nivel como para los cespedones es necesario el riego en el verano y se ser necesario alguna aplicación de fertilizantes y ocasionales inspecciones ritosanitarias para la determinación de las necesidades de control de plagas y necesidades de resiembras.

El consultor no recomienda la siembra de pinos y eucaliptos en estas zonas.

FOTOS



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: | VISTA DE LA INFLORESCENCIA EN CAPITULO DEL DIENTE DE LEON. | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>1 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: VISTA DE UN EJEMPLAR DE ARRAYAN(MYRCIA sp.)<br>CRECIENDO EN UN SUSTRATO MUY POBRE. | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>2 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: LULO DE MONTE O DE PERRO.(SOLANUM sp.)<br>ESPECIE DE FRUTOS TOXICOS | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>3 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: HELECHO DEL GENERO(ASPLENIUM)<br>CONSIDERADO DE VALOR ORNAMENTAL. | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>4 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: OTRA ESPECIE DE HELECHO, EN ESTE CASO SE TRATA DEL GENERO (BLECHNUM) | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>5 |



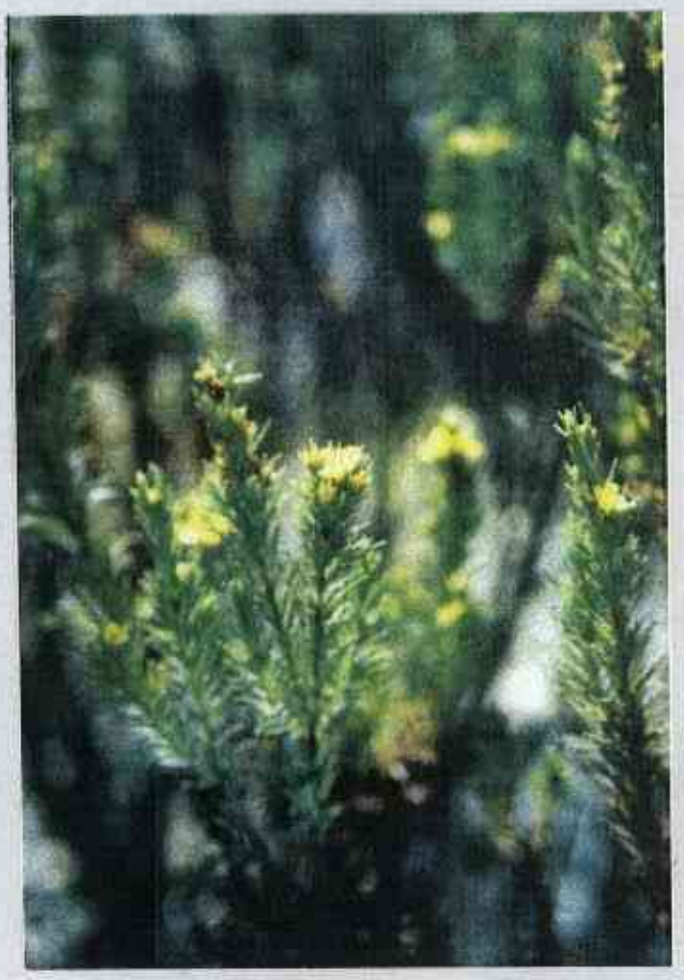
| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| **Contiene:** RETAMO EN FLORACION(SPARTIUM JUNCEUM), ESPECIE DE GRAN IMPORTANCIA EN LOS PROGRAMAS DE REVEGETALIZACION. | | |
| **Fecha:**<br>Mayo/95 | **Escala:**<br>Sin escala | **Foto:**<br>6 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| **Contiene:** GRAMINEA ARROSETADA QUE CRECE TANTO EN EL SUBPARAMO COMO EN EL PARAMO. SE TRATA DEL GENERO NEUROLEPIS | | |
| **Fecha:**<br>Mayo/95 | **Escala:**<br>Sin escala | **Foto:**<br>7 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| **Contiene:** EJEMPLAR NO IDENTIFICADO DE ORUIDEA, CRECIENDO SOBRE EL SUELO Y NO EN FORMA EPIFITA COMO ES USUAL | | |
| **Fecha:**<br>Mayo/95 | **Escala:**<br>Sin escala | **Foto:**<br>8 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: VISTA DE UN EJEMPLAR DE PINITO SE PARAMO.<br>(HYPERICUM sp) | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>9 |



| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: VISTA DE UN EJEMPLAR DE LYCOPODIUM sp. UN FOSIL VIVIENTE LLAMADO COLCHON DE POBRE. | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>10 |

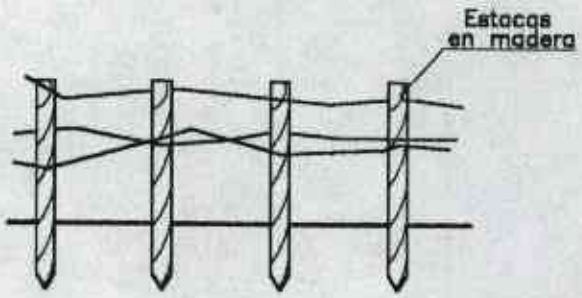


| | | |
|---|---|---|
| **SERVITA**<br>SANTA FE DE BOGOTA | | |
| C.I.C Consultores de Ingenieria<br>Y Cimentaciones Ltda | | |
| Contiene: PLANTACION DE PINO DONDE SE OBSERVO QUE NO HAY CRECIMIENTO DE VEGETACION. | | |
| Fecha:<br>Mayo/95 | Escala:<br>Sin escala | Foto:<br>11 |

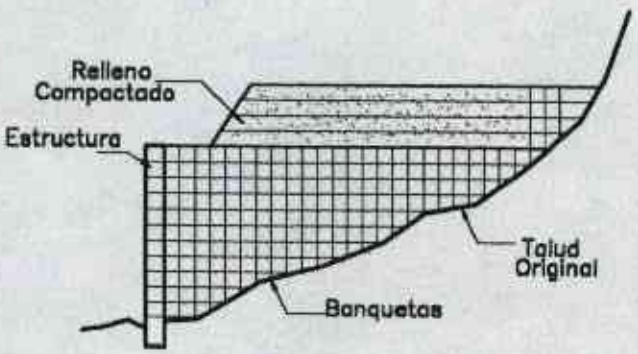
# FIGURAS



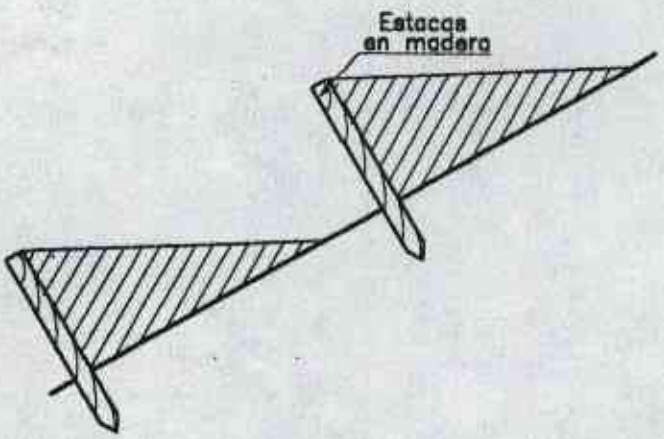

PLANTA




SECCION TIPICA




VISTA FRONTAL




PERFIL LONGITUDINAL

NOTA: Esquemas a modo de guia

| | | | |
|---|---|---|---|
| SERVITA ASOCIADOS LTDA | C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones Ltda. | DETALLES CONTROL DE EROSION<br>CONFIRMACION DEL TERRENO PARA REVEGETALIZACION | FECHA: JUNIO/95<br>FIGURA No.1 |

# FUENTES DE INFORMACION

- Estudio Geológico llevado a cabo por el Geólogo JULIO FIERRO.

- Estudio Ambiental llevado a cabo por el Biólogo HERNAN ARISTIZABAL.

- Topografía Suministrada
  SERVITA ASOCIADOS.

- Figuras de sistemas de erosión tomadas
  Manual de Protección Geotécnica y Ambiental
  (Oleoducto Vasconia - Coveñas).
  Ingeniería y Geotécnia Ltda. Ingenieros Consultores
  Instituto Colombiano del Petroleo, Asuntos Ambientales
  Segunda Edición, 1991.

# PLANOS

C.I.C. consultores de ingenieria
y cimentaciones ltda.

SANTAFE DE BOGOTA - PEREIRA

Santafé de Bogotá, Abril 19 de 1.995

Señores
SERVITA ASOCIADOS LTDA.
Atn. Dr. Orlando Cabrera
L.C.

Apreciados Señores:

Con la presente estamos enviando dos copias del informe técnico y recomendaciones relacionada con la visita que C.I.C LTDA, llevo a cabo el día 3 de Abril al predio de la referencia.

Quedamos a su disposición para cualquier comentario oaclaración que encuentre conveniente.

Cordialmente,

LUIS E. ESCOBAR
Director de Proyecto

CALLE 128C No. 52A-27 TEL. 6240704 - 6139448 - 2533339 FAX 6139450

**INFORME No. 1**

**VISITA TECNICA - LOTE SERVITA**

**Abril 3 de 1995**

**TABLA DE CONTENIDO**


1. INTRODUCCION

2. RECOMENDACIONES EXPLOTACION FRENTE ORIENTAL
COTA 2900

3. RECOMENDACIONES EXPLOTACION CANTERA SUR
COTA 2660

4. RECOMENDACIONES EXPLOTACIÓN CANTERA NOR-OCCIDENTAL
CONTRA CARRERA 7 - COTA 2600

5. OTRAS RECOMENDACIONES

6. ANEXOS: FIGURAS

# INFORME No. 1

## VISITA TECNICA - LOTE SERVITA

**Abril 3 de 1995**

## 1. INTRODUCCION

El día 3 de Abril de 1995, C.I.C. Ltda. llevó a cabo una visita técnica al predio Servita, localizado en el Flanco Occidental de los cerros Orientales, a nivel de la Carrera 7 con calle 165 de la ciudad de Santafé de Bogotá.

A dicha visita asistieron representantes de la Compañía Servita, representantes de cada una de los tres ( 3 ) contratistas que están explotando materiales de cantera, representantes de Bejarano Fernandez Ltda y un representante de C.I.C. Ltda.

El objeto de la visita fué el de establecer directrices en el manejo de las excavaciones, teniendo en consideración la recuperación de la zona y crear un plan de trabajo más racional que considere el manejo de sedimentos, drenajes y desechos de cantera.

En el presente informe se exponen las recomendaciones básicas iniciales para el manejo de cada frente. las cuales se irán complementando con aquellas que resultarán de visitas futuras a medida que los trabajos avancen.

## 2. RECOMENDACIONES CANTERA FRENTE ORIENTAL (Ing Oriente).
## COTA 2900

El frente Oriental de explotación se encuentra por encima de la cota 2800, en zona rural; el material de explotación es el recebo.

En el momento de la visita se tenía un talud casi vertical de 15 m de altura aproximadamente, el cual corresponde al frente actual de explotación de la cantera.

En este sector se recomendó :

- Limitar el avance de la excavación hacia el oriente, a una línea imaginaria que se localiza unos 9 m al Oriente de la corona del talud. A partir de esta línea, el contratista deberá excavar el talud con pendiente 0.5H:1V dejando bermas intermedias de un metro ( 1 m ) o más de ancho cada cinco metros ( 5 ) en sentido vertical con pendiente hacia el talud para recolección de escorrentía. (Ver Figura Anexa No.1 ). Las bermas se deberán proveer con cunetas revestidas con motero pobre para evitar que se formen cuñas de falla por presión hidrostática.

- Los materiales de desecho de las excavaciones o estériles, los cuales no son comerciales, se deberán disponer en la pata del talud Nor-Oriental junto a la actual explotación, para darle soporte pasivo. Este talud se presenta bastante

deteriorado con inestabilidades de tipo retrogresivo. Dado que el material del talud ha buscado su ángulo de roposo, se recomienda no excavarlo y en su lugar se deberá reforestar ( Ver Figura No.2 ).

- También se le dieron al contratista las siguientes recomendaciones:

a) Las zonas planas de terrraza y abandonadas, deberán ser confinadas con jarillones materiales de desecho compactados con el fin de formar barreras contra el arrastre de sedimentos y así formar zonas que propicien la sedimentación y sirvan de disipadores de energía ( Ver Figura No. 3 ).

b) No disponer los materiales de desecho sobre laderas para no crear zonas de riesgo.

c) No excavar el carreteable que dá contra el lindero sur y que actualmente sirve de acceso a la parte alta del predio y de berma estabilizadora.

d) Se recomienda usar trinchos de piedra siguiendo las curvas de nivel en zonas pendientes para crear barreras que propicien la sedimentación. Dichos trinchos deberán ser construidos en las cárcavas existentes para disipar la energía y propiciar la sedimentación.

e) La capa vegetal que resulte de la explotación deberá ser almacenada aparte para ser utilizada en la recuperación de zonas abandonadas.

## 3. RECOMENDACIONES EXPLOTACION CANTERA SUR (Sr Hachita)
## COTA 2660

Al respecto se dieron las siguientes recomendaciones:

- Parar la excavación de la plataforma sobre el talud Norte, se recomendó remover con el buldozer solamente el material suelto sobre dicha terraza.

  El contratista comentó que dicha terraza será utilizada para el almacenamiento temporal de material, el cual será movido y arrojado desde la parte superior de la explotación.

  Este material se encuentra suelto en la actualidad y pertenece a otro frente de trabajo ubicado en la cota 2780 aproximadamente.

- Se recomienda darle continuidad el drenaje que viene del costado Oriental localizado entre el predio de Servita y aquel del costado Sur, el cual se encuentra obstruido por la construcción de un terraplén que contiene la vía de acceso al mencionado frente de explotación. En este sitio se recomienda construir una alcantarilla con tubería $\phi$ = 36 ".

- Para evitar el transporte de sedimentos de este frente de explotación al barrio Santa Cecilia, se propuso la construcción de un dique que encierre una terraza abandonada situada por debajo del punto de explotación. En dicha construcción se pretende crear un sitio de sedimentación.

- Se recomendó también hacerle contrapendiente a las terrazas de trabajo para evitar el arrastre de sedimentos.

- Se deberán desviar hacia el lote de Servita todos aquellos drenajes que actualmente hacen sus aportes al Barrio Santa Cecilia.

## 4. RECOMENDACIONES EXPLOTACION CANTERA NOR-OCCIDENTAL COTA 2600

(Jugs Losada y Guacane

La explotación de ésta cantera actualmente sigue un plano estructural o roca que buza unos $30^0$ hacia la Carrera 7. Al respecto se recomendó:

- Hacer un terraceo en el frente Oriental o sitio más alto de la explotación en donde se ha presentado una zona de inestabilidad cuyos materiales podrán llegar a la Carrera 7 en el evento de un deslizamiento. Esta inestabilidad corresponde a movimientos de bloques de arenisca por la presión hidrostática creada en las discontinuidades, y por la pendiente alta del talud.

  Este terraceo se deberá construir de arriba hacia abajo con taludes IH:IV, conformando bermas intermedias, las cuales deberán ser impermeabilizadas con arcilla o concreto pobre. De esta forma se evitará que el agua lluvia se infiltre y genere presiones hidrostáticas que entren a movilizar nuevas cuñas (Ver Figura No. 5 ).

- Siguiendo las curvas de nivel se deberán construir diques de material compactado para desviar las aguas de escorrentía y concentralas en un canal lateral que correrá perpendicular a la Carrera 7 aproximadamente ( Ver Figura No. 6 ).

- Contra la Carrera 7 se deberán mejorar las estructuras de sedimentación, construyendo diques en gaviones, que actúen como disipadores que bajen la velocidad del agua y propicien la sedimentación antes que la escorrentia sea llevada al colector bajo la Carrera 7.

- Los taludes contra el costado Norte se deberán perfilar, con el fin de mejorar su estabilidad. Se proponen terrazas cada 4 m de desnivel, de 1.5 m de ancho como mínimo. Los taludes en este caso se podrán cortar 0.5H:IV ( Ver Figura No. 7 ).

- Se recomienda reolocalizar y canalizar el agua que baja entre la explotación y el barrio Soratama Alto. En este caso, el drenaje ha producido un carcavamiento en la arenisca friable que podría afectar la estabilidad de los taludes próximos por presiones hidrostáticas sobre los bloques de arenisca.

## 5. OTRAS RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las siguientes recomendaciones y las cuales conciernen al predio en general.

- Se deberá llevar a cabo un reordenamiento de los drenajes existentes en el lote con el fin de canalizar la mayor parte de las aguas de escorrentía.

- Se deberán construir trinchos en madera o piedra en las carcavas y cunetas de la vía existente con el fin de propiciar un regeneramiento de estas zonas por sedimentación y disipar la energía de arrastre.

- Se deberá iniciar un plan de reforestación, el cual deberá incluir especies nativas y pastos.

- Se recomienda mejorar el desarenador ubicado en la cota 2730. Para ello se deberá dividir en tres partes con diques en gaviones con el fin de bajar la velocidad del flujo y hacerlo más eficiente ( Ver Figura No. 8 ).

- Desviar las aguas que vierten en la parte superior del lote, apartir de la cota 2930. Estas aguas parece ser que vienen del lote vecino ( costado Norte ) y se vierten de una forma desordenada sobre el predio de Servita contribuyendo a los fenómenos de erosión y recargando los drenajes existentes.

- Se deberá ir reduciendo el número de contratistas con frentes de explotación pequeños, dado que de otra forma el proceso de recuperación del lote sería lento y el aporte de sedimentos sería inmanejable con la infraestructura de drenajes que se tiene actualmente a nivel de la Carrera 7.

c:\Informe\servita

LEE/cpmg

# Medidas Correctivas Cantera Oriental

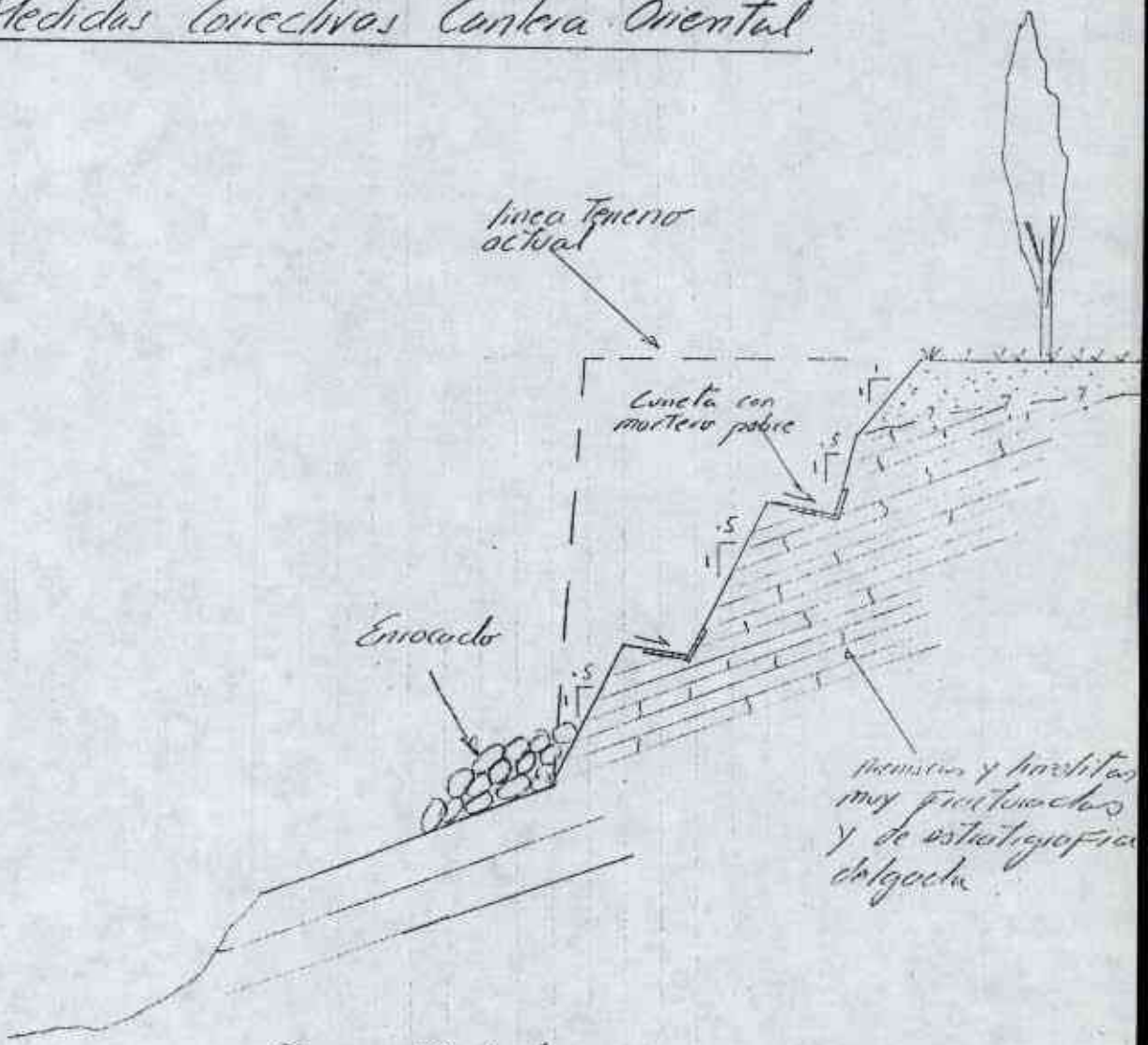



Figura Nº 1

Sección Transversal Frente (Oriente - Occidente)

Explotación Perforado

C.I.C. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
LINEA DE TRABAJO DE INGENIERIA

Carretera Sevilla
Frente Oriental - Medidas correctivas

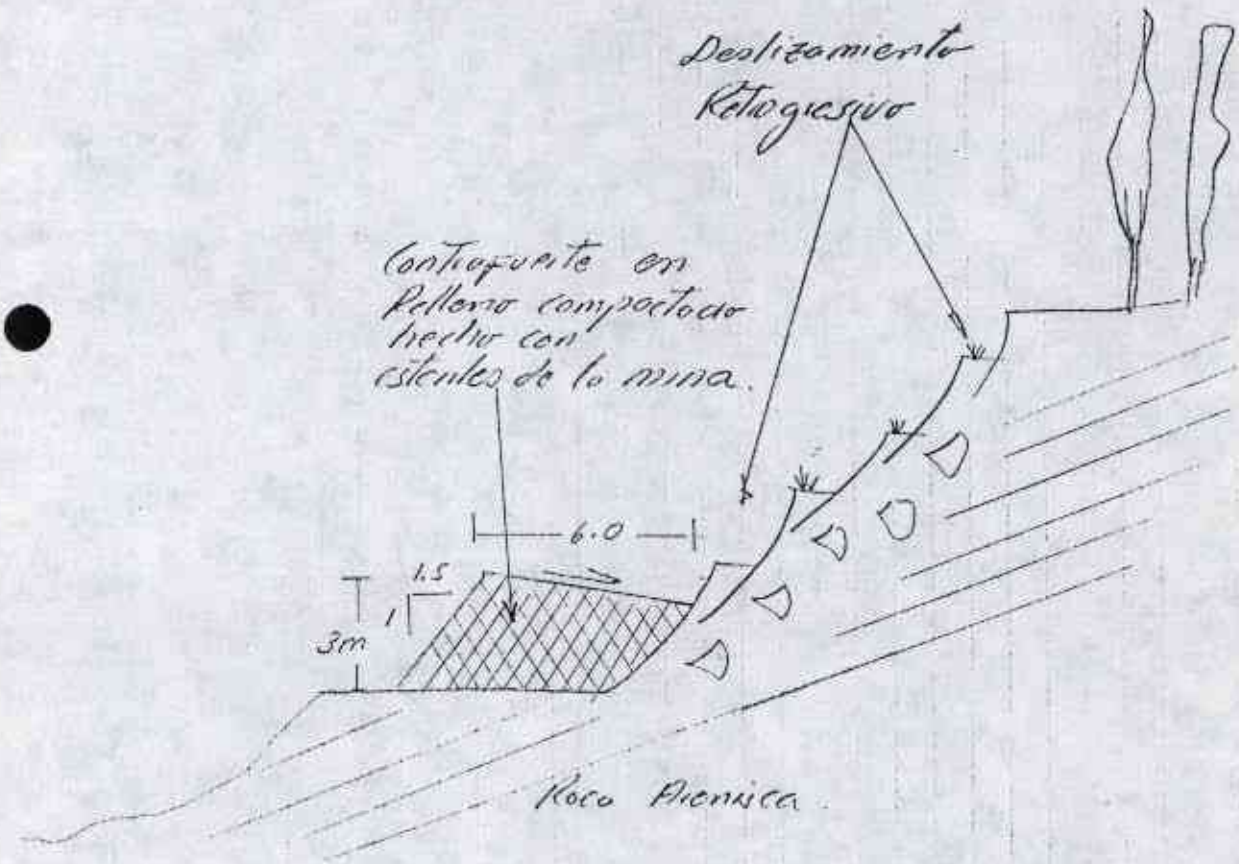



Figura N° 2
Seccion Transversal Oriente Occidente
Sector Nor-oriental

C.I.C. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA NO. DE
ARCHIVO
PARA
FECHA
POR LEE

PROYECTO: Cantera Servita
DESCRIPCION: Frente Oriental - Medidas Correctivas

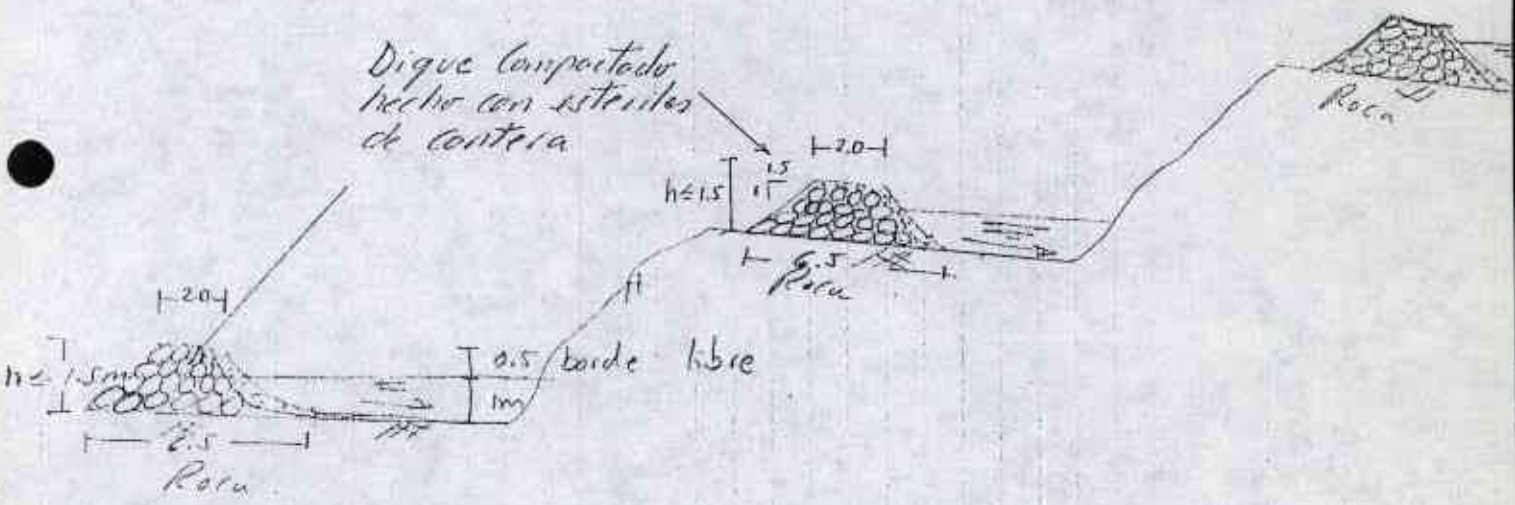
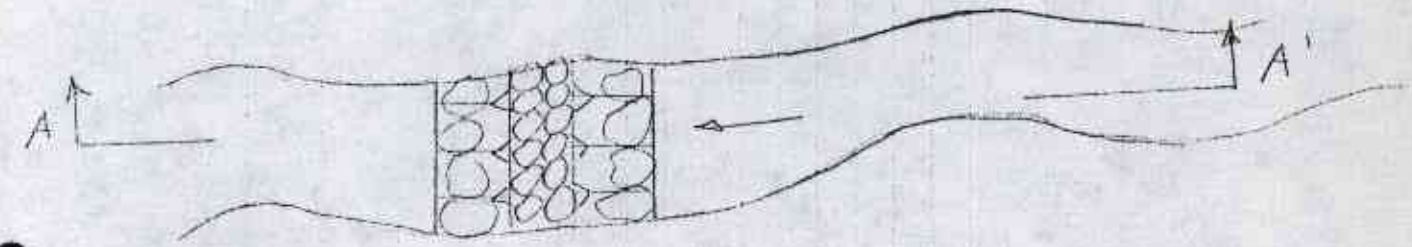



Figura N°3
Sección Transversal Oriente Occidente
Frente Oriental
Sistema de lagunas de sedimentación

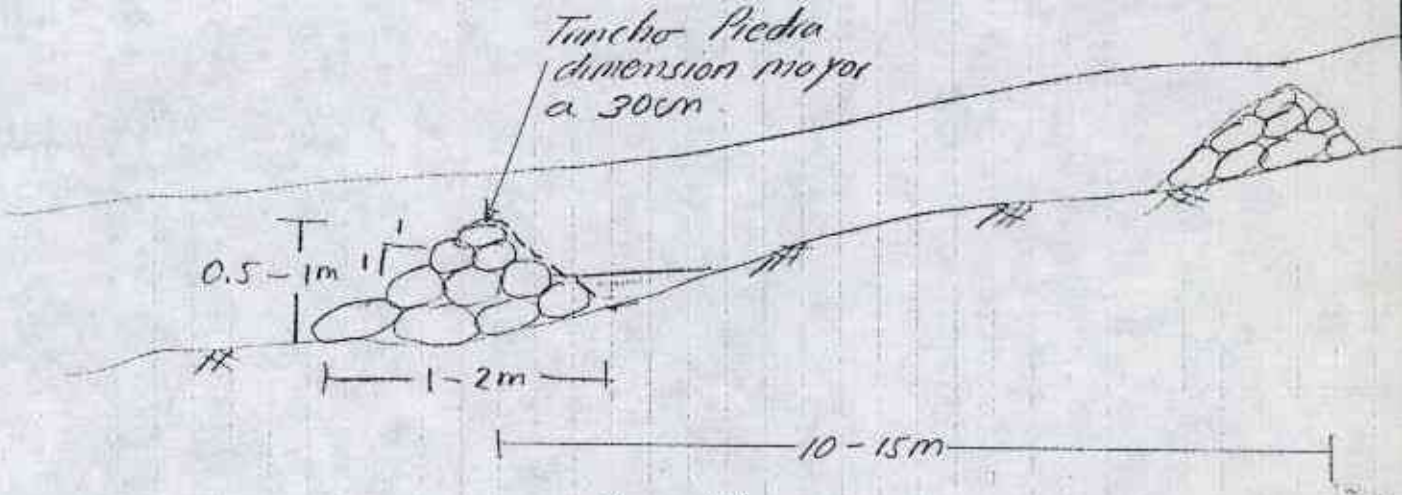
Nota: - El espesor máximo de lámina de agua, deberá ser inferior a 1m.
- Cada laguna de sedimentación deberá tener su aliviadero para evacuar los excesos. Dicho aliviadero deberá descolar a canales disipadores que conducirán los excedentes al canal principal.

C.I.C. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

Contera Sauta
Frente Oriental - Medidas Correctivas. LEE




Vista Planta Cascava.




A - A'

Figura Nº 4
Sección Longitudinal Cascava.

C.I.C. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA
HOJA No. DE
ARCHIVO
PARA
PROYECTO
DESCRIPCION
FECHA
POR

Cantera Servita
Frente Nor-Occidental - Medidas correctivas

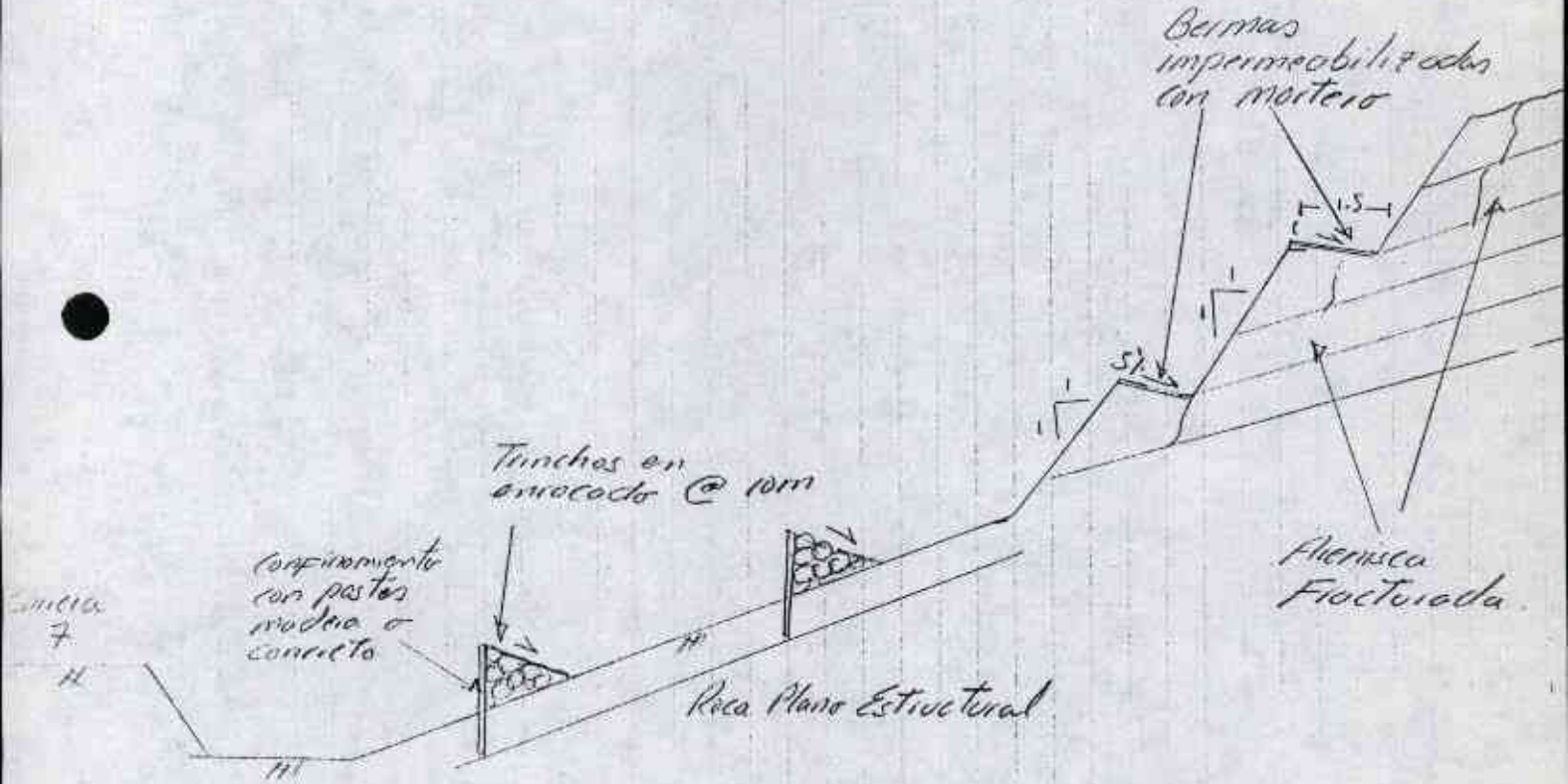



Figura Nº5 y Nº6
Seccion Oriente Occidente

Nota:- Esquema a mano de guia

C.I.C. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

Cantera Servita
Frente Nor-Occidental (Losada y Guacaneme)

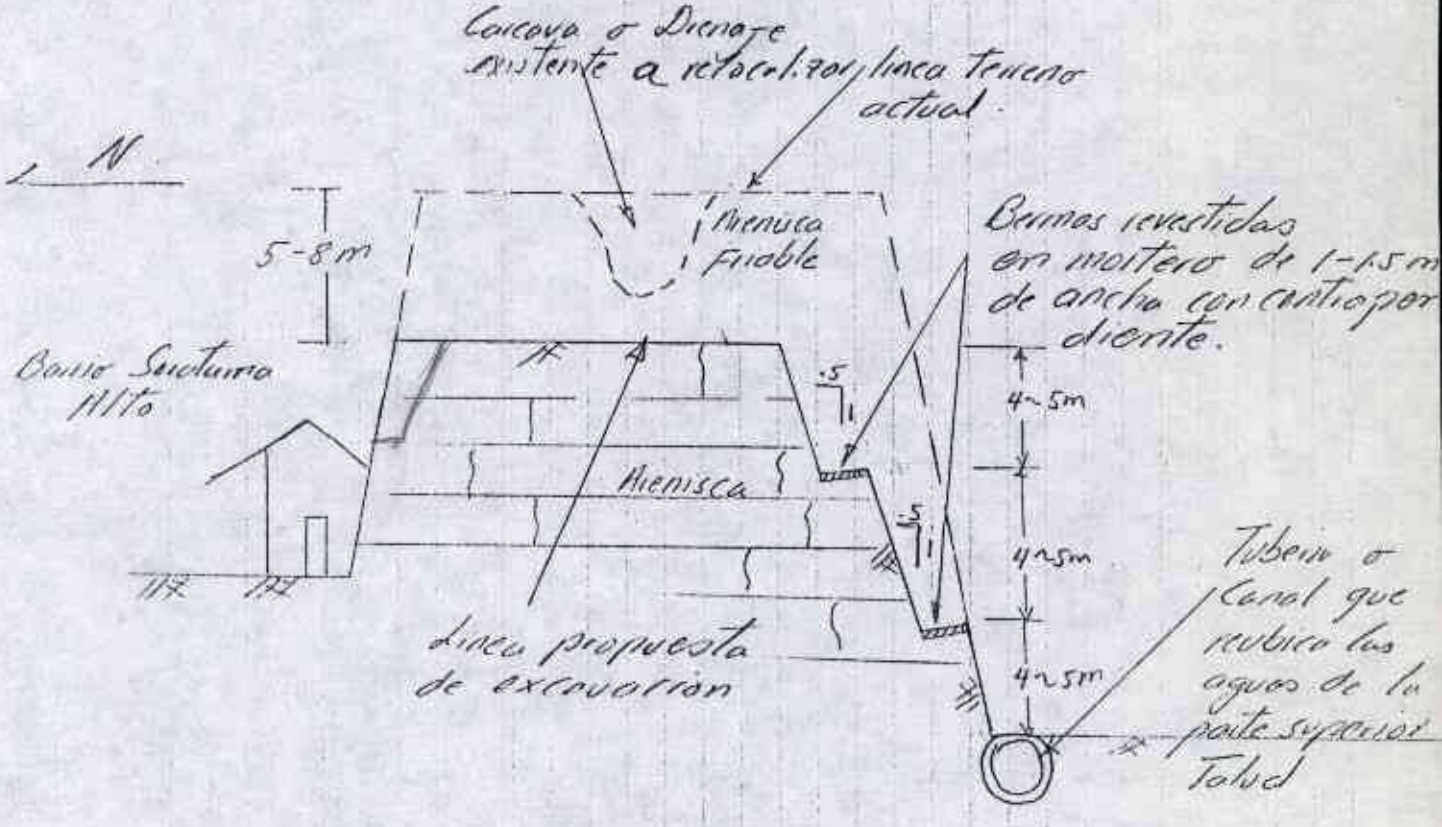


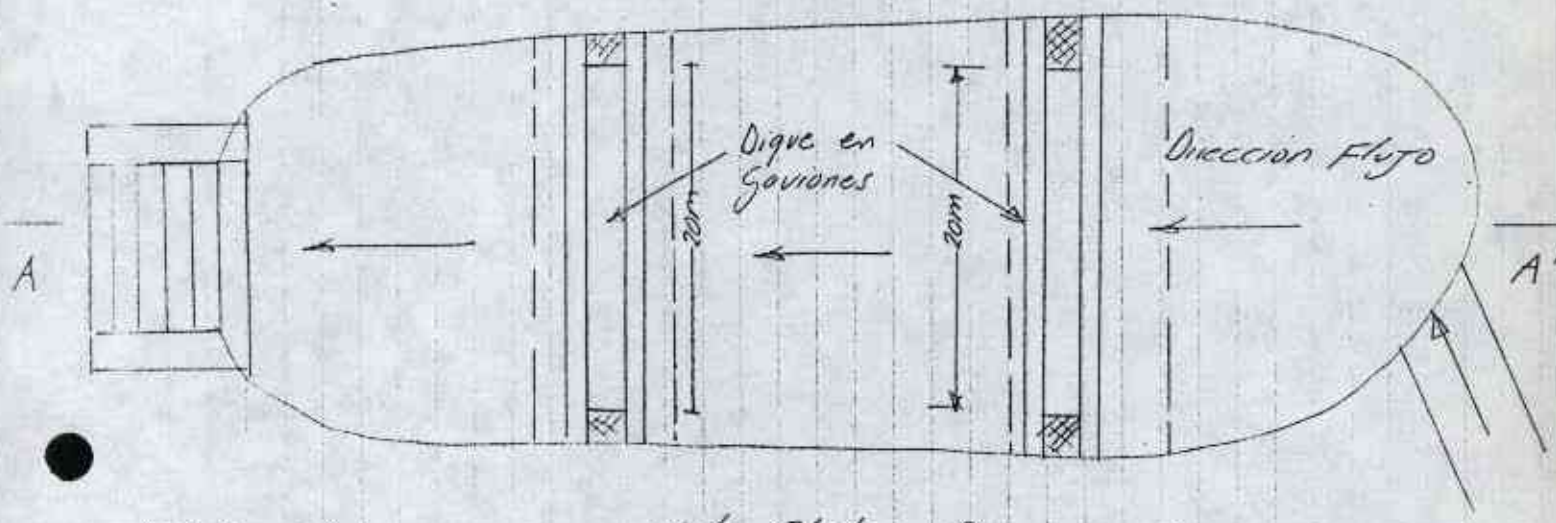

Figura Nº 7

Seccion Transversal Norte Sur

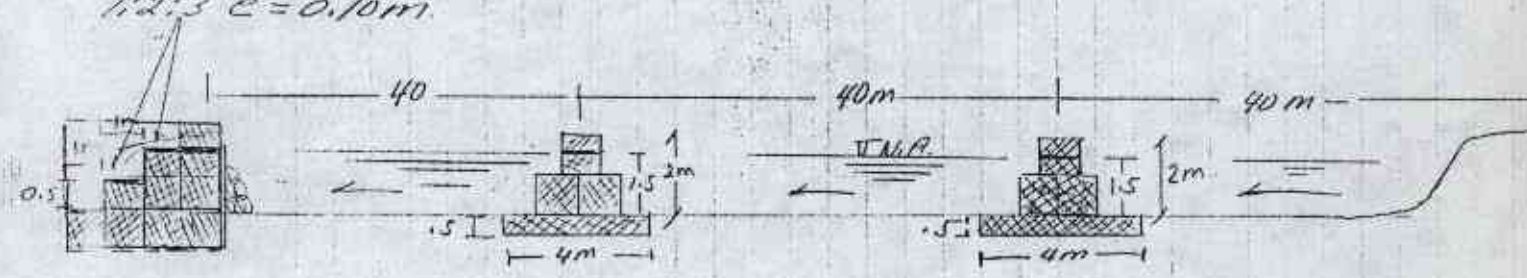
C.A.C. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

PROYECTO: Centro Sauta
DESCRIPCION: Desarenador Cota 2720

Nota: -Gráfico a modo de guía
-Dimensiones aproximadas para ser ajustadas durante la construccion
-Figura sin escala.
-Caudal de diseño $Q = 2 m^3/seg$




Vista Planta – Desarenador




Seccion A-A'

Figura Nº 8