

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS,  
MINERIA Y QUIMICA  
INGEOMINAS**

**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL  
EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA**

**ESTUDIO GEOTECNICO SECTOR PLAYON PLAYITAS  
FASE II**

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 017 DE DICIEMBRE DE 1993**

Santafé de Bogotá D.C., Abril 1996

## ESTUDIO GEOTÉCNICO SECTOR PLAYON PLAYITAS

---

### INDICE

	PAGINA
<b>1.0 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.0 GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
2.1 LOCALIZACIÓN .....	1
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	1
2.3 TOPOGRAFÍA.....	2
<b>3.0 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA</b> .....	<b>2</b>
3.1 GEOLOGÍA .....	2
3.1.1 <i>Geología de Superficie</i> .....	2
3.1.2 <i>Geología Estructural</i> .....	3
3.2 GEOMORFOLOGÍA.....	3
3.3 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.....	3
3.3.1 <i>Levantamiento Estructural del Macizo</i> .....	3
3.3.2 <i>Trincheras</i> .....	4
3.3.3 <i>Ensayos de Laboratorio</i> .....	4
<b>4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO</b> .....	<b>4</b>
4.1 MACIZO ROCOSO.....	4
4.1.1 <i>Clasificación</i> .....	4
4.1.2 <i>Caracterización del Macizo Rocoso</i> .....	4
4.2 SUELOS.....	5
<b>5.0 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO</b> .....	<b>5</b>
5.1 ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LAS SUBCUENCAS .....	5
5.1.1 <i>Precipitación</i> .....	5
5.1.2 <i>Caudal Máximo</i> .....	5
5.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	6
5.2.1 <i>Diseño de la Cuneta:</i> .....	6
<b>6.0 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD</b> .....	<b>7</b>
6.1 GENERALIDADES .....	7
6.2 MODOS DE FALLA POR DISCONTINUIDADES.....	7
6.2.1 <i>Análisis Cinemático - Falla Planar y en Cuña</i> .....	7

6.2.2	<i>Análisis Cinemático de Falla por Volteo</i> .....	8
6.3	EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD .....	8
6.3.1	<i>Macizo Rocoso</i> .....	8
6.3.2	<i>Materiales Inconsolidados</i> .....	8
<b>7.0</b>	<b>MEDIDAS CORRECTIVAS</b> .....	<b>8</b>
7.1	CORTES MINEROS.....	8
7.2	OBRAS COMPLEMENTARIAS .....	9

**FIGURAS**

**TABLAS**

**PLANOS**

**ANEXOS**

**LISTA DE FIGURAS**

1. Localización General.
2. Localización de Exploración del subsuelo.
3. Levantamiento de Macizos Rocosos.
4. Análisis de Frecuencia.
5. Columna Estratigráfica
6. Columna Estratigráfica
7. Columna Estratigráfica
8. Histograma - Estación La Picota IDEAM.
9. Diseño Sección Trapezoidal-de la Cuneta.

## LISTA DE TABLAS

1. Ensayos de Carga Puntual y Peso Unitario.
2. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
3. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
4. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
5. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
6. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
7. Registro Histórico de Precipitación Mensual, Estación La Picota.
8. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
9. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
10. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
11. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
12. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
13. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
14. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
15. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
16. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
17. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla por Volteo.
18. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla por Volteo.
19. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla por Volteo.
20. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla por Volteo.
21. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla por Volteo.

**LISTA DE PLANOS**

1. Topografía.
2. Geología.
3. Medidas correctivas

**LISTA DE ANEXOS**

1. Cantidades de obra
2. Presupuesto aproximado según medidas correctivas.

## 1.0 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Evaluación de Susceptibilidad y Amenaza Preliminar - Fase I (INGEOMINAS, 1995), el área de estudio se enmarca dentro de una zona definida en términos de categorías de estabilidad V, con laderas que presentan deslizamientos frecuentes; alto grado de erosión, asociados a períodos lluviosos.

El deterioro actual del paisaje es producto de la explotación antitécnica de materiales, la cual dejó taludes verticales en areniscas friables con intercalaciones delgadas de arcillolita, conformados geoméricamente de forma errática y taludes con pendientes suaves en arcillolitas con procesos de erosión intensa, expuestos directamente al intemperismo, que caracterizan el área como una zona con nivel de alta susceptibilidad a que se presenten fenómenos de remoción en masa. La existencia de viviendas en la base y cresta de los taludes genera una exposición directa de las edificaciones a los deslizamientos y, lo cataloga como una zona de alta vulnerabilidad y coloca en riesgo a la comunidad que desarrolla sus actividades cotidianas en dicho lugar.

El estudio geotécnico del sector; presenta un análisis de estabilidad teniendo en cuenta los aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, y antrópicos que afectan directamente la estabilidad del área, y presenta soluciones que permiten mitigar o minimizar el grado de amenaza de la zona.

## 2.0 GENERALIDADES

### 2.1 Localización

El área de estudio se localiza en la parte baja de la cuenca de la Quebrada Chiguaza, sobre la margen derecha; entre las cotas 2593 a 2622 msnm. Para efectos de este estudio se tomó el área comprendida entre las coordenadas 95950 N a 96200 N y 95000 E a 95250 E. El sector colinda al norte con el barrio La Esperanza, al sur con el barrio La Merced Sur, al suroriente con el barrio Providencia Alta y al oeste con el barrio El Consuelo ([Figura 1](#)).

### 2.2 Descripción del Problema

La zona de estudio corresponde a un antiguo frente de explotación de materiales para construcción, sin ningún tipo de recuperación morfológica. Los taludes son cuasi-verticales, de altura variable entre 8 y 18 m, entallados en rocas sedimentarias, areniscas principalmente, de la Formación Regadera (**Ter**), delineados en forma errática y sobre los cuales se evidencian fenómenos de remoción en masa como caída de bloques y fallas locales de tipo traslacional. El desarrollo urbanístico a llegado a gobernar las áreas vecinas a la cresta y pata de los taludes, dando lugar a altos niveles de vulnerabilidad

En general el área se caracteriza por estar desprovista de cobertura vegetal lo que ha permitido la acción directa de los agentes de meteorización, y acelerado los procesos denudativos que actúan en el área.

## 2.3 Topografía

Teniendo en cuenta los continuos cambios morfométricos a que está expuesta el área de estudio, para efectos del análisis y diseño de obras correctivas se realizó un levantamiento topográfico semidetallado, escala 1:1000 (**Plano 1**), destacando los aspectos del relieve local que involucran las franjas críticas de estabilidad.

## 3.0 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

La investigación geotécnica se realizó con base en un trabajo de campo que permitió caracterizar cualitativamente el área, identificar afloramientos de roca, cartografiar depósitos recientes y procesos denudativos presentes en el área y; de una exploración en profundidad de tal forma que permitiera definir la forma y/o geometría de los depósitos mediante métodos directos o indirectos .

### 3.1 Geología

El área estudiada corresponde a una zona de exploración minera, donde afloran rocas sedimentarias de edad terciaria, pertenecientes a la Formación Regadera y depósitos no consolidados del cuaternario.

#### 3.1.1 *Geología de Superficie*

La **Formación Regadera (Ter)**, está constituida por una secuencia predominante de areniscas con intercalaciones menores de arcillolitas. Las areniscas son grises claras y amarillas, de grano fino a medio, poco consolidadas, friables, superficialmente muy meteorizadas. La estratificación es cruzada y en bancos de 5 cm a 3.0 m de espesor. Las arcillolitas se presentan principalmente hacia la parte superior e inferior de la secuencia, son de color gris claro y oscuro, y amarillentas, blandas, plásticas; en bancos de 5 cm a 1.0 m de espesor, y en superficie muy meteorizadas.

Los **Depósitos no Consolidados (Qsr, Qdp y Qre)**, corresponden a suelo residual y depósitos de ladera y en menor proporción a desechos de explotaciones mineras.

Los **Depósitos de Suelos Residuales (Qsr)**, producto de la meteorización de las rocas arenoso - arcillosas, afloran hacia la parte norte y superior del sector, son de color amarillo anaranjado y presenta espesores entre pocos centímetros y los 2.0 m.

Los **Depósitos de Ladera (Qdp)**, son materiales producto de deslizamientos recientes ocurridos principalmente sobre los taludes dejados por actividades mineras antiguas (explotación de canteras).

Los **Materiales de Residuos de Excavaciones (Qre)**, engloban desechos de actividades mineras, se localizan sobre las plataformas dejadas por las mismas, y son de poco espesor.

En el **Plano 2**, se encuentran cartografiadas las unidades definidas y descritas en los párrafos anteriores.

### 3.1.2 Geología Estructural

El área estudiada se ubica dentro del flanco occidental del sinclinal de Tunjuelito. Los estratos del macizo rocoso presentan rumbo promedio de N20°E y buzamiento también promedio de 10° S, es decir, su dirección es contraria a la pendiente de los taludes del sector occidental; mientras que para el sector occidental están en el mismo sentido de la ladera.

### 3.2 Geomorfología

El sector se ubica dentro de la unidad geomorfológica de origen estructural-denudacional, con geoformas constituidas por colinas y cerros con interfluvios tectónicamente orientados, laderas de pendiente moderada a suave, intensamente disectadas y delineadas en rocas areno - arcillosas.

Entre los procesos morfodinámicos que han afectado la región se tienen: Las actividades antrópicas intensas, correspondientes a explotación minera (antiguas canteras y chircales), los cuales han modificado considerablemente el entorno morfológico de la zona; los movimientos en masa desarrollados sobre taludes mineros; y fenómenos erosivos de baja intensidad.

### 3.3 Exploración del Subsuelo

La exploración del subsuelo involucró: el levantamiento detallado de los afloramientos rocosos, y exploración directa mediante trincheras. La **Figura 2** muestra la localización de las estaciones para toma de datos en el macizo rocoso y la localización de trincheras.

#### 3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo

Para el levantamiento estructural se tomo información de discontinuidades en cinco estaciones, en taludes orientados N68E, N43W, N30W, N84E y N72E. Se identificaron orientaciones, separación, abertura, tipo relleno y persistencia de los sistemas principales y secundarios. En total se tomaron 99 datos estructurales, que se representaron en una red ciclográfica (**Figuras 3 y 4**), de cuyo análisis resultaron cuatro familias de discontinuidades, contando con la estratificación, orientadas:

Estratificación	N23E / 13 SE
Diaclasas principales	EW / 87 S N65W / 58 SW N40W / 85 SW
Diaclasas secundarias	EW / 86 N N19W / 82 SW. N40W / 57 NE N35E / 55 NW

Las diaclasas principales se caracterizan por presentar persistencia de continuidad media a continuas, espaciadas entre 5 y 30 cm (próximas a separadas), cerradas a ligeramente abiertas, de rugosidad planar rugosa y con relleno arcilloso o limpias.



Las diaclasas secundarias presentan una persistencia discontinua a continuidad media, con espaciamiento próximo entre 30 cm y 100 cm. En general, en superficie se encuentran cerradas a ligeramente abiertas por desconfinamiento, con relleno arcilloso y con rugosidad planar.

Los niveles de arenisca presentan una estratificación de laminar a gruesa con espesores entre 5 cm a 3.0 m, y conformando bancos en superficie de hasta 10 m.

### **3.3.2 Trincheras**

Se aprovecharon los taludes cuasi-verticales, sobre los cuales se levantaron tres (3) columnas estratigráficas detalladas, identificando tipo, espesores y condición local de las rocas (**Figuras 5, 6 y 7**).

### **3.3.3 Ensayos de Laboratorio**

Para la caracterización del material rocoso se realizaron sobre muestras de bloque ensayos de peso unitario e índice de carga puntual (**Tabla 1**).

## **4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO**

### **4.1 Macizo Rocosó**

#### **4.1.1 Clasificación**

La clasificación del macizo rocoso se realizó con base en el método de Hoek ( Geological Strength Index, SGI, 1994).

Los bancos de arenisca se clasificaron con:

Geological Strength Index (GSI) = 30 - 35

En los taludes de arcillolita el parámetro de clasificación adoptado fue:

GIS = 30

Estos índices representan macizos rocosos medianamente alterados, con una estructura constituida por bloques cúbicos bien entrelazados formados por tres o más grupos de discontinuidades ortogonales; altamente meteorizados en superficie.

#### **4.1.2 Caracterización del Macizo Rocosó**

La caracterización del macizo rocoso se realizó con base en los criterios de clasificación de Hoek (1994), expuestos en su artículo "Strength of Rock and Rock Masses", presentado en el Primer Curso Suramericano de Movimientos de Masas (Venezuela, 1995).

El sistema de clasificación emplea la constante del material para roca intacta ( $m_i$ ), el GSI, y la resistencia a la compresión simple, característico del macizo y material rocoso constitutivos del

talud. Se destaca, sin embargo, que durante el análisis se tuvo en cuenta la variaciones locales en la resistencia del material rocoso, establecida con base en los ensayos de carga puntual.

La Evaluación de la resistencia del macizo rocoso contempla la determinación de los parámetros de resistencia ( $c$ ,  $\phi$ ) y de la envolvente en función de los esfuerzos normales; la estimación del módulo de deformación ( $E$ ) y de los parámetros adimensionales  $m_b$ ,  $s$  y  $a$  de Hoek-Brown. En las **Tablas 2, 3, 4, 5 y 6** se presentan los parámetros de resistencia definidos para el macizo rocoso.

## 4.2 Suelos

En el área de estudio se observa únicamente depósitos cuaternarios que engloban suelos recientes de estériles, desechos de construcción y basuras, depositados, en forma aleatoria y sin ningún tratamiento, especialmente en la pata de los taludes existentes. Estos suelos no se caracterizaron geotécnicamente debido a su origen y heterogeneidad; su estudio se enfocó hacia la determinación de su geometría y la ubicación espacial para ser tenidos en cuenta en los diseños.

## 5.0 Análisis Hidrológico e Hidráulico

El área de estudio se localiza en la zona baja de la subcuenca de la quebrada Chiguaza, su sistema de drenaje está determinada por la escorrentía superficial producto de la lluvia cuyo recorrido está definido por las características geomorfológicas, generando a su paso frentes erosivos y ablandamiento de la masa superficial del suelo.

### 5.1 Análisis Hidrológico de las Subcuencas

#### 5.1.1 Precipitación

Para el análisis de la precipitación se utilizó la estación pluviométrica de La Picota del IDEAM que es la más cercana a la zona de estudio y está ubicada en la subcuenca de la quebrada Chiguaza, los registros indican una precipitación media multianual de 632 mm (**Tabla 7**).

La característica general de la distribución anual de las lluvias se presenta en forma bimodal con períodos lluviosos entre los meses de octubre a noviembre y marzo a junio y períodos secos entre los meses de diciembre a febrero y de julio a septiembre (**Figura 8**).

La precipitación máxima mensual ocurre en el mes de Octubre con un valor de 86.4 mm.

#### 5.1.2 Caudal Máximo

Para el cálculo del Caudal Máximo esperado, se utilizó el método racional. Definido por la ecuación:

$$Q = c \cdot i \cdot A$$

Donde **Q** es el caudal pico producido por un aguacero de intensidad **i**, uniformemente distribuido sobre el área de la cuenca **A**. El término **c** se denomina "coeficiente de escorrentía", su valor numérico se define entre 0 y 1, y depende de las características fisiográficas de la cuenca y de la

cobertura del suelo. Para efectos de diseño se tomo  $c = 0.50$  que corresponde a una zona suburbana.

Para determinar la intensidad de lluvia, fue necesario calcular el tiempo de concentración, para tal efecto se empleo la formula de Kirpich.

$$t_c = 0.9466 (l/\sqrt{s})^{0.77}$$

Donde:

$l$  = longitud de viaje km

$s$  = pendiente m/km

$t_c$  = horas

entonces:

$$t_c = 0.9466 \left( \frac{0.26}{\sqrt{142.85}} \right)^{0.77}$$

Reemplazando encontramos  $t_c = 3.033$  min., para efectos de diseño se tomó  $t_c=10$  min. y con un  $T_r = 50$  años obtenemos  $i = 115$  mm/h

Por lo tanto:

$$Q = 0.00278 \times 0.5 \times 115 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times 4.879 \text{ ha}$$

$$Q = 0.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 5.2 Análisis Hidráulico

En esta sección se calculan y se recomiendan las dimensiones mínimas necesarias de las cunetas interceptoras dispuestas en la corona y base de los taludes para los caudales determinados en el numeral anterior (**Plano 3**).

### 5.2.1 Diseño de la Cuneta:

Para el cálculo de la sección trapezoidal se utilizó la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S} * A$$

donde:

$n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning.

$A$  = Area ( $\text{m}^2$ ).

$R$  = Radio hidráulico (m).

$s$  = Pendiente (m/m).

$Q$  = Caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

Para el diseño se seleccionó un  $n = 0.013$  correspondiente a un material en hormigón. Resolviendo la ecuación de Manning por el método de Newton, se obtuvo las siguientes dimensiones:  $b = 0.3$  m;  $z = 1$  m;  $y_n = 0.24$  m; la sección típica se muestra en la [Figura 9](#).

## 6.0 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

### 6.1 Generalidades

Teniendo en cuenta a las características geométricas del talud y a la condición in-situ del macizo, se evaluaron diferentes modos de falla controlados por las superficies de las discontinuidades como falla planar, en cuña y por volteo. Y se consideró que el macizo no presenta posibilidad de falla planar (Talud Infinito) y circular.

Sobre los depósitos recientes inconsolidados se observaron varios tipos de fenómenos de remoción en masa enumerados en el numeral 3.2, que se presentan principalmente a lo largo del contacto con el material parental. Estos fenómenos no se modelaron en el presente estudio, dado que las obras de adecuación de éstos involucran su remoción.

### 6.2 Modos de Falla por Discontinuidades

#### 6.2.1 *Análisis Cinemático - Falla Planar y en Cuña*

Con base en el análisis de Frecuencia de la red polar se determinaron cinco familias de discontinuidades, incluyendo la estratificación. Definidas así:

Estratificación	N23E / 13 SE
Diaclasas principales	EW / 87 S N65W / 58 SW N40W / 85 SW
Diaclasas secundarias	EW / 86 N N19W / 82 SW. N40W / 57 NE N35E / 55 NW

Para el análisis cinemático de este tipo de fallas se empleo el criterio presentado por Hoek y Bray (1974), teniendo en cuenta las orientaciones principales de los taludes. Las [Tablas 8 a 16](#) muestran los datos de entrada, y los resultados para diferentes condiciones.

Con las inclinaciones y direcciones actuales de los taludes, N72E/70SE, N80W/65SW, N59W/65SW, N30W/50SW, N76E/61SE, N43W/67SW y N68E/40SE se determinó que los taludes con orientación NE no presentan posibilidad cinemática de falla planar, pero si en cuña con direcciones preferenciales de movimiento 144/38, 162/9 y 172/53. Los taludes con orientación NW, con excepción del N30W tienen posibilidad cinemática de falla planar sobre la discontinuidad 215/58.

### **6.2.2 *Análisis Cinemático de Falla por Volteo***

Para las direcciones e inclinaciones de los taludes actuales se determinó que no hay posibilidad de falla por volteo a lo largo de las superficies estructurales (discontinuidades) establecidas. Las **Tablas 17,18,19,20 y 21** registran las orientaciones y buzamientos tanto del talud como de las discontinuidades empleadas en el análisis y los resultados obtenidos con ellas.

## **6.3 Evaluación de Estabilidad**

### **6.3.1 *Macizo Rocoso***

De acuerdo con los resultados presentados en los numerales 6.2.1 y 6.2.2, se establece que los taludes con las inclinaciones y orientaciones presentes son en general estables y, su deterioró en la estabilidad está asociado con sectores donde se ha socavado la base de los mismos, facilitando la acción de las discontinuidades verticales por cuya abertura se infiltra el agua, llevando al colapso local del talud. No obstante, se destaca la influencia del plano estructural 215/58 en la condición de estabilidad actual de los taludes con orientación al NW.

### **6.3.2 *Materiales Inconsolidados***

La condición natural de inestabilidad de estos materiales, de composición heterogénea, hace que éstos, en lo posible, deban ser retirados parcial o totalmente para evitar su falla. En nuestro caso estos materiales se encuentran dispuestos en la pata de talud, son de poco espesor y configuran una morfología lobulada.

## **7.0 MEDIDAS CORRECTIVAS**

### **7.1 Cortes Mineros**

Los resultados de la investigación geotécnica y las consideraciones del análisis cinemático permiten concluir en el área, que para las direcciones y pendientes actuales de los corte es poco probable la falla de los taludes. La degradación en la condición de estabilidad es producto de la acción del agua, bien alterando el material o penetrando por las discontinuidades y separando las unidades líticas. De esta manera, las obras de prevención se dirigirán al tratamiento de los taludes mediante el retiro de los bloques en estado crítico de estabilidad y la conformación de los mismos con pendientes entre 50° y 70°.

La conformación de los taludes se realizará siguiendo los alineamientos actuales, perfilando los cortes con una pendiente uniforme y buscando obtener los mínimos movimientos de tierra. El **Plano 3**, ilustra las medidas adoptadas para los taludes.

Los taludes con orientación al NW, se perfilaran con una pendiente máxima de 50° y salvando una altura media de 8 m. Los cortes con dirección al NE se adecuaran con buzamientos de 70° hasta el nivel actual de la pata.

## 7.2 Obras Complementarias

La protección de los cortes se realizará gracias al manejo del agua de escorrentía, mediante la construcción de zanjas de coronación, que intercepten y evacuen el agua superficial hacia zonas morfológicamente menos escarpadas, o algún colector cercano (**Plano 3**). Las zanjas drenarán principalmente a dos aguas, en sentido oriente - occidente y occidente - oriente; y sus efluentes se conducirán a cajas colectoras, de donde se transportarán por tubería hasta los colectores principales del barrio.

Los depósitos acumulados en el cuerpo central de los taludes, deben ser removidos y las zonas circundantes serán conformadas de acuerdo con las características de los cortes mineros presentes.

En la parte central-norte del sector se demolerán los escombros localizados en la corona del talud, con el fin de evitar caídas de bloques y la generación de otros tipos de movimientos.

Las viviendas del costado oriental y construidas sobre la corona de los cortes mineros se deben reubicar para evitar la pérdida de bienes materiales y humanos, por la degradación de los taludes de explotación. En el plano de medidas correctivas se indica la localización de estas estructuras.

## FIGURAS

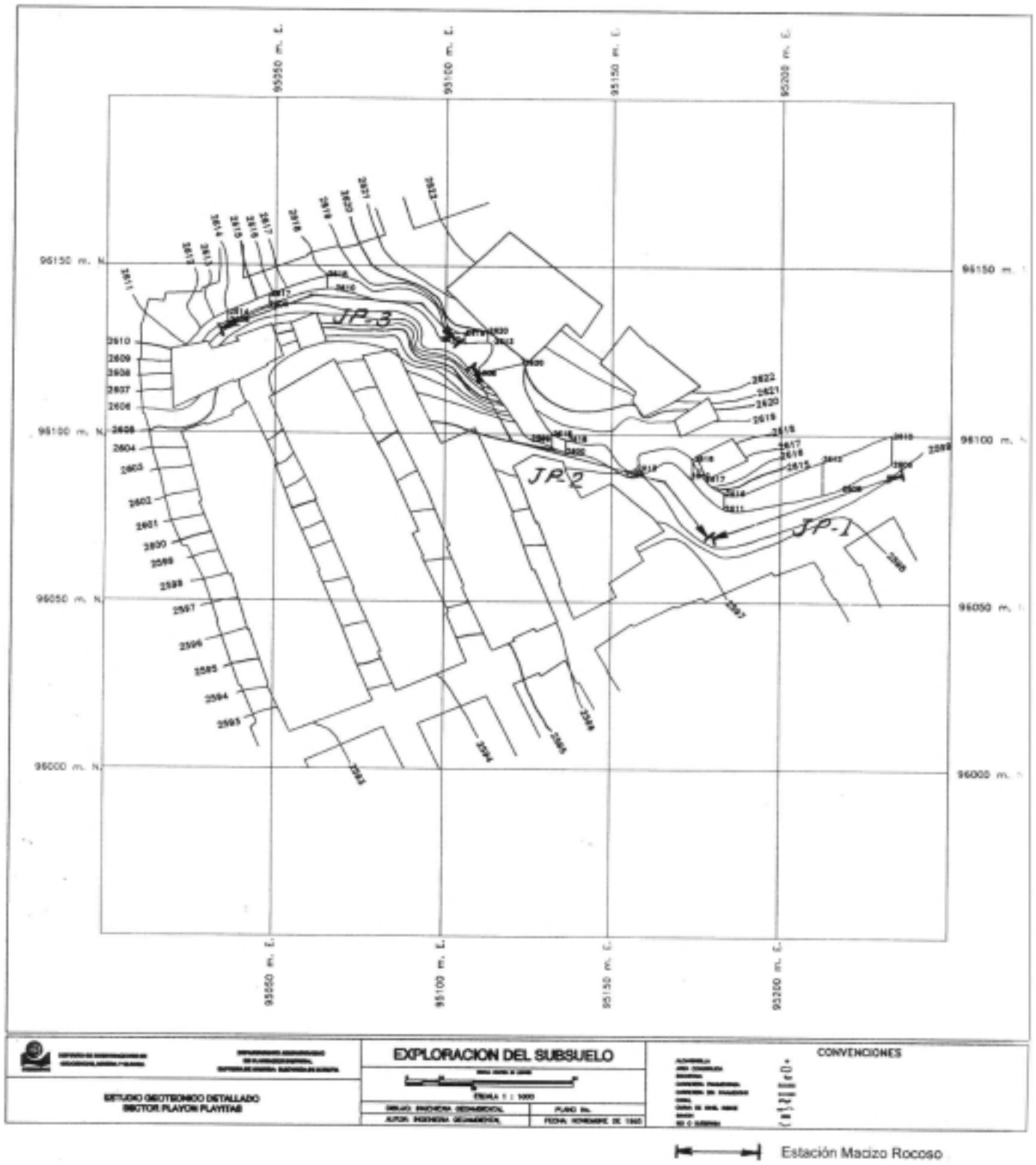


FIGURA No. 1  
LOCALIZACIÓN GENERAL





FIGURA 2



LOCALIZACION DE ESTACIONES

FIGURA 3  
LEVANTAMIENTO DE MACIZOS ROCOSOS  
PLAYON PLAYITAS

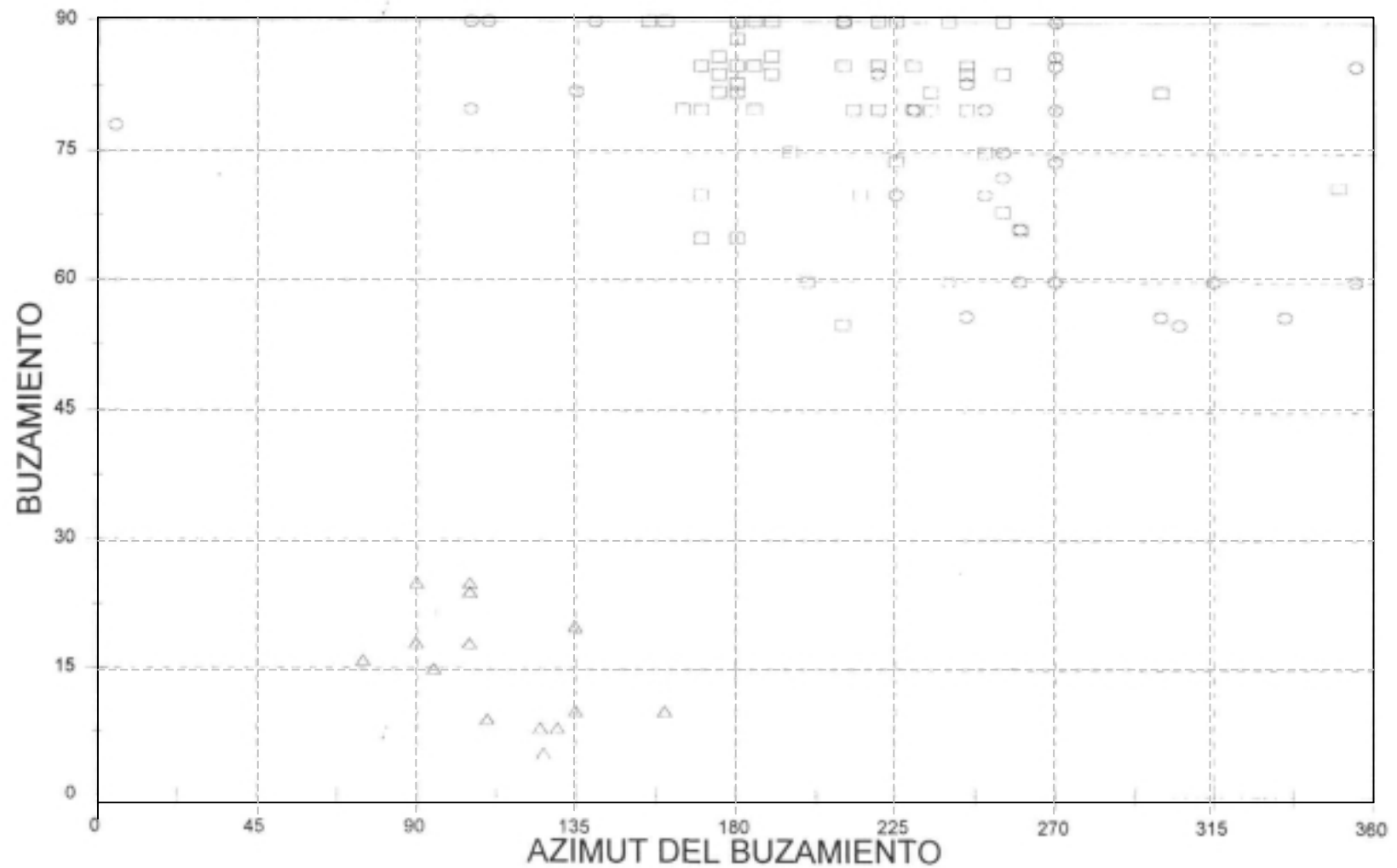
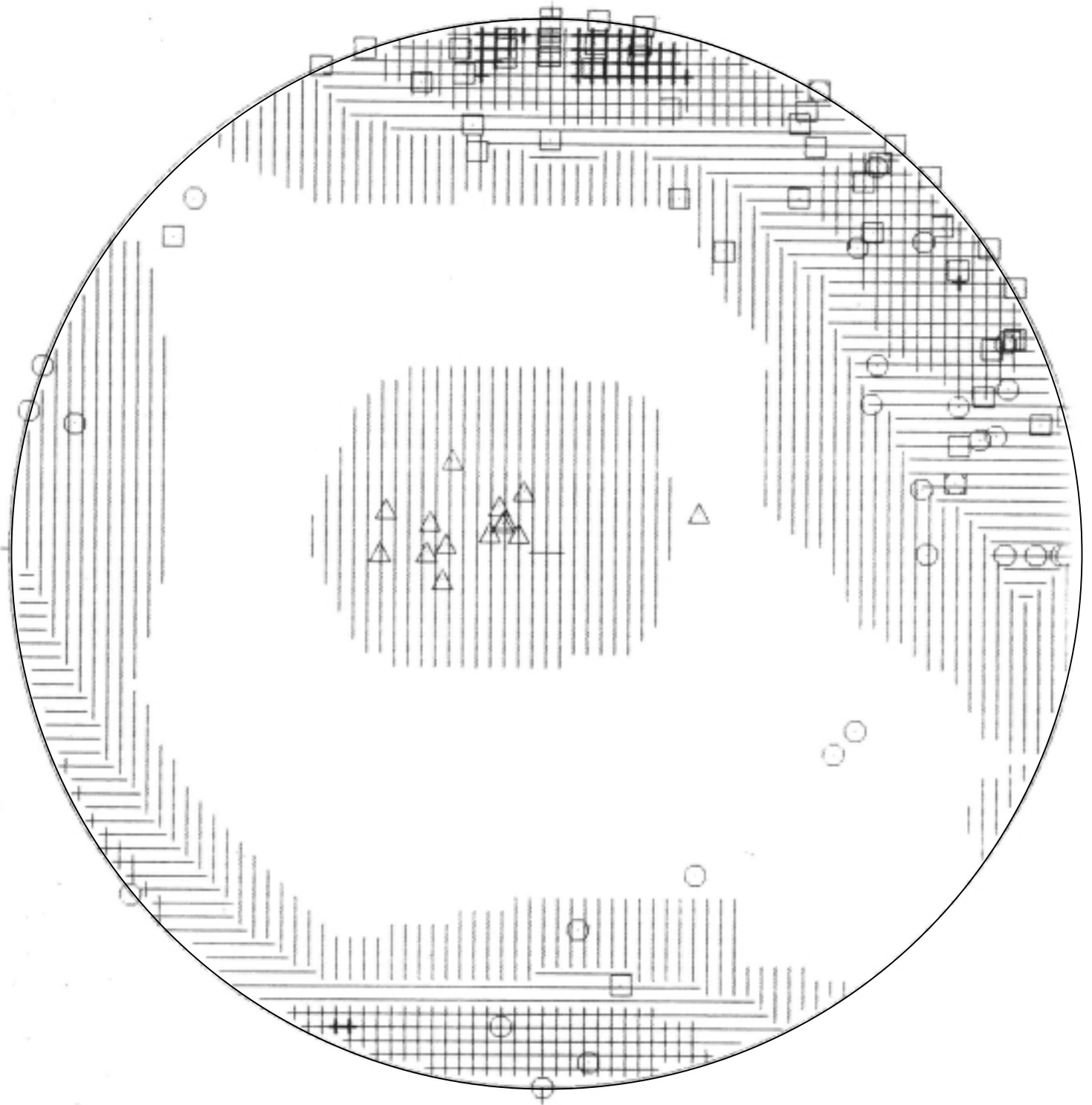


FIGURA 4  
PLAYON PLAYITAS  
North



99 Points

LEGEND (for first 9 intervals)

□	1- 3	▨	16- 18
▤	4- 6	▩	19- 21
▥	7- 9	▪	22- 24
▧	10- 12	■	25- 27
▨	13- 15		

Contour Method: Kamb (1959)

Counting Area: 0.083

Expected No.: 8.25 Pts. per Area

Sigma: 2.75

Contour Interval: 3 Sigma

NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

FIGURA 5  
PLAYON - PLAYITAS  
CORTE A-A'

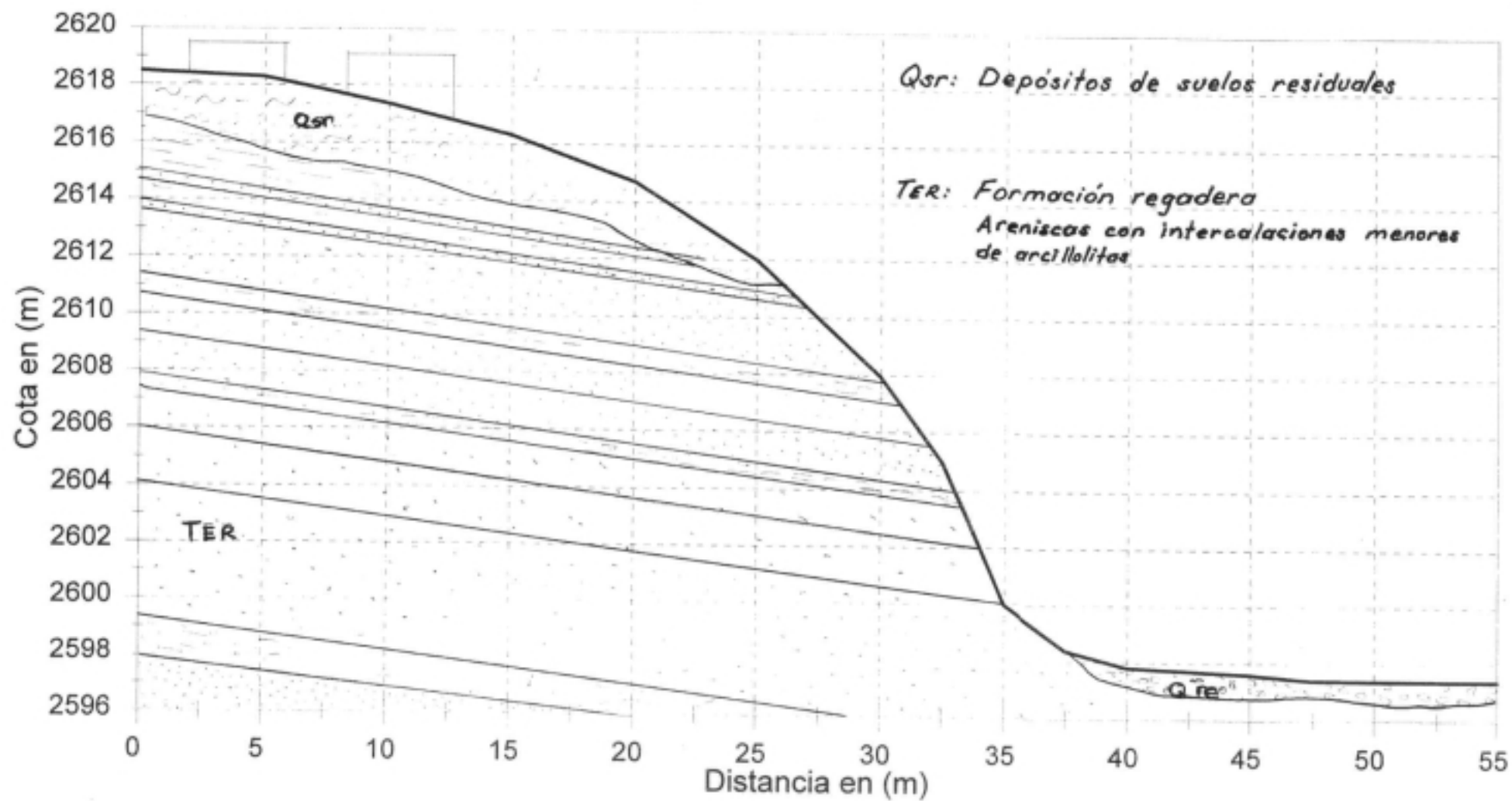


FIGURA 6  
PLAYON - PLAYITAS  
CORTE B-B'

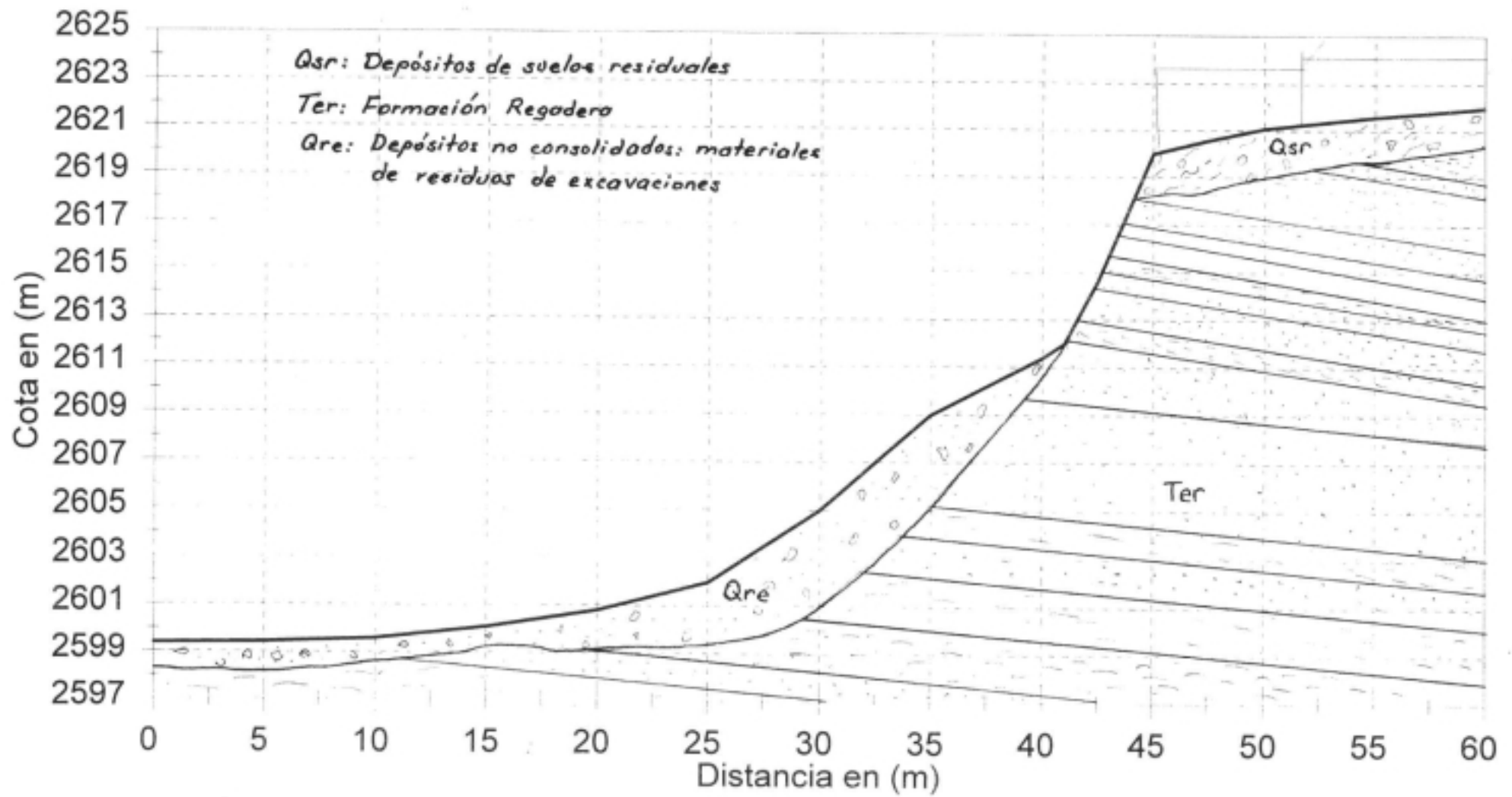


FIGURA 7  
PLAYON - PLAYITAS  
CORTE C-C'

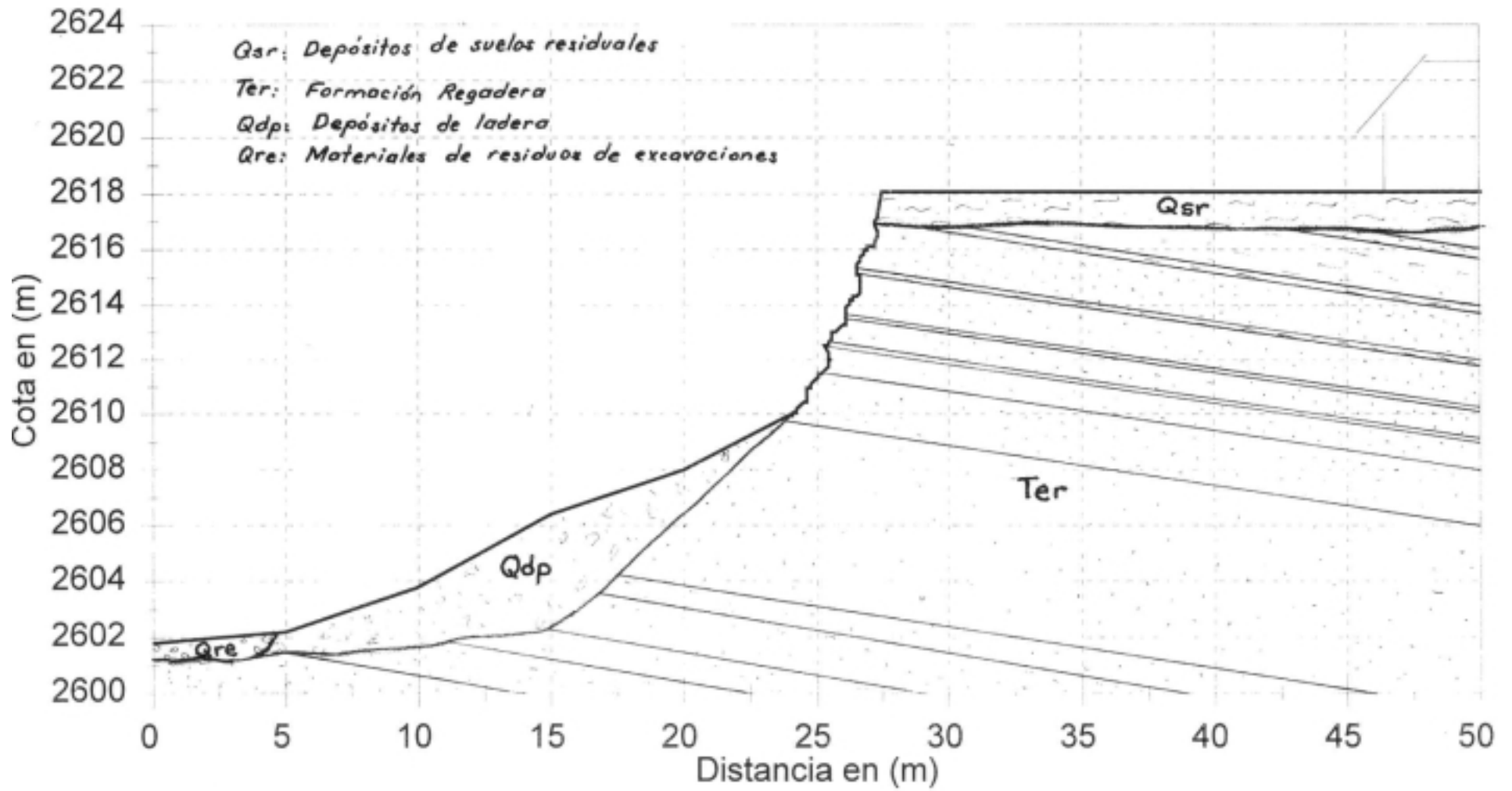


FIGURA 8  
HISTOGRAMA  
ESTACION LA PICOTA IDEAM

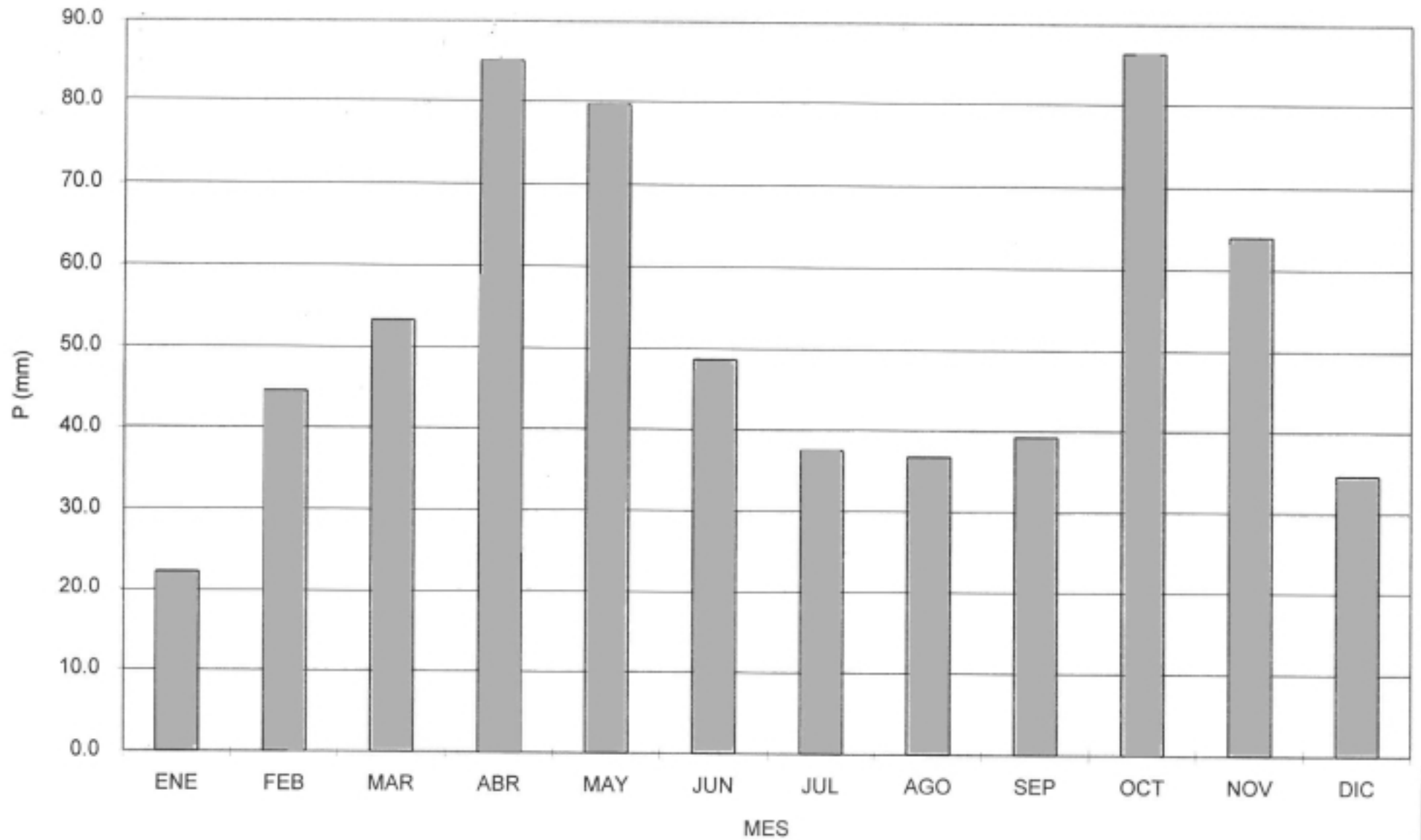
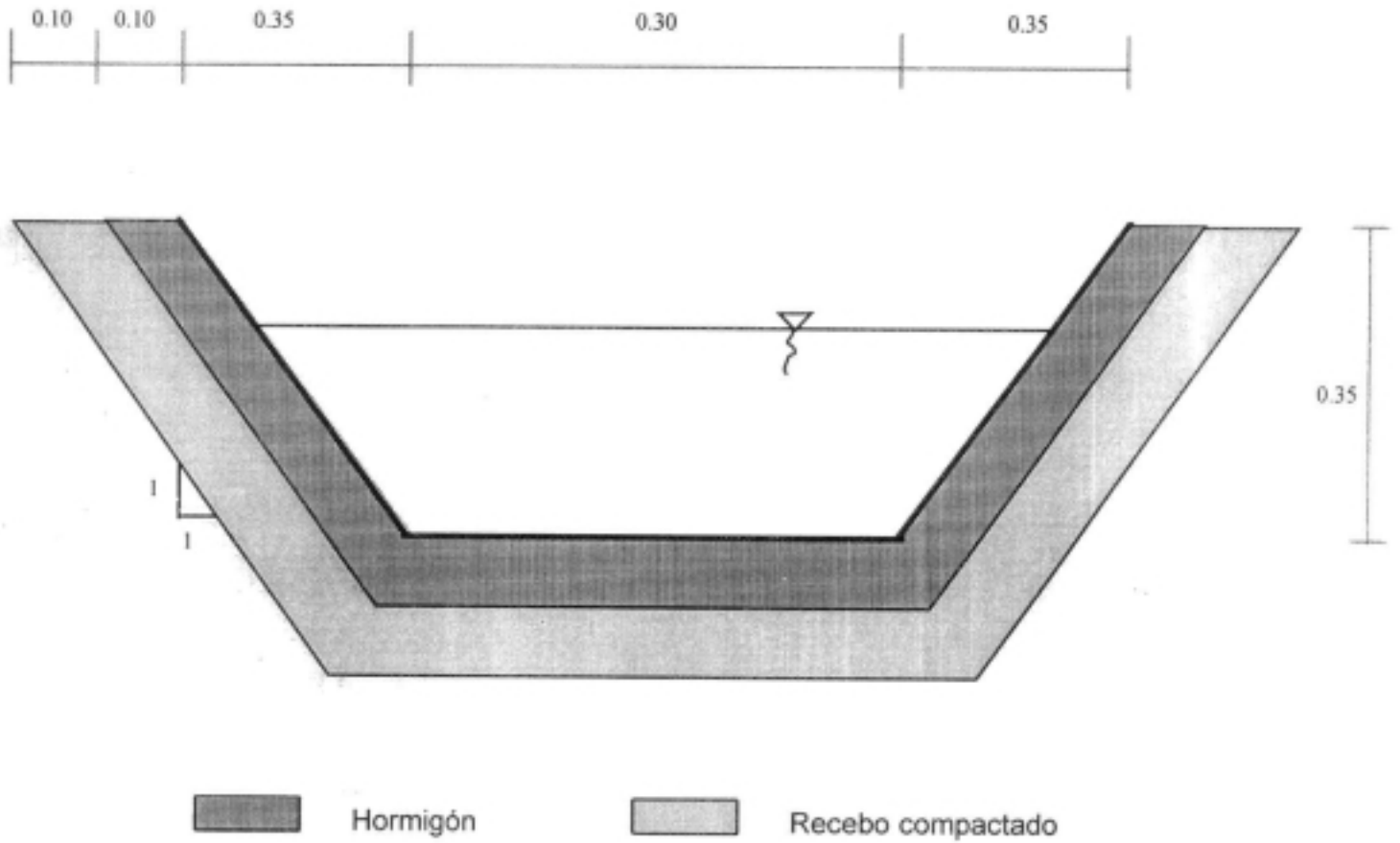


FIGURA No.9

DISEÑO SECCION TRAPEZOIDAL DE LA CUNETETA



Esquema sin escala  
Dimensiones en metros



## TABLAS

**TABLA 1**  
**PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II**  
**ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL**  
**SITIO: PLAYON PLAYITAS.**

MUESTRA No	PESO UNIT	D1(cm)	W1(cm)	W2(cm)	P(kN)	P(kg-f)	De(cm)	Is(kg/cm <sup>2</sup> )	F	I <sub>50</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	I <sub>50</sub> kg/cm <sup>2</sup> )	σ <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	DESCRIPCION
M1 - JP1	2.06	3.8	6.8	4.4	2.0	204.082	4.614	9.586	0.964	9.246	6.990	160.771	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a medio. Friable. Poco consolidada. De consistencia blanda.
		4.6	6.0	6.0	3.5	357.143	5.928	10.163	1.080	10.972			
		4.2	5.8	5.8	3.0	306.122	5.569	9.870	1.050	10.360			
		7.4	7.1	7.1	1.5	153.061	8.179	2.288	1.248	2.855			
		4.3	6.7	6.7	0.5	51.020	6.057	1.391	1.090	1.516			
M1-JP2	1.84	5.0	9.5	5.7	0.5	51.020	6.024	1.406	1.087	1.529	2.410	55.438	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a medio. Muy Friable. Poco consolidada. De consistencia blanda.
		5.2	9.4	8.1	1.0	102.041	7.323	1.903	1.187	2.259			
		4.5	8.9	6.7	1.2	122.449	6.196	3.190	1.101	3.513			
		5.1	9.0	7.5	0.5	51.020	6.979	1.048	1.162	1.217			
		4.3	6.7	5.5	1.0	102.041	5.487	3.389	1.043	3.534			
M1-JP3	1.78	4.6	12.2	6.2	0.5	51.020	6.026	1.405	1.088	1.528	2.533	58.253	Arcillolita de color gris claro y oscuro, amarillenta. Algo meteorizada. Plástica. De consistencia blanda.
		4.8	8.3	4.3	1.0	102.041	5.126	3.883	1.011	3.927			
		5.0	7.6	4.1	0.5	51.020	5.109	1.955	1.010	1.974			
		3.4	11.7	3.9	0.5	51.020	4.109	3.022	0.915	2.767			
		3.2	4.8	4.8	0.5	51.020	4.422	2.609	0.946	2.469			
M2-JP3	1.63	7.2	9.2	7.4	0.5	51.020	8.236	0.752	1.252	0.941	1.531	35.211	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a medio. Muy Friable. Poco consolidada. De consistencia blanda.
		4.8	7.9	5.0	0.5	51.020	5.528	1.670	1.046	1.747			
		4.3	7.2	4.4	0.5	51.020	4.908	2.118	0.992	2.100			
		5.0	10.2	6.1	0.5	51.020	6.232	1.314	1.104	1.451			
		4.7	8.2	6.7	0.5	51.020	6.332	1.273	1.112	1.415			

## TABLA 2

### ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

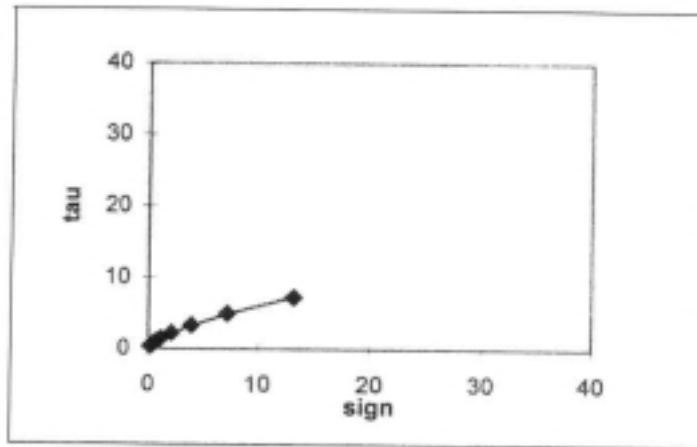
ADAPTADO DE HOEK, 1994

#### SECTOR PLAYON - PLAYITAS

**DATOS:** GSI = 35      sigci (Mpa) = 16      mi = 19      ARENISCAS

#### RESULTADOS

mb/mi = 0.10  
 mb = 1.865  
 s = 0.00073  
 a = 0.50  
 sigt = -0.006  
 A = 1.3  
 B = 0.68  
 E = 1687



PLY1HOEK.XLS

Angulo de friccion y  
 cohesion para diferentes  
 esfuerzos normales :

$\sigma_n = 3$  MPa  
 $\tau = 2.67$  MPa  
 $\gamma = 31.1$  degrees  
 $c = 0.86$  MPa

$\sigma_n = 8$  MPa  
 $\tau = 5.19$  MPa  
 $\gamma = 23.7$  degrees  
 $c = 1.67$  MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.06	1.49	11.41	0.18	0.17	0.39	-0.77	-0.41	0.31	0.59	0.39
0.13	2.10	8.54	0.33	0.33	0.61	-0.49	-0.22	0.11	0.24	0.60
0.25	3.01	6.39	0.62	0.62	0.95	-0.21	-0.02	0.01	0.04	0.92
0.50	4.39	4.84	1.17	1.16	1.46	0.06	0.17	0.01	0.00	1.41
1.00	6.48	3.72	2.16	2.15	2.24	0.33	0.35	0.12	0.11	2.14
2.00	9.74	2.93	3.97	3.96	3.37	0.60	0.53	0.32	0.36	3.23
4.00	14.93	2.36	7.25	7.24	5.00	0.86	0.70	0.60	0.74	4.85
8.00	23.45	1.97	13.21	13.21	7.31	1.12	0.86	0.97	1.26	7.29
Sums =						1.51	1.95	2.44	3.33	

**TABLA 3**

**ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR**

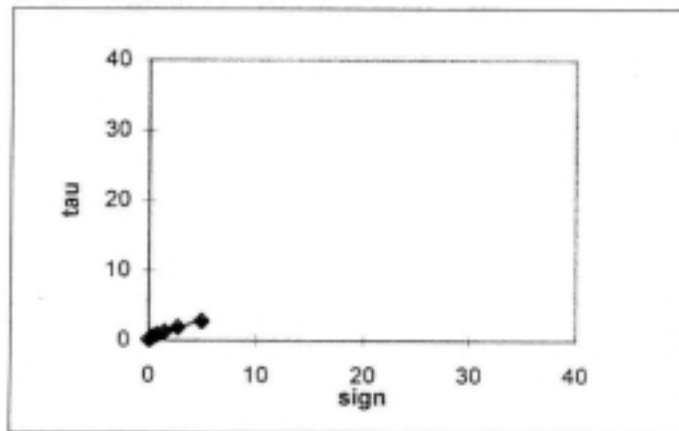
ADAPTADO DE HOEK, 1994

**SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

DATOS: GSI = 35      sigci (Mpa) = 6      mi= 19      ARENISCAS

**RESULTADOS**

mb/mi = 0.10  
 mb = 1.865  
 s = 0.00073  
 a = 0.50  
 sigt= -0.002  
 A= 1.0  
 B= 0.68  
 E = 1033



PLY2HOEK.XLS

Angulo de friccion y  
 cohesion para diferentes  
 esfuerzos normales :

$\sigma_n$	=	2	MPa
$\sigma_c$	=	1.53	MPa
$\phi$	=	27.4	degrees
c	=	0.49	MPa
$\sigma_n$	=	5	MPa
$\sigma_c$	=	2.85	MPa
$\phi$	=	21.1	degrees
c	=	0.92	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.02	0.56	11.41	0.07	0.06	0.15	-1.19	-0.84	1.00	1.42	0.15
0.05	0.79	8.54	0.12	0.12	0.23	-0.91	-0.64	0.59	0.83	0.23
0.09	1.13	6.39	0.23	0.23	0.35	-0.64	-0.45	0.29	0.40	0.36
0.19	1.64	4.84	0.44	0.43	0.55	-0.36	-0.26	0.09	0.13	0.55
0.38	2.43	3.72	0.81	0.81	0.84	-0.09	-0.08	0.01	0.01	0.83
0.75	3.65	2.93	1.49	1.49	1.26	0.17	0.10	0.02	0.03	1.25
1.50	5.60	2.36	2.72	2.72	1.87	0.43	0.27	0.12	0.19	1.89
3.00	8.80	1.97	4.95	4.95	2.74	0.69	0.44	0.30	0.48	2.83

Sums =    -1.89    -1.45    2.41    3.50

### TABLA 5

#### ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

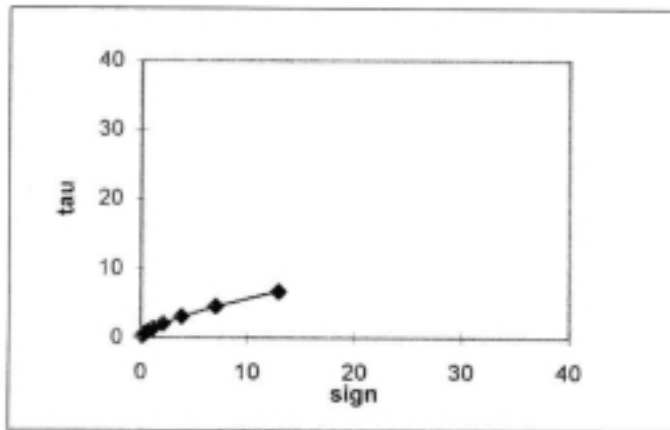
ADAPTADO DE HOEK, 1994

#### SECTOR PLAYON - PLAYITAS

**DATOS:** GSI = 30      sigci (Mpa) = 16      mi = 19      ARENISCAS

**RESULTADOS**

mb/mi = 0.08  
 mb = 1.560  
 s = 0.00042  
 a = 0.50  
 sigt = -0.004  
 A = 1.2  
 B = 0.68  
 E = 1265



PLY4HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

σ <sub>n</sub> =	3	MPa
τ =	2.53	MPa
φ =	29.7	degrees
c =	0.81	MPa
σ <sub>n</sub> =	8	MPa
τ =	4.91	MPa
φ =	22.5	degrees
c =	1.59	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.06	1.35	10.66	0.17	0.17	0.36	-0.77	-0.44	0.34	0.60	0.37
0.13	1.92	7.95	0.33	0.32	0.57	-0.49	-0.25	0.12	0.24	0.56
0.25	2.77	5.95	0.61	0.61	0.88	-0.22	-0.05	0.01	0.05	0.86
0.50	4.05	4.52	1.14	1.14	1.37	0.06	0.14	0.01	0.00	1.32
1.00	6.01	3.49	2.11	2.11	2.08	0.32	0.32	0.10	0.11	1.99
2.00	9.07	2.76	3.88	3.87	3.12	0.59	0.49	0.29	0.35	3.01
4.00	14.00	2.25	7.08	7.07	4.61	0.85	0.66	0.56	0.72	4.52
8.00	22.13	1.88	12.90	12.90	6.73	1.11	0.83	0.92	1.23	6.78
Sums =						1.45	1.70	2.36	3.30	

### TABLA 6

#### ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

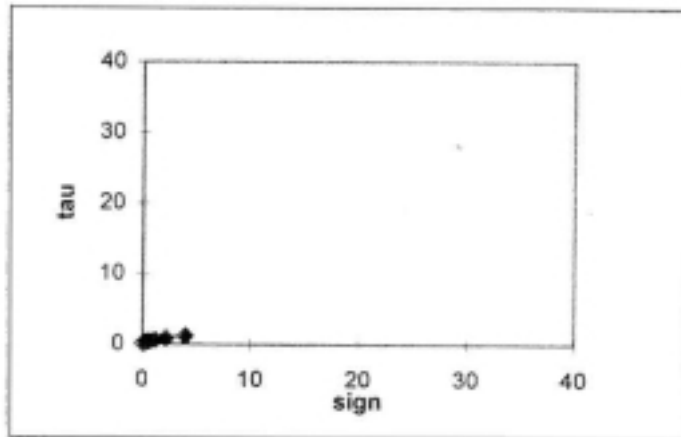
ADAPTADO DE HOEK, 1994

#### SECTOR PLAYON - PLAYITAS

**DATOS:** GSI = 30      sigci (Mpa) = 6      mi= 4      ARCILLOLITA

**RESULTADOS**

mb/mi = 0.08  
 mb = 0.328  
 s = 0.00042  
 a = 0.50  
 sigt= -0.008  
 A= 0.6  
 B= 0.61  
 E = 775



Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

$\sigma_n$	=	2	MPa
$\tau$	=	0.86	MPa
$\gamma$	=	14.6	degrees
c	=	0.33	MPa
$\sigma_n$	=	5	MPa
$\tau$	=	1.50	MPa
$\gamma$	=	10.3	degrees
c	=	0.58	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.02	0.27	4.98	0.06	0.06	0.09	-1.24	-1.03	1.29	1.54	0.11
0.05	0.37	4.01	0.11	0.10	0.13	-0.98	-0.88	0.86	0.96	0.15
0.09	0.54	3.20	0.20	0.19	0.19	-0.72	-0.72	0.52	0.51	0.21
0.19	0.81	2.59	0.36	0.35	0.28	-0.45	-0.56	0.25	0.20	0.30
0.38	1.24	2.13	0.65	0.64	0.40	-0.19	-0.39	0.07	0.04	0.43
0.75	1.97	1.81	1.19	1.18	0.59	0.07	-0.23	-0.02	0.01	0.62
1.50	3.22	1.57	2.17	2.16	0.84	0.33	-0.08	-0.03	0.11	0.90
3.00	5.43	1.40	4.01	4.00	1.20	0.60	0.08	0.05	0.36	1.31
Sums =						-2.57	-3.82	3.00	3.74	

**TABLA 7**

**REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACION MENSUAL  
ESTACION LA PICOTA IDEAM  
P (mm)**

AÑO / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	7.1	64.7	6.4	59.3	47.9	83.3	21.5	56.4	56.4	52.1	66.1	62.1	583.3
1981	2.2	9.1	46.5	101.5	131.0	55.0	14.4	38.4	47.3	84.1	104.4	47.9	681.8
1982	62.6	44.7	55.9	154.1	32.2	21.0	34.3	29.6	20.9	81.6	59.7	19.2	615.8
1983	1.2	46.2	88.8	143.7	65.3	16.3	41.8	30.8	27.3	70.2	45.8	37.0	614.4
1984	69.0	77.2	53.2	60.0	76.6	94.0	31.7	65.6	45.3	54.6	90.4	16.2	733.8
1985	29.5	2.7	36.8	29.1	106.7	31.4	43.0	37.9	64.5	101.0	47.8	48.8	579.2
1986	9.5	76.9	49.9	87.4	94.0	80.3	62.6	25.2	52.4	178.8	107.3	11.2	835.5
1987	22.2	28.8	27.7	127.0	132.1	19.8	64.1	38.7	34.5	127.1	40.1	23.1	685.2
1988	21.2	35.9	28.1	88.3	27.2	49.1	42.3	20.0	0.2	5.7	33.6	3.9	355.5
1989	0.7	61.1	118.9	14.4	91.6	52.6	30.7	16.3	56.0	72.6	66.4	40.6	621.9
1990	17.9	42.8	74.2	70.8	72.1	32.2	26.6	46.2	27.3	122.3	41.8	72.0	646.2
<b>PROMEDI</b>	22.1	44.6	53.3	85.1	79.7	48.6	37.5	36.8	39.3	86.4	63.9	34.7	632.1

**TABLA 8**  
**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS**  
**FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO**  
**SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

TALUD ORIENTACION N 68 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	no	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	no	no	no
D4	230	85	si	no	no	no
D5	251	82	si	no	no	no
D6	50	57	si	no	no	no
D7	305	55	si	no	no	no

Cuña No	falla en cuña					
I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	si	si	si
I5	162	9	no	si	si	si
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	no	no	no
I11	248	82	si	no	no	no
I12	93	48	si	no	no	no
I13	267	48	si	no	no	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	no	no
I17	275	51	si	no	no	no
I18	144	38	si	si	si	si
I19	172	53	si	si	no	no
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	no	no	no
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	no	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	no	no
I27	356	42	si	no	no	no

PLAYACI9.XLS

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t                    40  
Azimut: at                        158  
Friccion                            20



**TABLA 9**  
**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS**  
**FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO**  
**SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

TALUD

ORIENTACION

N 72 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \phi$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	si	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	no	si	no
D4	230	85	si	no	no	no
D5	251	82	si	no	no	no
D6	50	57	si	no	si	no
D7	305	55	si	no	si	no

Cuña No						falla en cuña
I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	no	si	no
I5	162	9	no	si	si	si
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	no	no	no
I11	248	82	si	no	no	no
I12	93	48	si	no	si	no
I13	267	48	si	no	si	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	si	no
I17	275	51	si	no	si	no
I18	144	38	si	si	si	si
I19	172	53	si	si	si	si
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	no	si	no
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	si	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	si	no
I27	356	42	si	no	si	no

PLAYAC1.XLS

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t            70  
Azimut: at                162  
Friccion                    20

**TABLA 10**

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO  
SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

TALUD

ORIENTACION

N 80 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	si	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	si	si	si
D4	230	85	si	no	no	no
D5	251	82	si	no	no	no
D6	50	57	si	no	si	no
D7	305	55	si	no	si	no

Cuña No	falla en cuña					
I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	no	si	no
I5	162	9	no	no	si	no
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	no	no	no
I11	248	82	si	no	no	no
I12	93	48	si	no	si	no
I13	267	48	si	no	si	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	si	no
I17	275	51	si	no	si	no
I18	144	38	si	no	si	no
I19	172	53	si	no	si	no
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	no	si	no
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	si	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	si	no
I27	356	42	si	no	si	no

PLAYAC12.XLS

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t            65  
Azimut: at                200  
Friccion                    20

### TABLA 11

#### ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO SECTOR PLAYON - PLAYITAS

TALUD ORIENTACION N 59 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \phi$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	no	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	si	si	si
D4	230	85	si	si	no	no
D5	251	82	si	no	no	no
D6	50	57	si	no	si	no
D7	305	55	si	no	si	no

Cuña No						falla en cuña
I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	no	si	no
I5	162	9	no	no	si	no
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	no	no	no
I11	248	82	si	no	no	no
I12	93	48	si	no	si	no
I13	267	48	si	no	si	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	si	no
I17	275	51	si	no	si	no
I18	144	38	si	no	si	no
I19	172	53	si	no	si	no
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	no	si	no
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	si	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	si	no
I27	356	42	si	no	si	no

PLAYAC3.XLS

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t                      65  
Azimut: at                            211  
Friccion                                20

**TABLA 12**

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO  
SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

TALUD

ORIENTACION

N 84 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	si	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	no	si	no
D4	230	85	si	no	no	no
D5	251	82	si	no	no	no
D6	50	57	si	no	si	no
D7	305	55	si	no	si	no

Cuña No	falla en cuña					
I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	no	si	no
I5	162	9	no	si	si	si
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	no	no	no
I11	248	82	si	no	no	no
I12	93	48	si	no	si	no
I13	267	48	si	no	si	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	si	no
I17	275	51	si	no	si	no
I18	144	38	si	no	si	no
I19	172	53	si	si	si	si
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	no	si	no
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	si	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	si	no
I27	356	42	si	no	si	no

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t 70  
Azimut: at 174  
Friccion 20

PLAYACH.XLS

**TABLA 13**

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO  
SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

TALUD

ORIENTACION

N 50 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	no	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	si	si	si
D4	230	85	si	si	no	no
D5	251	82	si	no	no	no
D6	50	57	si	no	si	no
D7	305	55	si	no	si	no

Cuña No falta en cuña

I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	no	si	no
I5	162	9	no	no	si	no
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	si	no	no
I11	248	82	si	no	no	no
I12	93	48	si	no	si	no
I13	267	48	si	no	si	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	si	no
I17	275	51	si	no	si	no
I18	144	38	si	no	si	no
I19	172	53	si	no	si	no
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	no	si	no
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	si	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	si	no
I27	356	42	si	no	si	no

PLAYACIS.XLS

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t                    60  
Azimut: at                        220  
Friccion                            20

**TABLA 14**

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO  
SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

TALUD

ORIENTACION

N 30 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	no	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	no	no	no
D4	230	85	si	si	no	no
D5	251	82	si	si	no	no
D6	50	57	si	no	no	no
D7	305	55	si	no	no	no

Cuña No	falta en cuña					
I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	no	si	no
I5	162	9	no	no	si	no
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	si	no	no
I11	248	82	si	si	no	no
I12	93	48	si	no	si	no
I13	267	48	si	no	si	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	no	no
I17	275	51	si	no	no	no
I18	144	38	si	no	si	no
I19	172	53	si	no	no	no
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	si	si	si
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	no	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	no	no
I27	356	42	si	no	si	no

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t 50  
Azimut: at 240  
Friccion 20

PLAYAC6.XLS



**TABLA 15**

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO  
SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

TALUD

ORIENTACION

N 76 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	si	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	no	si	no
D4	230	85	si	no	no	no
D5	251	82	si	no	no	no
D6	50	57	si	no	si	no
D7	305	55	si	no	si	no

Cuña No						falla en cuña
I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	no	si	no
I5	162	9	no	si	si	si
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	no	no	no
I11	248	82	si	no	no	no
I12	93	48	si	no	si	no
I13	267	48	si	no	si	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	si	no
I17	275	51	si	no	si	no
I18	144	38	si	no	si	no
I19	172	53	si	si	si	si
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	no	si	no
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	si	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	si	no
I27	356	42	si	no	si	no

PLAYAC07.XLS

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t            61  
Azimut: at                166  
Friccion                    20

**TABLA 16**  
**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS**  
**FALLA PLANAR Y EN CUÑA - TALUDES DE DISEÑO**  
**SECTOR PLAYON - PLAYITAS**

TALUD

ORIENTACION

N 43 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E	113	13	no	no	si	no
D1	180	87	si	no	no	no
D2	0	86	si	no	no	no
D3	215	58	si	si	si	si
D4	230	85	si	si	no	no
D5	251	82	si	no	no	no
D6	50	57	si	no	si	no
D7	305	55	si	no	si	no

Cuña No

falla en cuña

I1	91	12	no	no	si	no
I2	89	12	no	no	si	no
I3	123	13	no	no	si	no
I4	141	12	no	no	si	no
I5	162	9	no	no	si	no
I6	132	12	no	no	si	no
I7	33	2	no	no	si	no
I8	90	0	no	no	si	no
I9	268	36	si	no	si	no
I10	233	85	si	si	no	no
I11	248	82	si	no	no	no
I12	93	48	si	no	si	no
I13	267	48	si	no	si	no
I14	272	32	si	no	si	no
I15	292	79	si	no	no	no
I16	85	52	si	no	si	no
I17	275	51	si	no	si	no
I18	144	38	si	no	si	no
I19	172	53	si	no	si	no
I20	127	19	no	no	si	no
I21	258	44	si	no	si	no
I22	292	79	si	no	no	no
I23	320	0	no	no	si	no
I24	313	55	si	no	si	no
I25	337	25	si	no	si	no
I26	331	52	si	no	si	no
I27	356	42	si	no	si	no

D: Diaclasa  
E: Estratos

Buzamiento t            67  
Azimut: at                227  
Friccion                    20

PLAYAC8.XLS





## TABLA 18

### ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS FALLA POR VOLTEO SECTOR PLAYON - PLAYITAS

TALUD No

3

ORIENTACION

N 59 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E	113	13	no	no	no
D1	180	87	no	si	no
D2	0	86	no	si	no
D3	215	58	no	si	no
D4	230	85	no	si	no
D5	251	82	no	si	no
D6	50	57	no	si	no
D7	305	55	no	si	no

D: Diaclasa

Buzamiento t

65

E: Estratos

Azimut: at

211

Friccion

20

TALUD No

4

ORIENTACION

N 84 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E	113	13	no	no	no
D1	180	87	no	si	no
D2	0	86	no	si	no
D3	215	58	no	si	no
D4	230	85	no	si	no
D5	251	82	no	si	no
D6	50	57	no	si	no
D7	305	55	no	si	no

PLY2ACIN.XLS

D: Diaclasa

Buzamiento t

70

E: Estratos

Azimut: at

174

Friccion

20

## TABLA 19

### ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS FALLA POR VOLTEO SECTOR PLAYON - PLAYITAS

TALUD No

5

ORIENTACION

N 50 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E	113	13	no	no	no
D1	180	87	no	si	no
D2	0	86	no	si	no
D3	215	58	no	si	no
D4	230	85	no	si	no
D5	251	82	no	si	no
D6	50	57	no	si	no
D7	305	55	no	si	no

D: Diaclasa

Buzamiento t

60

E: Estratos

Azimet: at

220

Friccion

20

TALUD No

6

ORIENTACION

N 30 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E	113	13	no	no	no
D1	180	87	no	si	no
D2	0	86	no	si	no
D3	215	58	no	no	no
D4	230	85	no	si	no
D5	251	82	no	si	no
D6	50	57	no	no	no
D7	305	55	no	no	no

PLY3ACIN.XLS

D: Diaclasa

Buzamiento t

50

E: Estratos

Azimet: at

240

Friccion

20



## TABLA 21

### ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS FALLA POR VOLTEO SECTOR PLAYON - PLAYITAS

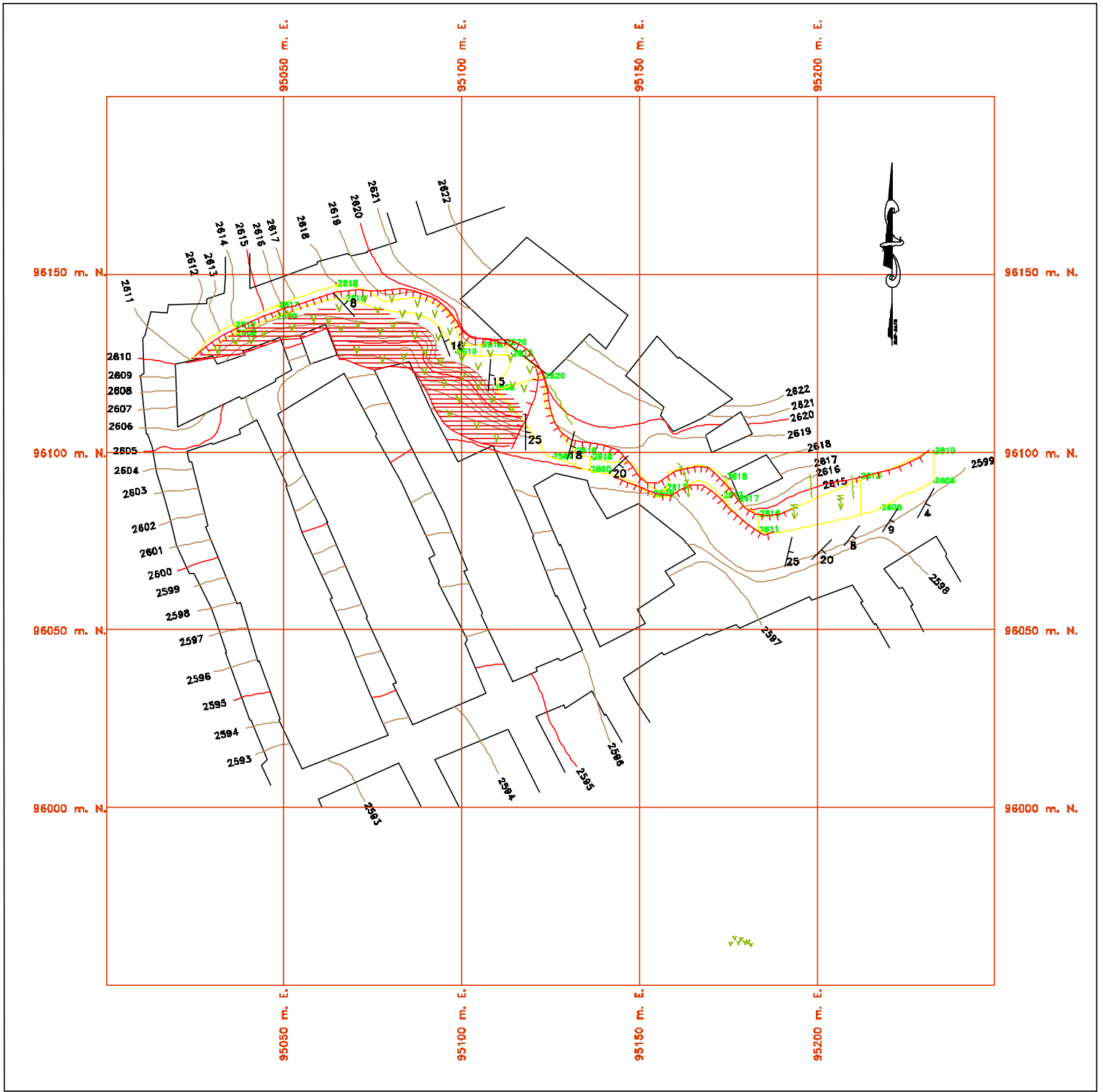
TALUD No                      9                      ORIENTACION                      N 68 E


Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E	113	13	no	no	no
D1	180	87	no	si	no
D2	0	86	no	si	no
D3	215	58	no	no	no
D4	230	85	no	si	no
D5	251	82	no	si	no
D6	50	57	no	no	no
D7	305	55	no	no	no

PLY5ACIN.XLS

D: Diaclasa	Buzamiento t	40
E: Estratos	Azimet: at	158
	Friccion	20

## PLANOS




**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERÍA Y GEOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN GENERAL**  
 Subprograma de Geología, Eléctrica y Sismología


**ESTUDIO GEOTÉCNICO DETALLADO**  
**SECTOR PLAYON PLAYITAS**

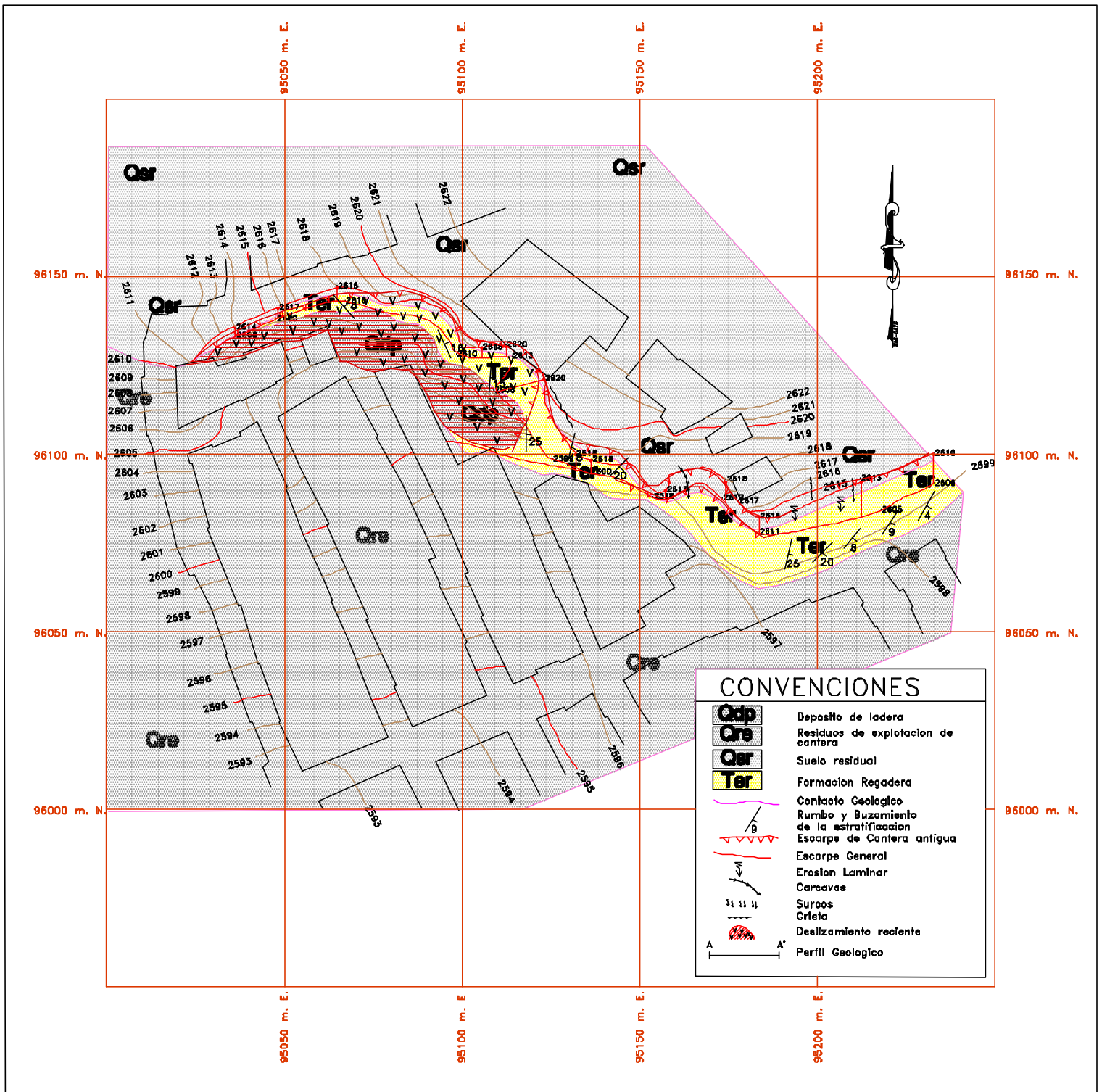
**TOPOGRAFIA**

  
 ESCALA 1 : 1000

DIBUJO INGENIERIA GEOAMBIENTAL	PLANO No.
AUTOR INGENIERIA GEOAMBIENTAL	FECHA NOVIEMBRE DE 1995

**CONVENCIONES**

ALCANTARILLA AREA CONSTRUIDA BOCA TEMA CARREREN PAVIMENTADA CARRETERA SIN PAVIMENTAR CANAL CURVA DE NIVEL INDICE SIVIERO RIO O QUEBRADA	
---	---



### CONVENCIONES

	Deposito de ladera
	Residuos de explotacion de cantera
	Suelo residual
	Formacion Regadera
	Contacto Geologico
	Rumbo y Buzamiento de la estratificacion
	Escarpa de Cantera antigua
	Escarpe General
	Erosion Laminar
	Carcavas
	Surcos
	Crista
	Deslizamiento reciente
	Perfil Geologico

**INSTITUTO GEOTECNICO DE GUATEMALA**  
 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION CENTRAL  
 DIVISION DE GEOMORFOLOGIA Y GEOTECNICA

**ESTUDIO GEOTECNICO DETALLADO**  
**SECTOR PLAYON PLAYITAS**

**MAPA GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO**

ESCALA 1 : 2000

DEBUIO INGENIERIA GEOMORFOLOGICA	PLANO No.
AUTOR, INGENIERIA GEOMORFOLOGICA	FECHA, NOVIEMBRE DE 1983

CONVENCIONES

ALCANTARILLA	
AREA CONSTRUIDA	
BARRERA	
CARRIZERA PAVIMENTADA	
CARRIZERA SIN PAVIMENTAR	
CANAL	
CURVA DE NIVEL INICE	
FIN DE CURVA	



**PLANO N° 3**  
**(No se encuentra disponible en medio magnético)**

## ANEXOS

ANEXO 1.  
CANTIDADES DE OBRA



MEDIDAS DE CANTIDAD DE OBRA  
 OBRA : PLAYON PLAYITAS  
 PLANO : Nº 3  
 EJECUTANTE : INGENIERIA GEOMBIENTAL  
 FECHA : ABRIL 1996

HOJA No. DE

1	2	3	4	1	2	3	4
			1) EXCAVACION MATERIAL				
1	12		INTERMEDIO				
	235	2820	m <sup>3</sup> Perfilado Talud.				
2	1	2	• Cojos				
			• Remover Material				
1	72						
	25	1800	m <sup>3</sup>				
		4622	m <sup>3</sup>				
			2) CONCRETO f'c = 2500 psi				
			• Cojos A-L.L.				
2	0.6	1.2	m <sup>3</sup>				
			• Cuneto interceptora.				
1	1.7						
	0.10						
	258	43.9	m <sup>3</sup>				
		45.1	m <sup>3</sup>				
			3) RECEBO COMPACTADO				
			• Cuneto interceptora.				
1	1.7						
	0.10						
	258	43.9	m <sup>3</sup>				

ANEXO 2.

**PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II**  
**SITIO PLAYON PLAYITAS**  
Presupuesto Aproximado según Medidas Correctivas

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	valor total (Millones de \$)
1	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	4,622.00	14,071.00	65.04
2	Concreto 2500 psi	m <sup>3</sup>	45.10	104,748.00	4.72
3	Recebo Compactado	m <sup>3</sup>	43.90	14,798.00	0.65
SUBTOTAL					70.41
A.I.U.(25%)					17.60
TOTAL					88.01

PRE-PLAY.XLS

NOTA: Estos precios no incluyen I.V.A.