

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA
DE BAHIA SOLANO**

VOLUMEN 2 DE 3

1993

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S.A.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MME
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - ICEL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE BAHIA
SOLANO - CHOCO

VOLUMEN II DE III

ANEXO 1: Componente Físico
ANEXO 2: Laboratorios

STRYCON LTDA
Ingenieros Consultores
Calle 137 No. 19A- 11, Tel. 2749495, Santa Fe de Bogotá, D.C.
Julio, 1993

333.914
F521e6d
Vol II y III
1993.

(229-230)
230

TABLA GENERAL

VOLUMEN 1

TEXTO DEL INFORME:

- Capítulo 1.0: Estudio del proceso de energía
- Capítulo 2.0: Descripción del proyecto
- Capítulo 3.0: Area de influencia
- Capítulo 4.2: Componente Biótico
- Capítulo 4.3: Componente socio-económico
- Capítulo 5.0: Identificación efectos ambientales
- Capítulo 6.0: Evaluación efectos ambiente.
- Capítulo 7.0: Control ambiental.
- Capítulo 8.0: Monitoría ambiental

VOLUMEN 2

ANEXO 1

- Capítulo 4.1: Componente Físico
- Apéndice 1 : Hidrología
- Apéndice 2 : Geología, Geomorfología, Suelos.
- Apéndice 3 : Biofisiografía

ANEXO 2 Laboratorios.

VOLUMEN 3

ANEXO 3 Planos

ANEXO 4 Conceptos Jurídicos

ANEXO 5 Encuestas

ANEXO 6 Registro fotográfico.

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S.A.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MME
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - ICEL

333.914
S928e
Ej.1

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE BAHIA
SOLANO - CHOCO

VOLUMEN II DE III

ANEXO 1: Componente Físico
 Apéndice 1: Hidrología
 Apéndice 2: Geología, Geomorfología - Suelos
 Apéndice 3: Biofisiografía

ANEXO 2: Laboratorios

STRYCON LTDA
Ingenieros Consultores
Calle 137 No. 19A- 11, Tel. 2749495, Santa Fe de Bogotá, D.C.
Julio, 1993

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

HIDROLOGIA

CONTENIDO

	Pag. No.
INDICE	i
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE GRAFICAS	ix
1.0 INTRODUCCION	1
2.0 RECOLECCION DE INFORMACION EXISTENTE	1
3.0 ACTUALIZACION DEL ANALISIS HIDROLOGICO	2
3.1 Criterios de Diseño Hidrológico	2
3.1.1 Curva de Duración de Caudales Medios Diarios	2
3.2 Caudales Maximos de la Quebrada Mutatá	3
3.3 Caudales Mínimos	4
3.4 Caudales Promedios Multianuales Desviados	5

4.0 EVALUACION, DIAGNOSTICO Y RESULTADOS

5

4.1 Curvas de Duración

5

4.2 Caudales Máximos

6

4.3 Caudales Mínimos

6

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO
ACTUALIZACION DEL ANALISIS HIDROLOGICO

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No. 1: Curva Duración - Chanco Las Peñas

FIGURA No. 2: Curva Duración - Azul Guaciruma

FIGURA No. 3: Curva Duración - Caudales Específicos

FIGURA No. 4: Curva Duración - Mutatá Bocatoma

FIGURA No. 5: Curva Duración - Mutatá Bocatoma

FIGURA No. 6: Curva Duración - Mutatá Bocatoma

FIGURA No. 7: Curva Duración - Mutatá Bocatoma

FIGURA No. 8: Curva Duración - Mutatá Bocatoma

FIGURA No. 9: Curva Duración - Mutatá Bocatoma

FIGURA No. 10: El Tábano - Distribución Porcentual Media

FIGURA No. 11: Quebrada Mutatá - Bocatoma TR = 2 Años

FIGURA No. 12: Quebrada Mutatá - Bocatoma TR = 5 Años

FIGURA No. 13: Quebrada Mutatá - Bocatoma TR = 10 Años

FIGURA No. 14: Quebrada Mutatá - Bocatoma TR = 20 Años

FIGURA No. 15: Quebrada Mutatá - Bocatoma TR = 50 Años

FIGURA No. 16: Quebrada Mutatá - Bocatoma TR = 100 Años

FIGURA No. 17: Quebrada Mutatá - Bocatoma TR = 1000 Años

FIGURA No. 18: Curva Duración Promedia - Mutatá Bocatoma

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH

MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

ACTUALIZACION DEL ANALISIS HIDROLOGICO

LISTA DE CUADROS

CUADRO No. 1: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Estación Azul Guaciruma, Período 1981 - 1991.

CUADRO No. 2: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Chancos Las Peñas, Período 1981 - 1991.

CUADRO No. 3: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Río Mutatá - Estación Bocatoma.

CUADRO No. 3A: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Río Mutatá - Estación Bocatoma.

CUADRO No. 4: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Río Mutatá - Estación Bocatoma.

CUADRO No. 5: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Estación Azul Guaciruma - Período 1981 - 1991.

CUADRO No. 6: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Estación Chancos Las Peñas - Período 1981 - 1991.

CUADRO No. 7: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Río Mutatá - Estación Bocatoma.

CUADRO No. 8: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Río Mutatá - Estación Bocatoma.

CUADRO No. 9: Curva de Duración de Caudales Promedios Diarios, Río Mutatá - Estación Bocatoma.

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH

MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

ACTUALIZACION DEL ANALISIS HIDROLOGICO

LISTA DE TABLAS

TABLA No. 1: Tiempos de Concentración en Horas - Río Mutatá.

TABLA No. 2: Estudios de Frecuencias de Precipitación Máxima en 24 Horas en mm - Estación Panamericana.

TABLA No. 3: Distribución Porcentual de la Lluvia - Estación El Tábano.

TABLA No. 4: Distribución Porcentual de la Lluvia - Estación El Tábano.

TABLA No. 5: Distribución Porcentual de la Lluvia - Estación 0.

TABLA No. 6: Distribución Porcentual de la Lluvia - Estación El Tábano.

TABLA No. 7: Valores del Hidrograma de Creciente Calculada por el Método del S.C.S. - Río Mutatá.

TABLA No. 8: Valores del Hidrograma de Creciente Calculada por el Método de S.C.S. - Río Mutatá.

TABLA No. 9: Valores del Hidrograma de Creciente Calculada por el Método de S.C.S. - Río Mutatá.

TABLA No. 10: Valores del Hidrograma de Creciente Calculada por el Método de S.C.S. - Río Mutatá.

TABLA No. 11: Valores del Hidrograma de Creciente Calculada por el Método de S.C.S. - Río Mutatá.

TABLA No. 12: Valores del Hidrograma de Creciente Calculada por el Método de S.C.S. - Río Mutatá.

TABLA No. 13: Valores del Hidrograma de Creciente Calculada por el Método de S.C.S. - Río Mutatá.

TABLA No. 14: Río Chancos Las Peñas - Caudales Mínimos.

TABLA No. 15: Río Azul Guaciruma - Caudales Mínimos.

TABLA No. 16: Quebrada Mutatá Bocatoma - Caudales Mínimos.

TABLA No. 17: Quebrada Mutatá Bocatoma - Caudales Mínimos.

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH

MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

ACTUALIZACION DEL ANALISIS HIDROLOGICO

LISTA DE GRAFICAS

GRAFICA No. 1: Precipitación.

GRAFICA No. 2: Número de Días con Precipitación.

GRAFICA No. 3: Precipitación Máxima en 24 Horas.

GRAFICA No. 4: Nubosidad.

GRAFICA No. 5: Temperatura.

GRAFICA No. 6: Brillo Solar.

GRAFICA No. 7: Evaporación Total.

GRAFICA No. 8: Humedad Relativa.

GRAFICA No. 9: Punto de Rocio.

GRAFICA No. 10: Tensión del Viento.

GRAFICA No. 11: Velocidad del Viento.

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH

MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

HIDROLOGIA

1.0 INTRODUCCION

En el presente informe se recolecta y procesa la información hidrológica básica necesaria, para revisar y actualizar las caracterizaciones en el municipio de Bahía Solano, Departamento del Chocó, para su aprovechamiento hidroeléctrico.

2.0 RECOLECCION DE LA INFORMACION EXISTENTE

Debido a la ausencia de estaciones hidrométricas en proximidades de la zona del proyecto, hace necesario efectuar correlaciones con otras estaciones localizadas en cuencas cercanas, tal como fue presentado el estudio por la firma Consultoría y Sistemas Ltda, en Enero de 1981, para el desarrollo de la Quebrada Mutatá complementada con información tomada temporalmente en campo.

El presente análisis no incluye nueva información de campo, y para el ajuste y actualización del diseño, STRYCON LTDA ha considerado dos nuevas estaciones hidrométricas que pertenecen a la cuenca del río Calima, denominadas Río Chanco - Las Peñas y Río Azul - Guaciruma, con una extensión de 38.1 Km^2 y 68.6 Km^2 respectivamente; la lluviosidad anual de las cuencas es de 7900 mm y 4130 mm y están localizadas a 380 m.s.n.m. y 534 m.s.n.m., características que hacen de ellas un buen elemento para el análisis hidrológico complementario. Para obtener estos resultados, se recolectó y procesó información de estas estaciones para el período comprendido entre 1981 y 1991, como se muestra en las Tablas 1 a 17 y Cuadros 1 a 9. A manera informativa, las gráficas 1 a 11, resumen las características climatológicas de la estación Panamericana, localizada en Bahía Solano.

3.0 ACTUALIZACION DEL ANALISIS HIDROLOGICO

3.1 Criterios de Diseño Hidrológico

Las evaluaciones hidrológicas complementarias se apoyan fundamentalmente en el hecho de que la cuenca de la Quebrada Mutatá tiene un comportamiento hidrológico similar al de cuencas vecinas. Esta similitud se deriva de la posición espacial y climática de la cuenca y de otras características fisiográficas como: el área, cobertura, tipo de suelo, pendiente, etc. Las cuencas utilizadas para la nueva evaluación son las de los ríos Chanco y Azul de la cuenca del río Calima con registros en la estación Las Peñas y Guaciruma respectivamente, las cuales se ajustan al supuesto básico de diseño hidrológico.

Este criterio es válido para la determinación de la curva de duración de caudales medios diarios y para el análisis de caudales de estiaje.

Este criterio es la base en las evaluaciones hidrológicas relacionadas con curvas de duración de caudales medios diarios, caudales máximos y caudales mínimos.

3.1.1 Curva de Duración de Caudales Medios Diarios

La Curva de duración de caudales de una corriente es el principal elemento de la caracterización de la cuenca e indica el porcentaje del tiempo en que un caudal es igualado o superado.

La curva de duración de la quebrada Mutatá para el sitio de la bocatoma cuya área de drenaje es de 9.8 Km^2 , se determinó con base en dos procedimientos.

a. Rendimientos Específicos

Teniendo en cuenta que los ríos Chanco y Río Azul, de la cuenca del río Calima presentan características climatológicas y fisiográficas muy parecidas a las de la quebrada Mutatá, se determinaron los caudales específicos para cada una de estas corrientes. Las Figuras 1 y 2 y los Cuadros 1 y 2 presentan la distribución de la duración del río Chanco y Azul respectivamente y la Figura 3 la curva de duración de los caudales específicos para las mismas corrientes.

La curva de duración de la Quebrada Mutatá se obtiene al promediar la distribución de los caudales específicos del río Chanco y río Azul y multiplicarla por el área de la Quebrada Mutatá. En las Figuras 4, 5, 6 y en Cuadros 3 y 4, se muestra la curva de duración de caudales promedios diarios obtenida a partir de los caudales específicos del río Chanco - La Peñas, río Azul - Guaciruma y promedio.

b. Curva de Duración Normalizadas

Para confrontar la metodología de los caudales específicos se desarrolló otro procedimiento basado en la determinación del caudal medio de la Quebrada Mutatá por un modelo desarrollado para cuencas pequeñas para la firma Mejía, Millan & Perry y utilizado en evaluaciones hidrológicas en cuencas sin información en el Valle del Cauca.

La expresión relaciona el caudal medio multianual con la precipitación media multianual, la temperatura y el área; dicha expresión es la siguiente:

$$Q = 1.266 \times 10^{-7} \times A \times P^{1.473} \times T^{0.4}$$

El caudal medio para la Quebrada Mutatá calculado de esta manera es de 1.34 m³/s. Normalizando, las curvas de duración de las corrientes de los ríos Chanco y Azul y multiplicando por el caudal medio multianual de la Quebrada Mutatá se obtiene la curva de duración de esta corriente.

En las Figuras 7, 8, y 9, se presentan las curvas de duración de la Quebrada Mutatá en bocatoma a partir de la curva normalizada de río Azul-Guaciruma, Chanco - Las Peñas y promedio. Los Cuadros 5, 6, 7, 8 y 9 presentan la información de las curvas normalizadas y curva de duración de Mutatá normalizadas.

3.2 Caudales Máximos de la Quebrada Mutatá

Al no existir ninguna estación de registro hidrológico en la Quebrada Mutatá, se adoptó como metodología para la determinación de caudales máximos el método

del Soil Conservation Service, el cual utiliza información fisiográfica (cobertura, tipo de suelo, pendiente y longitud y del cauce) e información climatológica de la cuenca para el cálculo del hidrograma de creciente.

La información de entrada es la siguiente:

Area	: 9.8 (Km ²)
Longitud	: 5.2 kms
Pendiente	: 2.269 %
Número de escurrimiento	: 63

Para el cálculo del tiempo de concentración se usaron los métodos que se indican en la Tabla 1. La precipitación utilizada corresponde a la Estación Panamericana, localizada en Bahía Solano. El análisis de frecuencias de lluvias se realizó por tres métodos Gumbel Ln-Ln, N.A.S.H. y log-normal. En la Tabla 2 se muestran los resultados y la serie de máximos utilizada.

Se adoptó como distribución típica de la lluvia, la deducida de los eventos registrados en la estación el Tábano de la cuenca del río Calima.

Los eventos utilizados se presentan en las Tablas 3, 4, 5 y 6. La distribución porcentual de la lluvia en el tiempo se muestra en la Figura 10.

Los hidrogramas tabulados y su representación gráfica puede apreciarse en las Tablas del 7 al 13 y en las Figuras del 11 al 17.

3.3 Caudales Mínimos

Para la determinación de los caudales mínimos extremos se siguió una metodología basada en los caudales específicos de las cuencas citadas. En este caso se hizo un análisis de las series anuales extremas de estiaje de los ríos Azul (Guaciruma) y Chanco (Las Peñas) y se hizo un análisis de frecuencia con las distribuciones más usadas como son: Gumbel (Ln-Ln), Gumbel (Exponencial) y log normal.

Los resultados del análisis se indican en las Tablas 14 y 15 para el río Azul y Chanco. Se adoptó la corriente con caudales específicos más bajos para proponer la correspondiente a la Quebrada Mutatá la cual se presenta en la Tabla 16.

3.4 Caudales Promedios Multianuales Desviados

Dependiendo de la altura de la presa (nivel del agua en el embalse) medida sobre la clave del tubo de conducción se tendrá un mayor o menor valor de caudal máximo derivado. El valor promedio multianual desviado será la integral de función de distribución del caudal en el tiempo (medido como porcentaje) entre cero y el caudal máximo desviado.

El caudal medio para diferentes caudales máximos desviados se indica en la Tabla 17.

4.0 EVALUACION, DIAGNOSTICO Y RESULTADOS

Los resultados de las evaluaciones son consistentes con las mediciones de campo realizadas por la firma Consultoría y Sistemas Ltda. lo cual brinda la confiabilidad necesaria para los análisis de energía tanto media como firme (la del 99% del tiempo), así como, los cálculos económicos.

4.1 Curvas de Duración

El caudal promedio multianual obtenido por caudales específicos (aproximadamente el 50% del tiempo $1.688 \text{ m}^3/\text{s}$) y el caudal obtenido por la ecuación regional ($Q = 1.266 \times 10^{-7} \times AP^{1.473} \times T^{0.4}$) de $1.34 \text{ m}^3/\text{s}$ son valores que desde el punto de vista hidrológico indican la bondad de los métodos. El promedio de estos dos resultados $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ es un valor apropiado para las evaluaciones de energía.

La distribución en el tiempo de los caudales de la Quebrada Mutatá puede adoptarse las Curvas promedias de las estaciones Chanco - Las Peñas y Azul - Guaciruma obtenida por caudales específicos y normalizados (Figura 18).

4.2 Caudales Máximos

La metodología empleada para la estimación de los caudales máximos método del Soil Conservation Service ha dado resultados confiables en cuencas pequeñas. Se considera que los valores se compadecen con el único hidrograma registrado (Octubre 24 de 1979), día en el cual se registró una precipitación máxima en 24 horas de 40 mm y un caudal máximo de $6 \text{ m}^3/\text{s}$. En la estación Panamericana se tiene registros de 400 mm. de 1940.

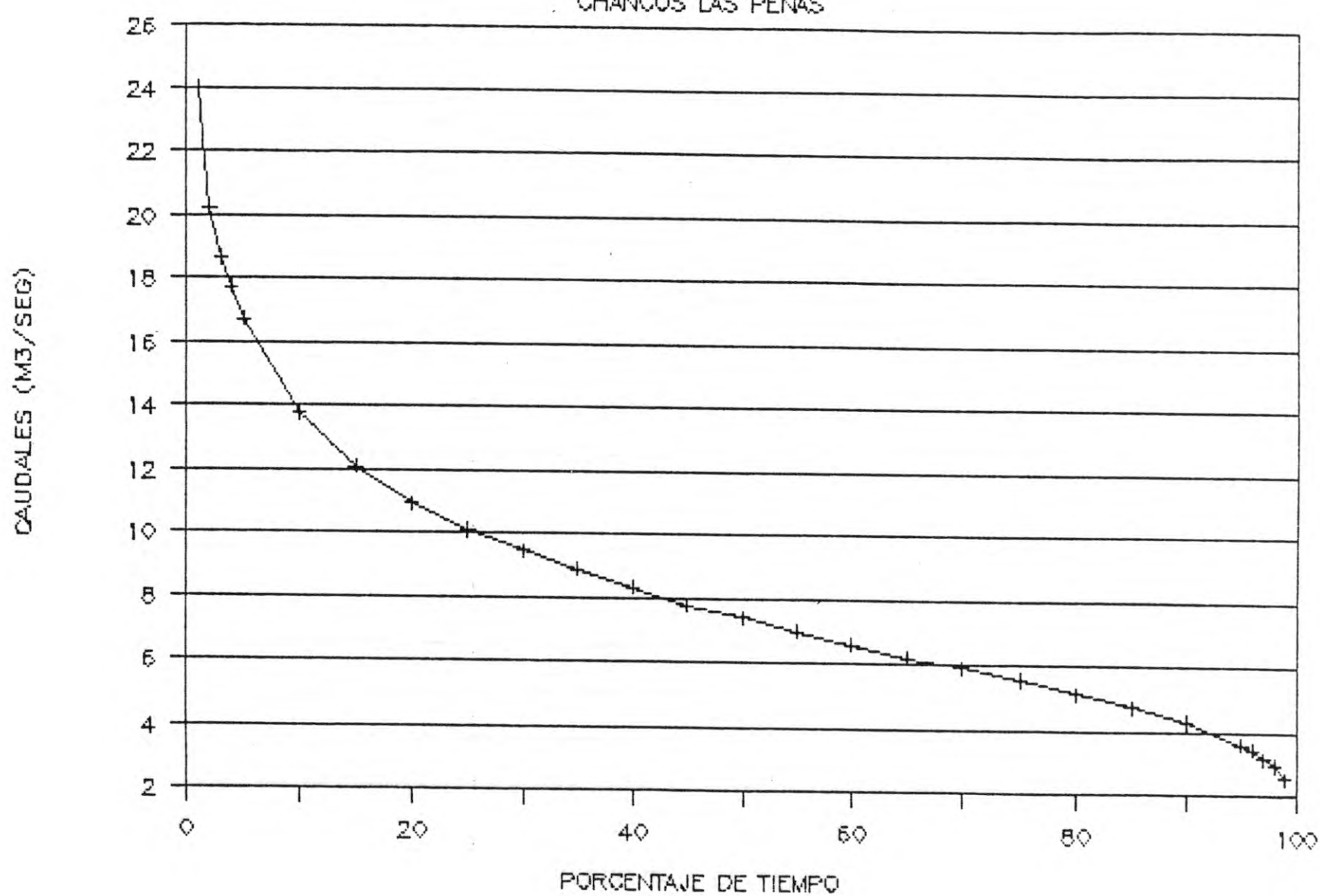
4.3 Caudales Mínimos

A los caudales de estiaje como a los máximos debe asignarse un período de recurrencia media para que tengan un sentido hidrológico. Los caudales deducidos mediante el análisis de frecuencia de caudales específicos de la estación Río Azul - Guaciruma se los considera conservadores y puede utilizarse para la estimación de las energías críticas.

FIGURAS

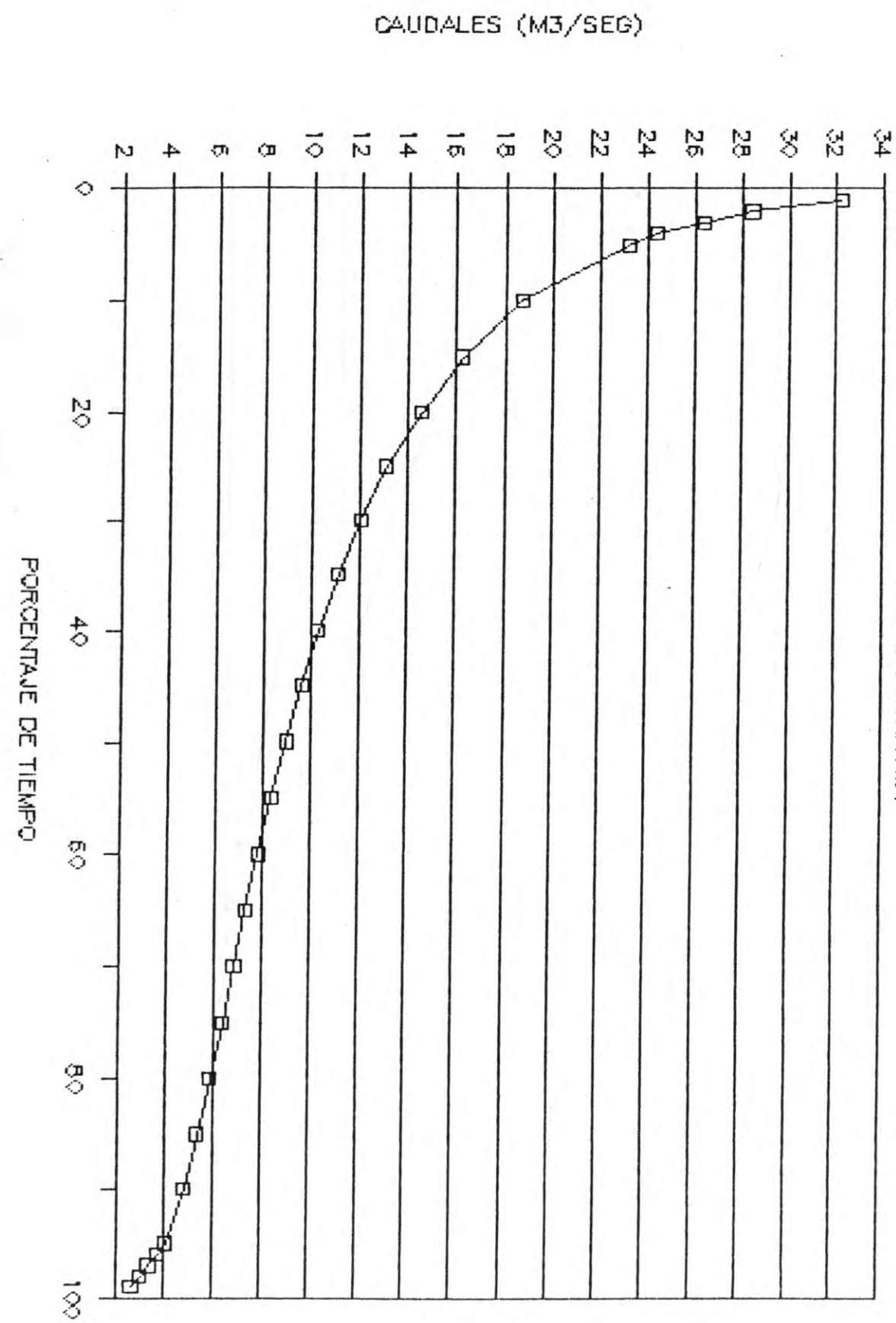
CURVA DURACION

CHANCOS LAS PENAS



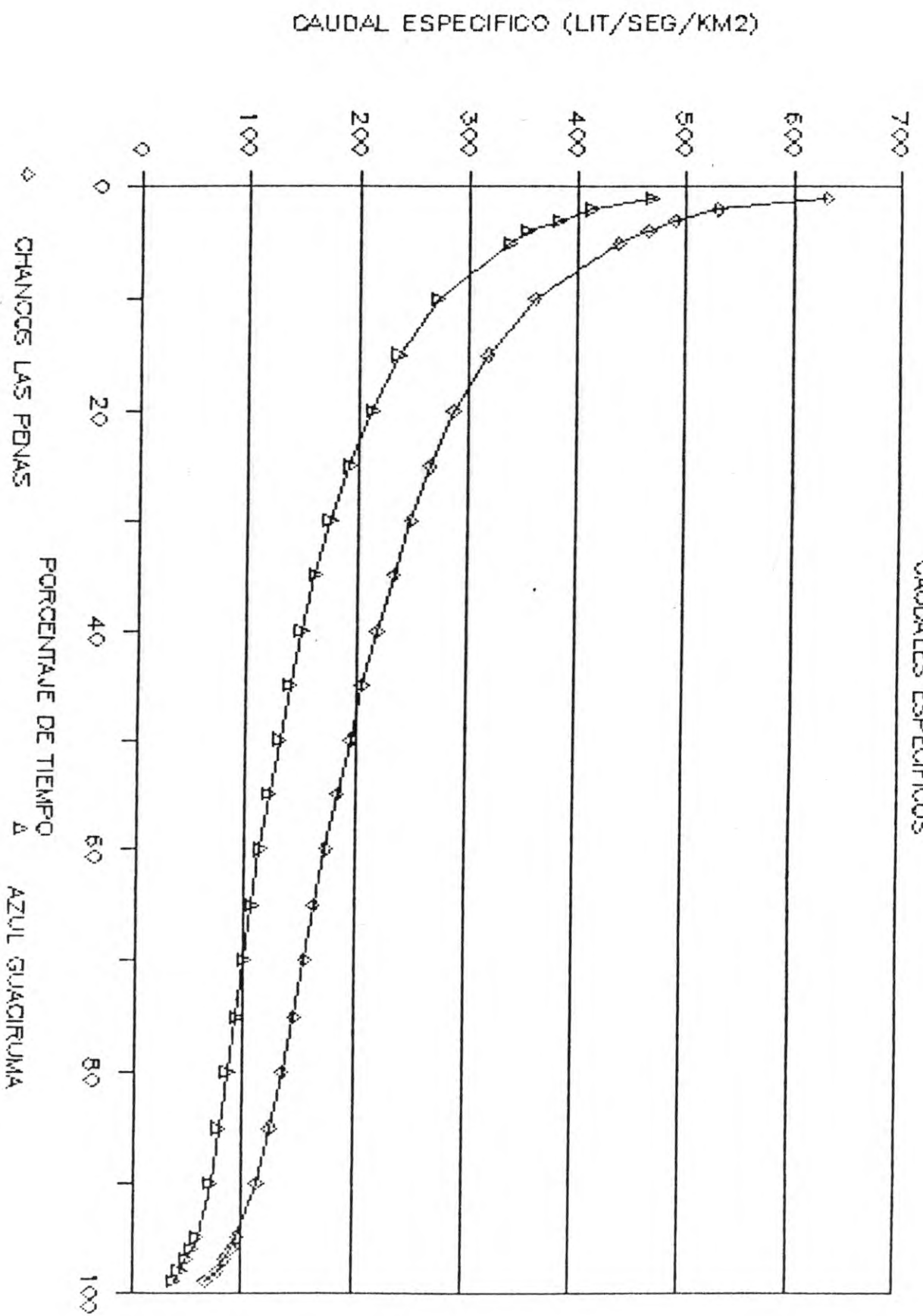
CURVA DURACION

AZUL GUACIRUMA



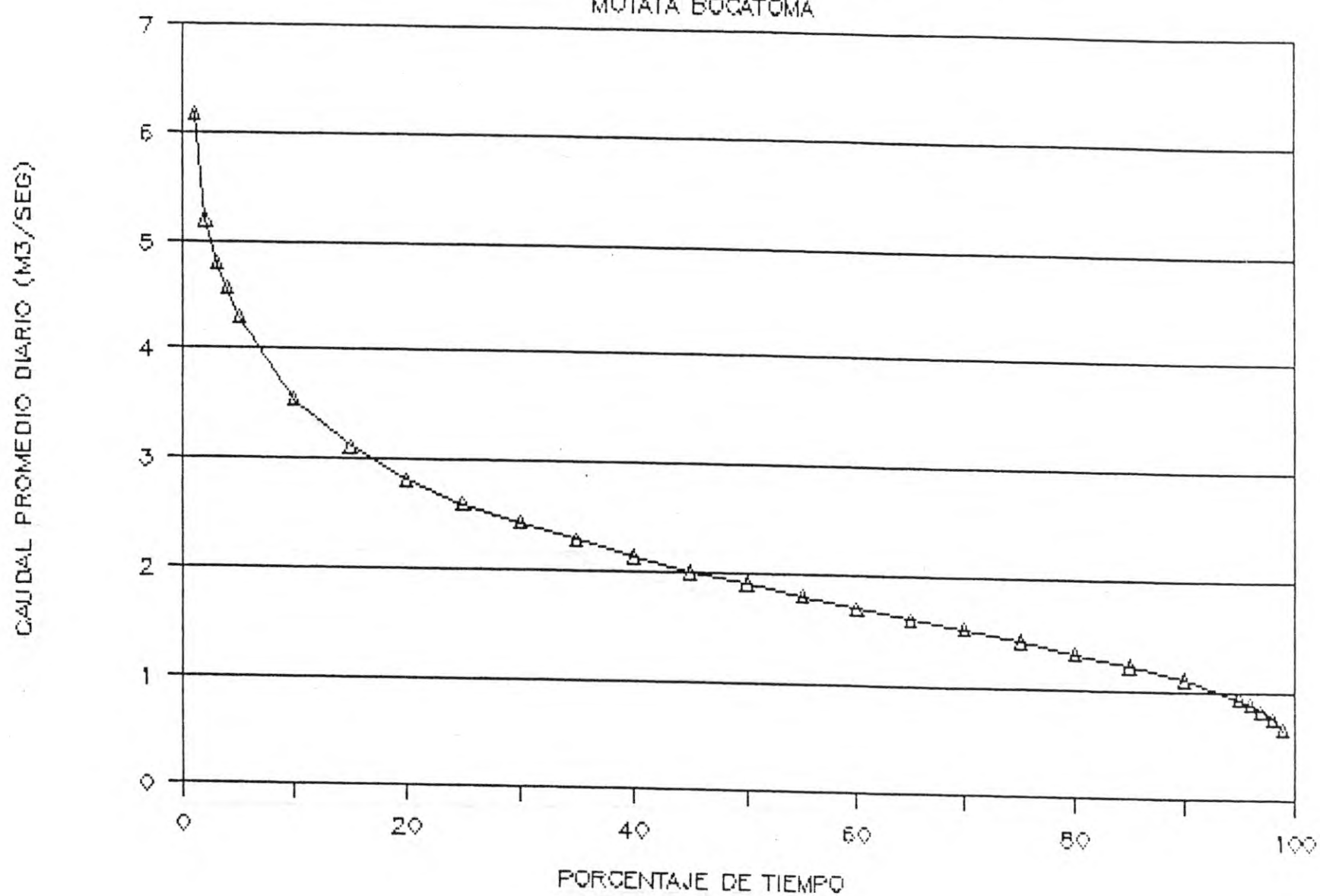
CURVA DURACION

CAUDALES ESPECIFICOS



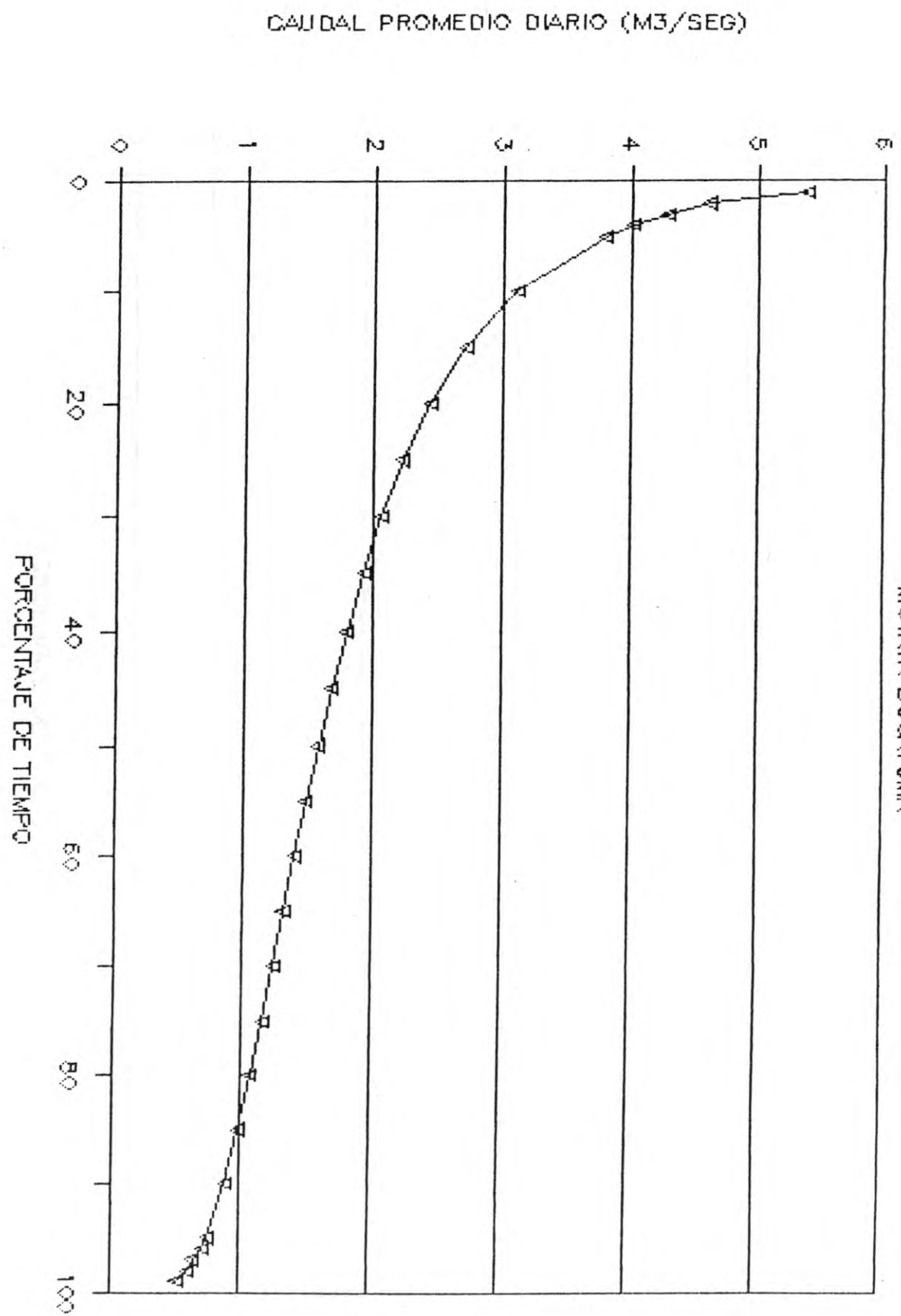
CURVA DURACION

MUTATA BOCATOMA

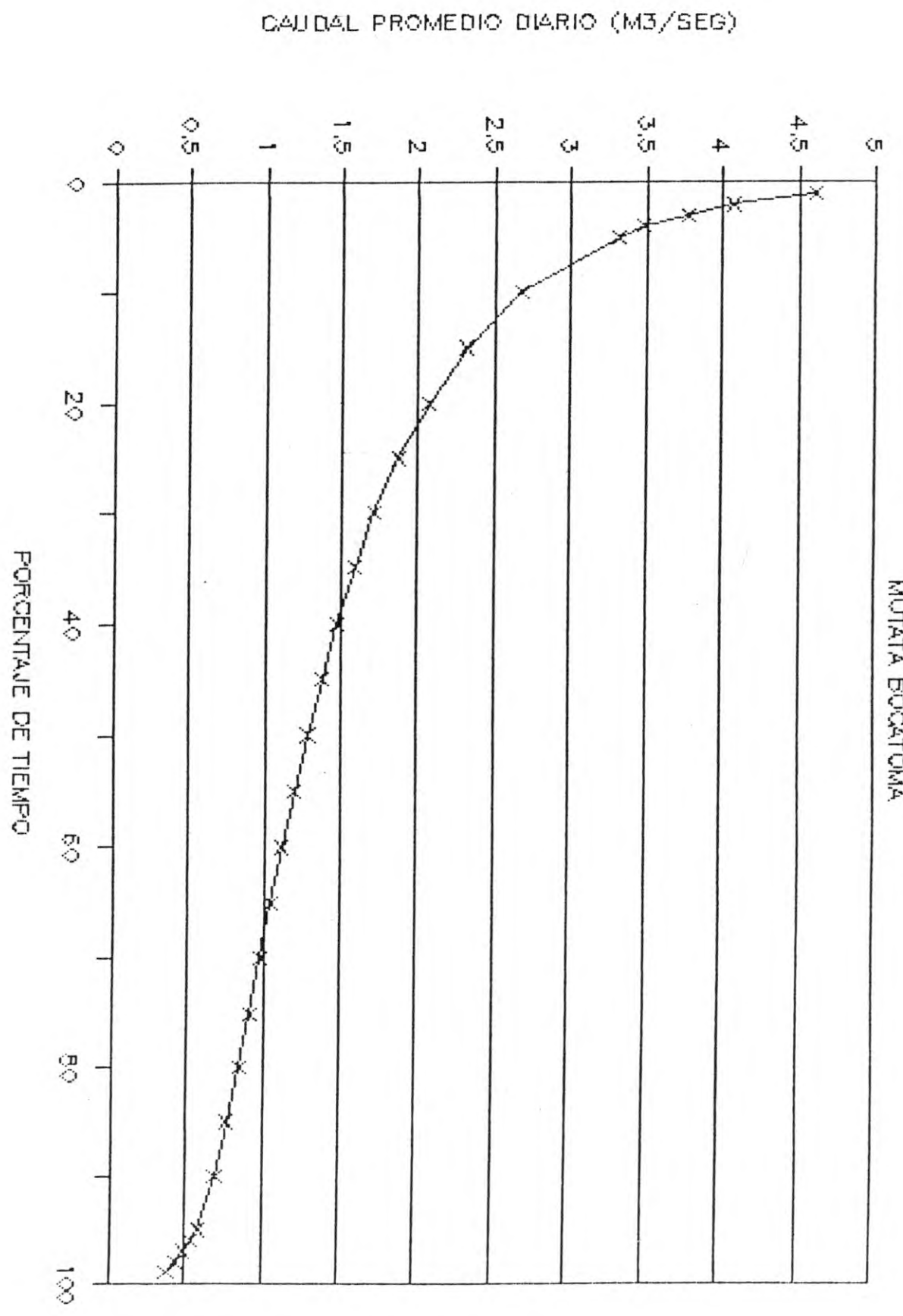


CURVA DURACION

MUTATA BOGATOMA

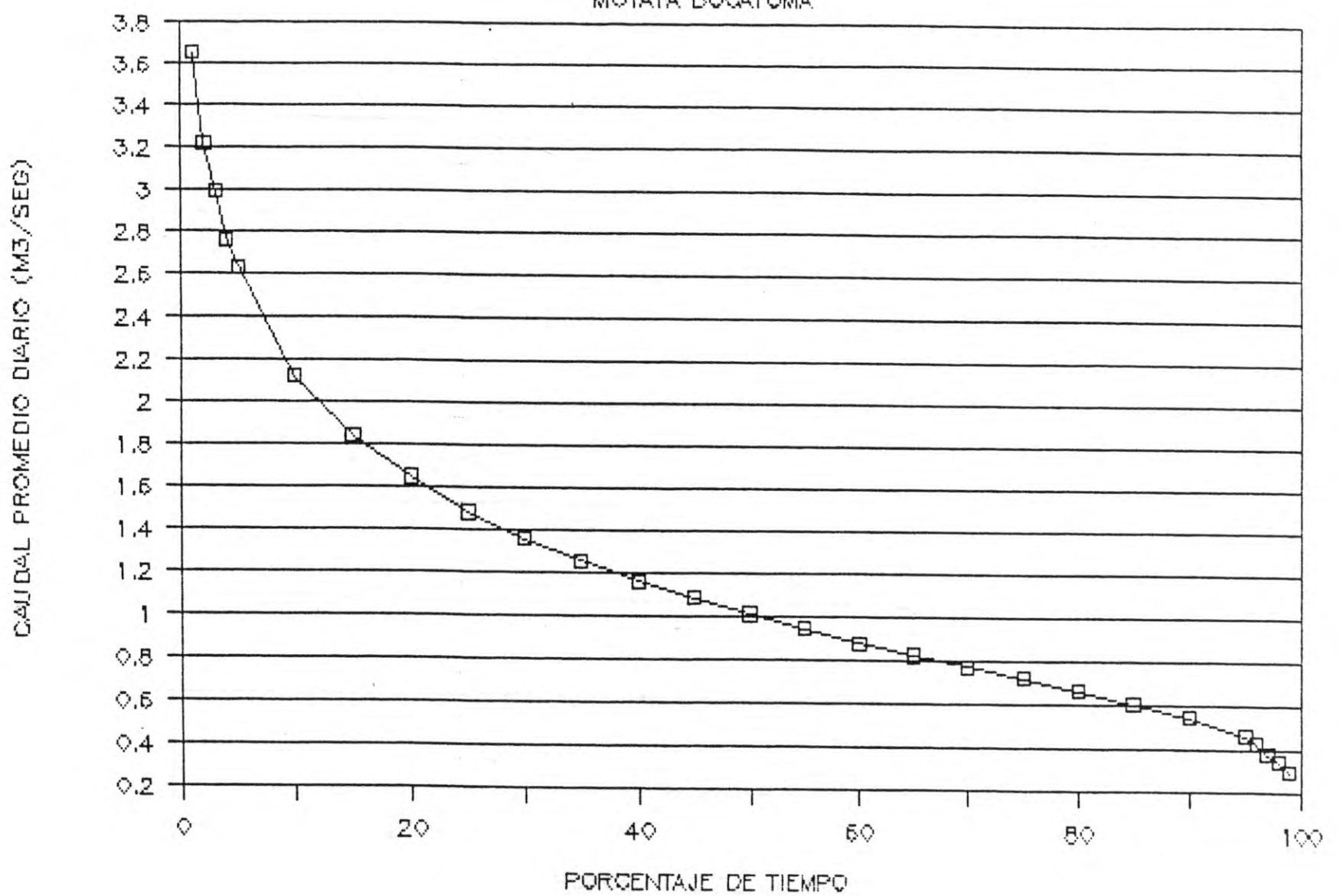


CURVA DURACION MUTATA BOCATOMA

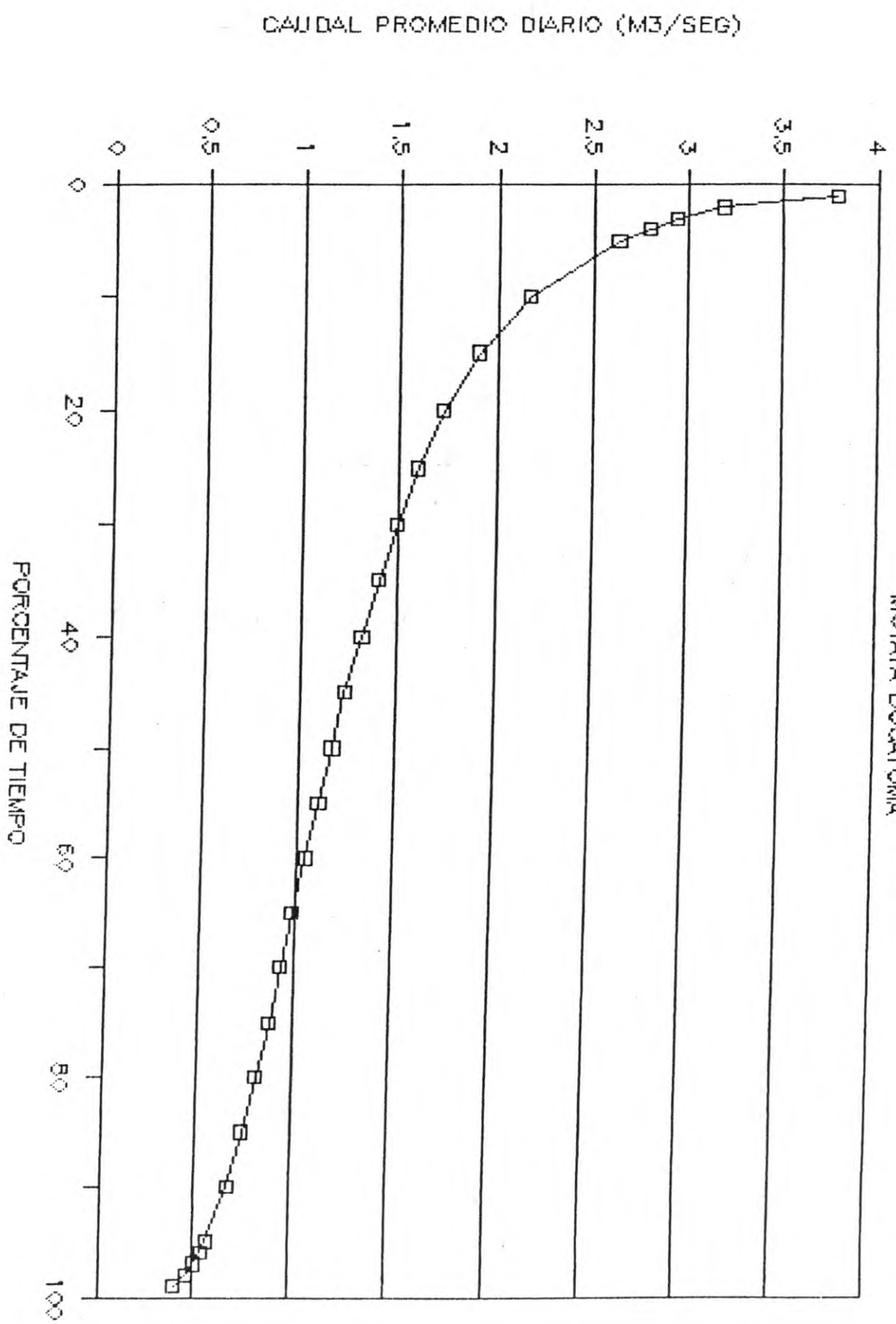


CURVA DURACION

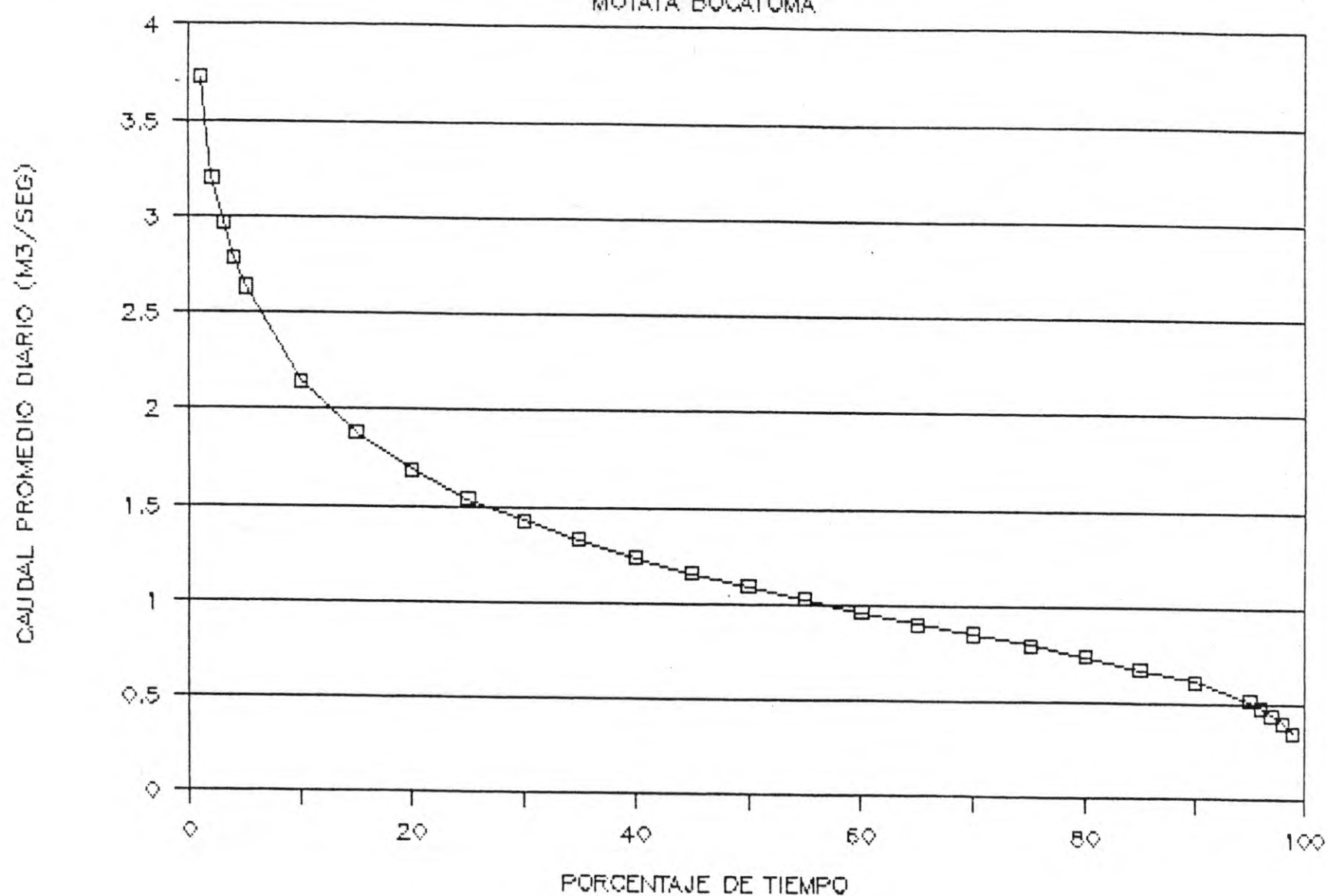
MUTATA BOCATOMA



CURVA DURACION MUTATA EOCATOMA

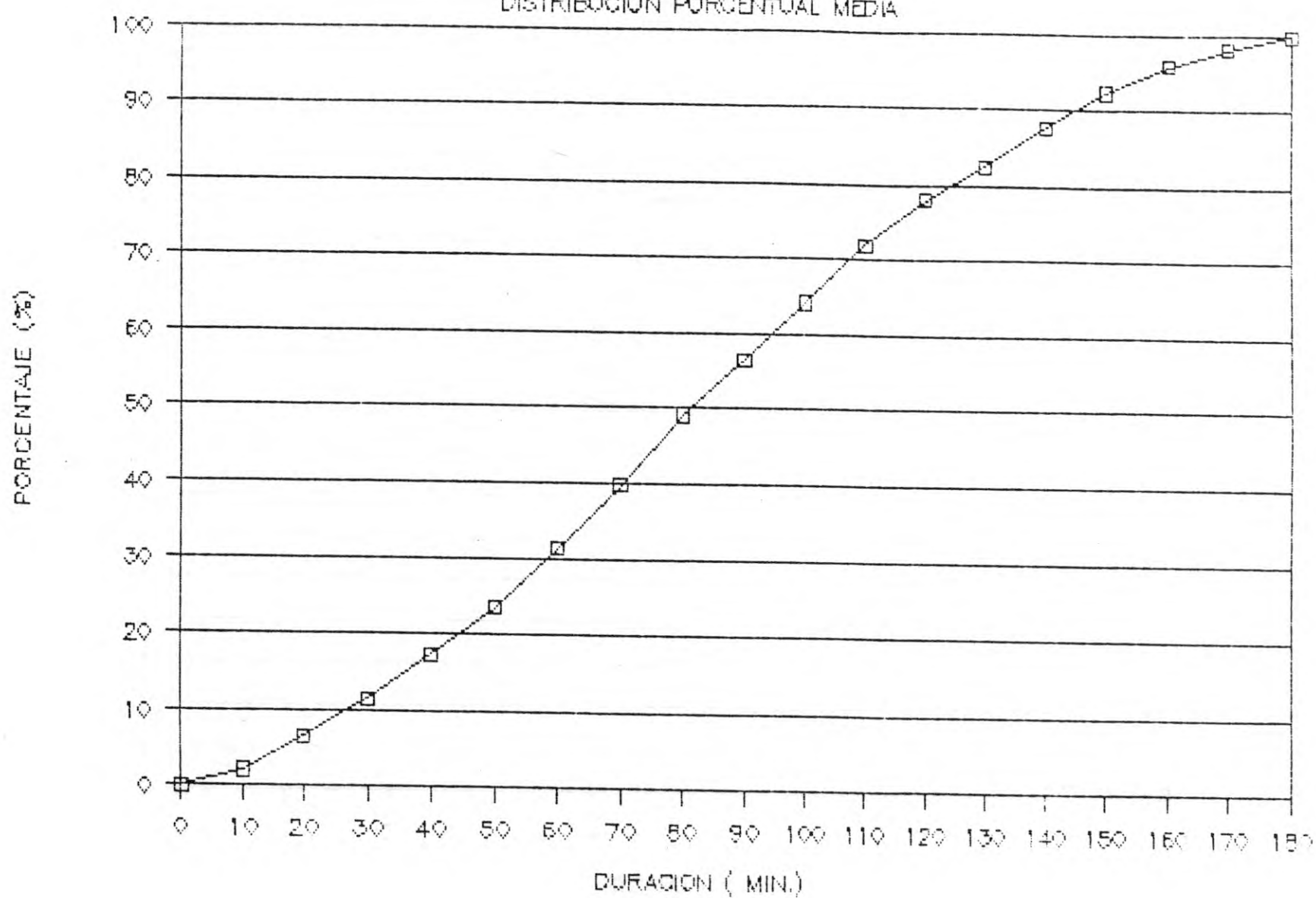


CURVA DURACION MUTATA BOCATOMA



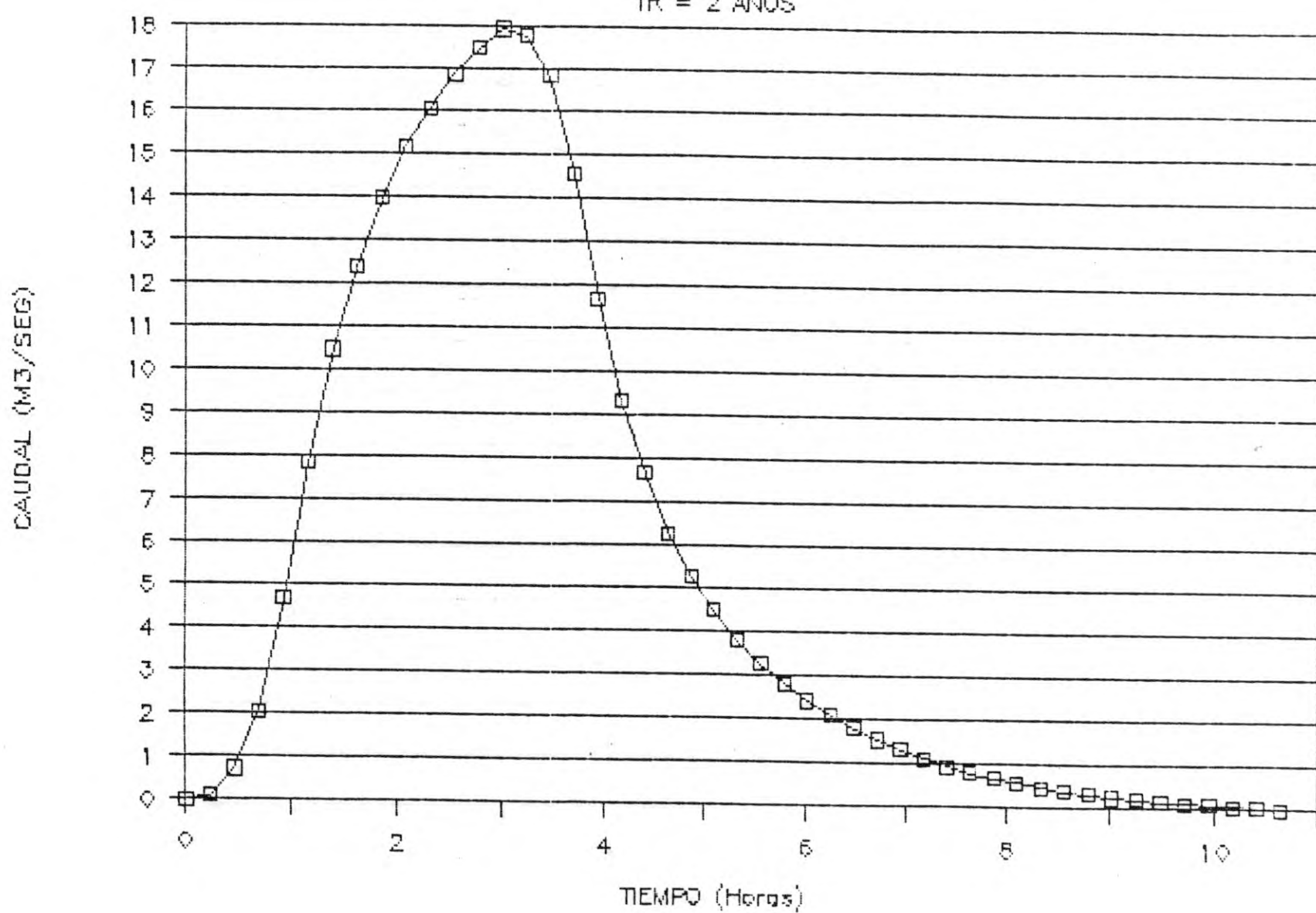
EL TABANO

DISTRIBUCION PORCENTUAL MEDIA



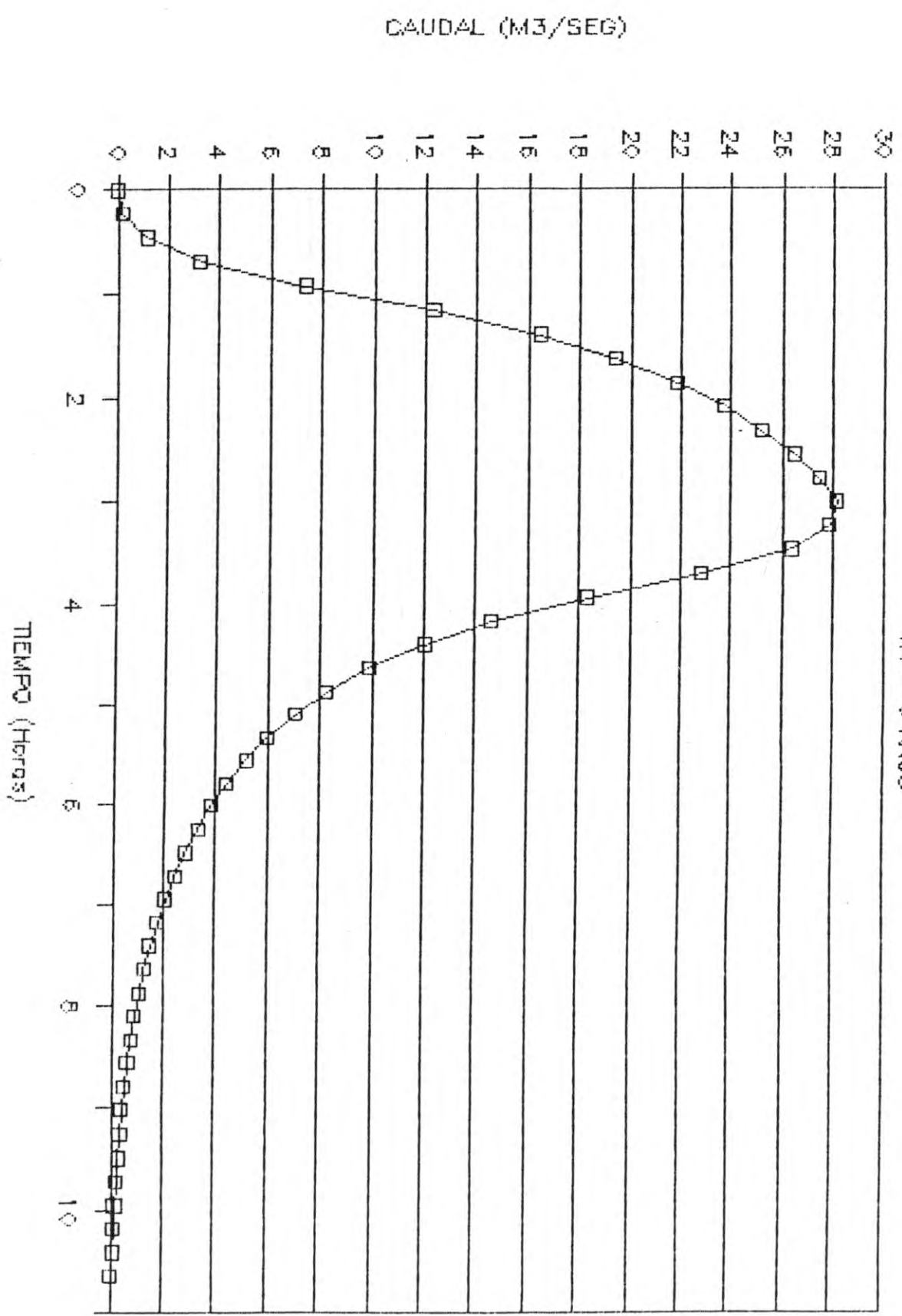
QUEBRADA MUTATA-BOCATOMA

TR = 2 AÑOS



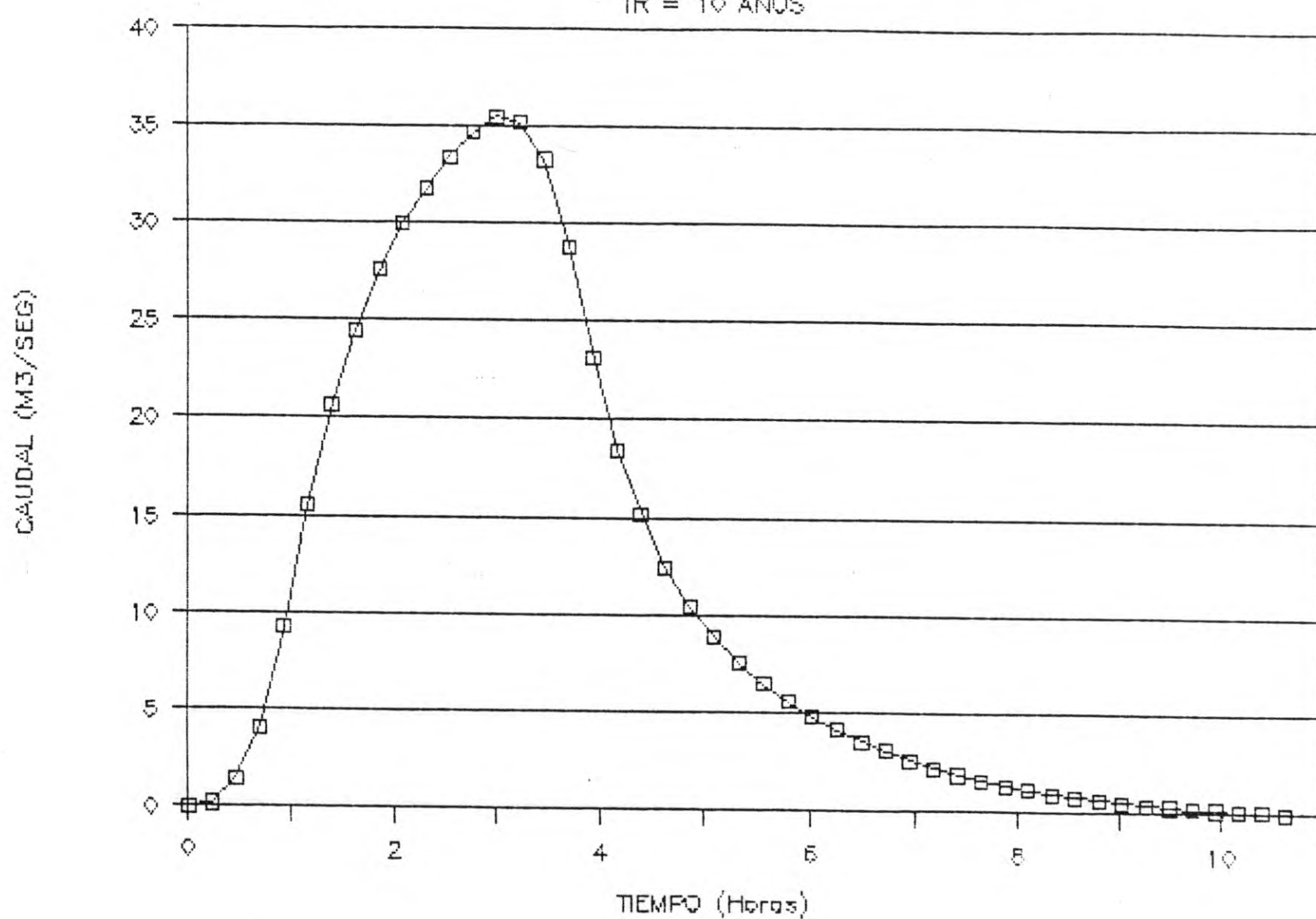
QUEBRADA MUTATA-BOCATOMA

TR = 5 AÑOS



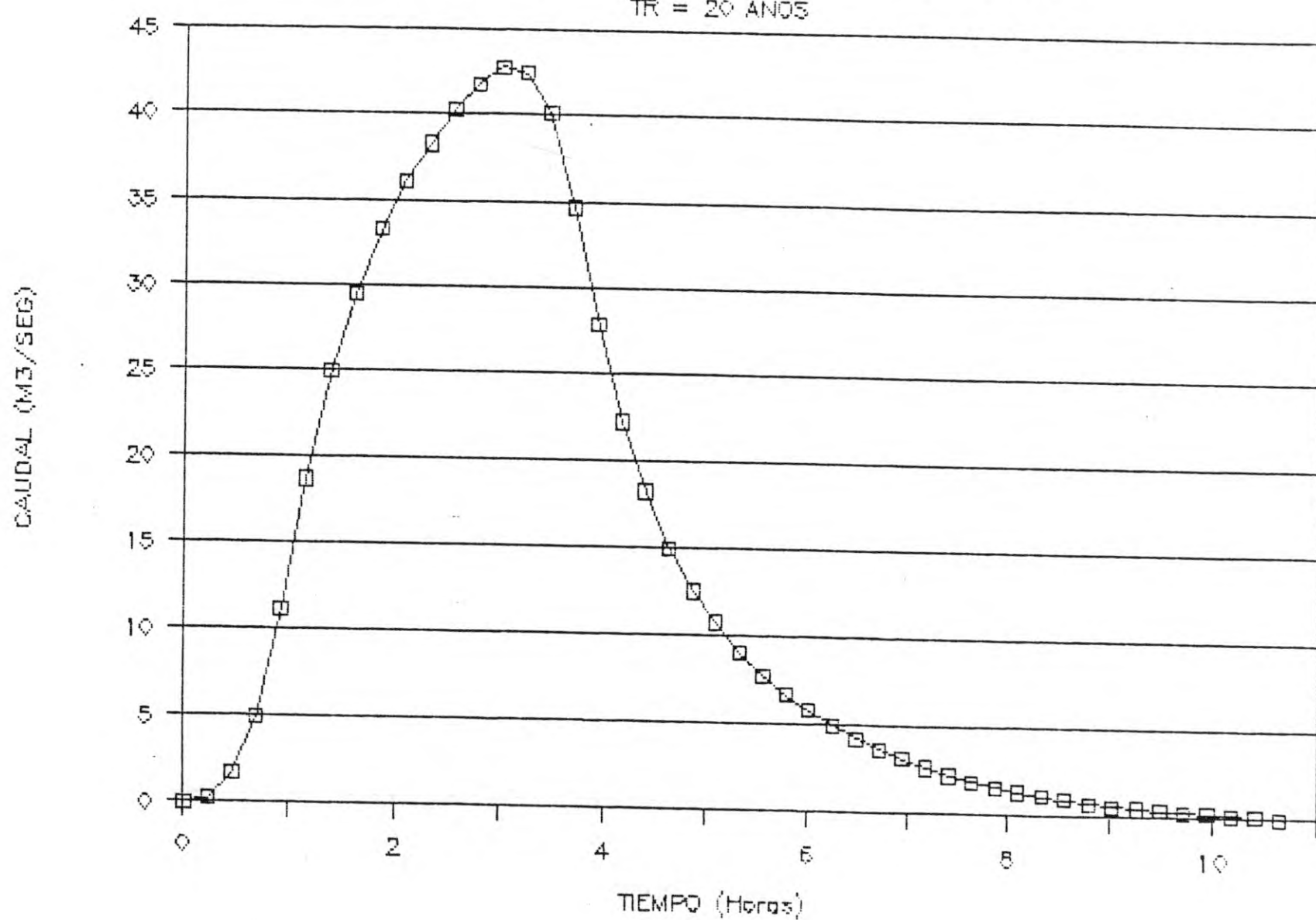
QUEBRADA MUTATA-BOCATOMA

TR = 10 AÑOS



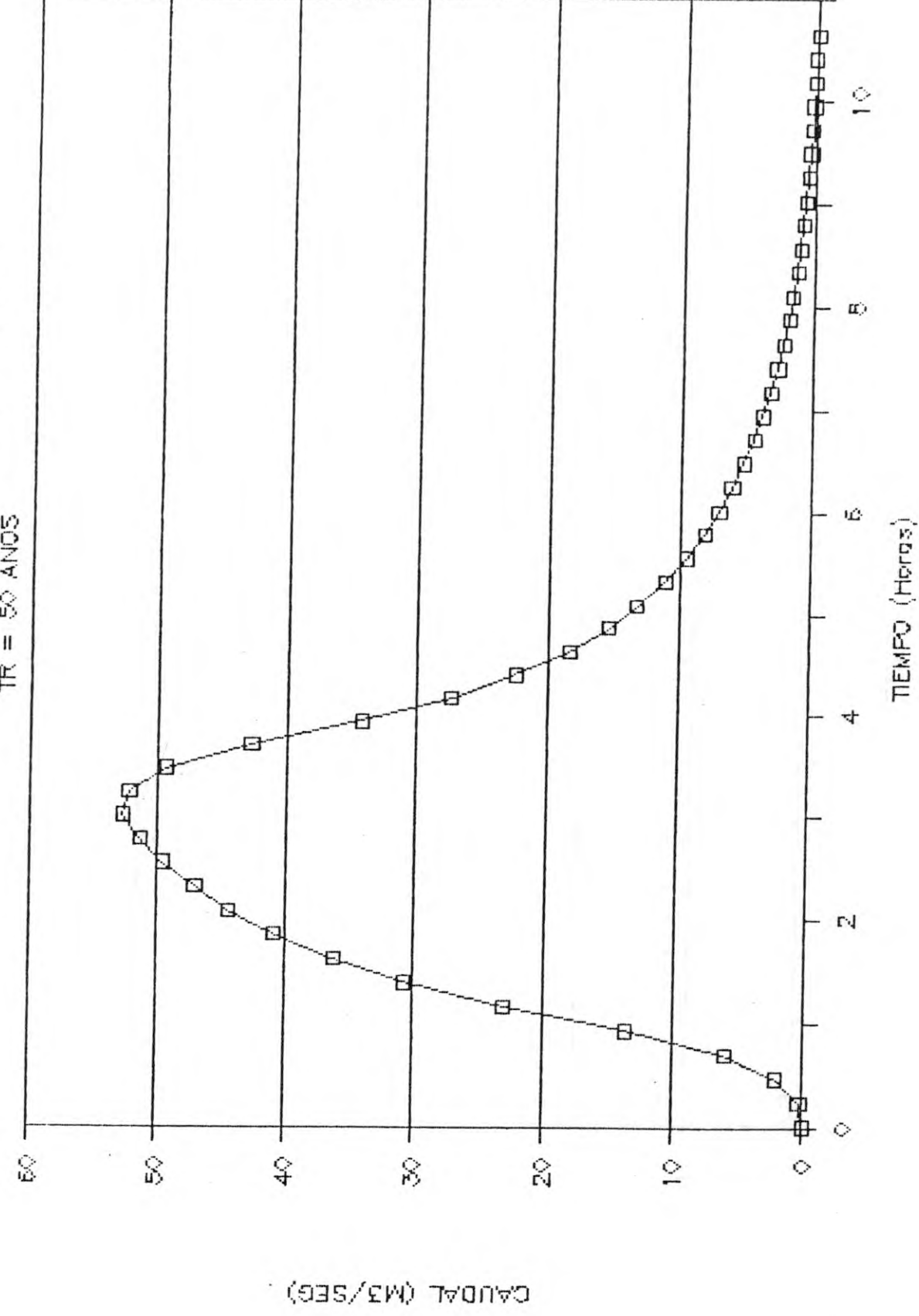
QUEBRADA MUTATA-BOCATOMA

TR = 20 AÑOS



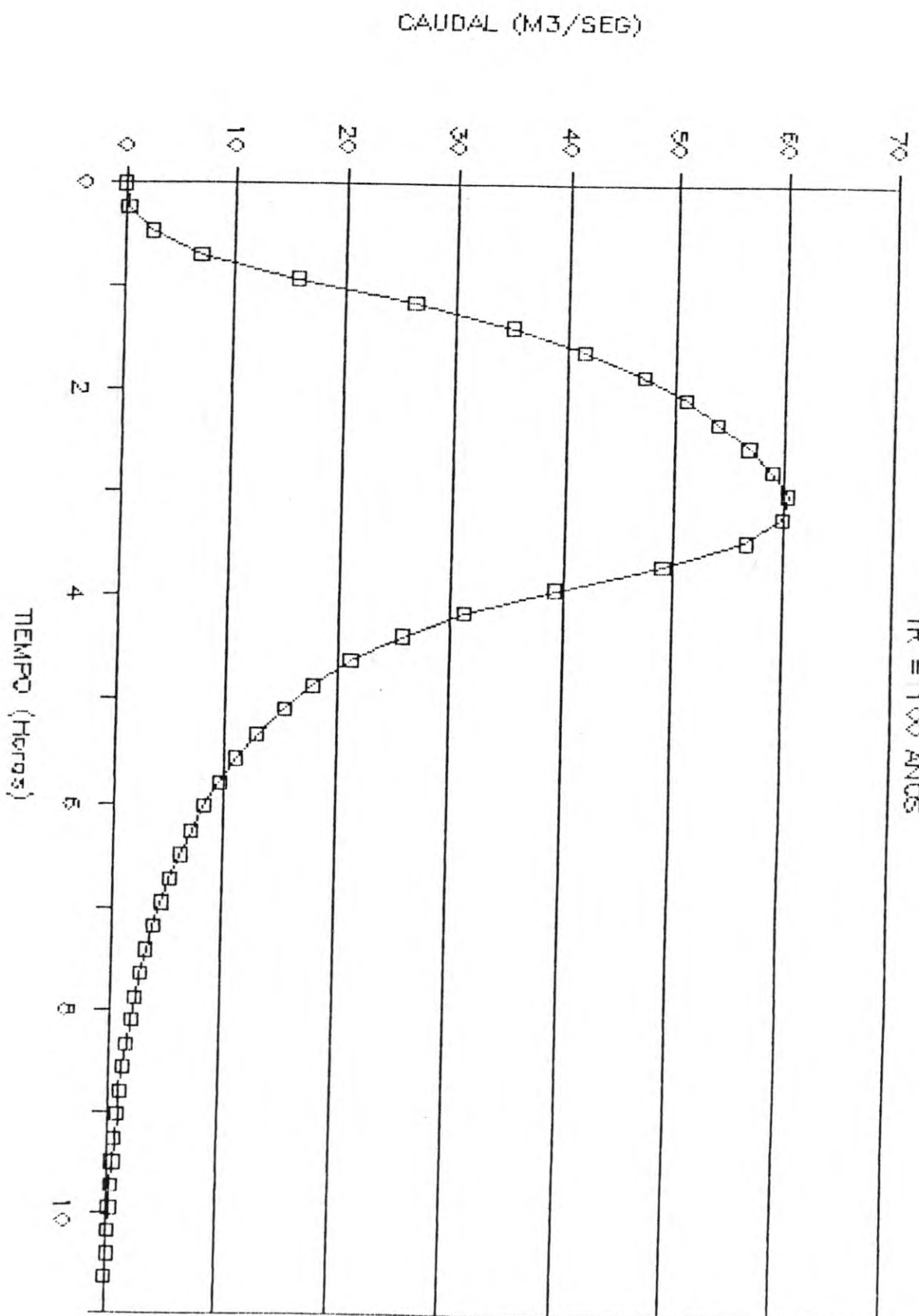
QUEBRADA MUTATA-BOCATOMA

TR = 50 AÑOS



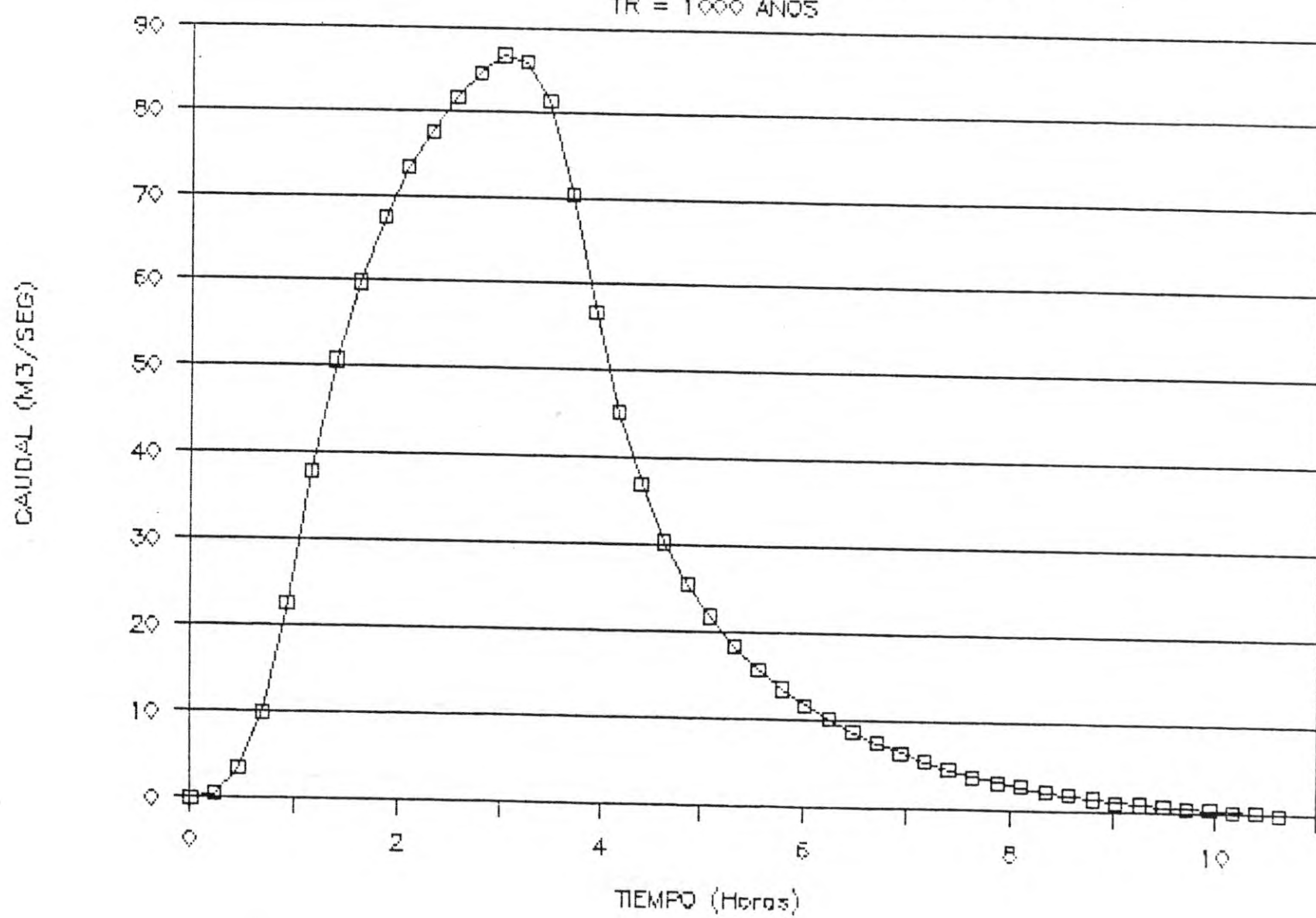
QUEBRADA MUTATA-BOCATOMA

TR = 100 ANOS



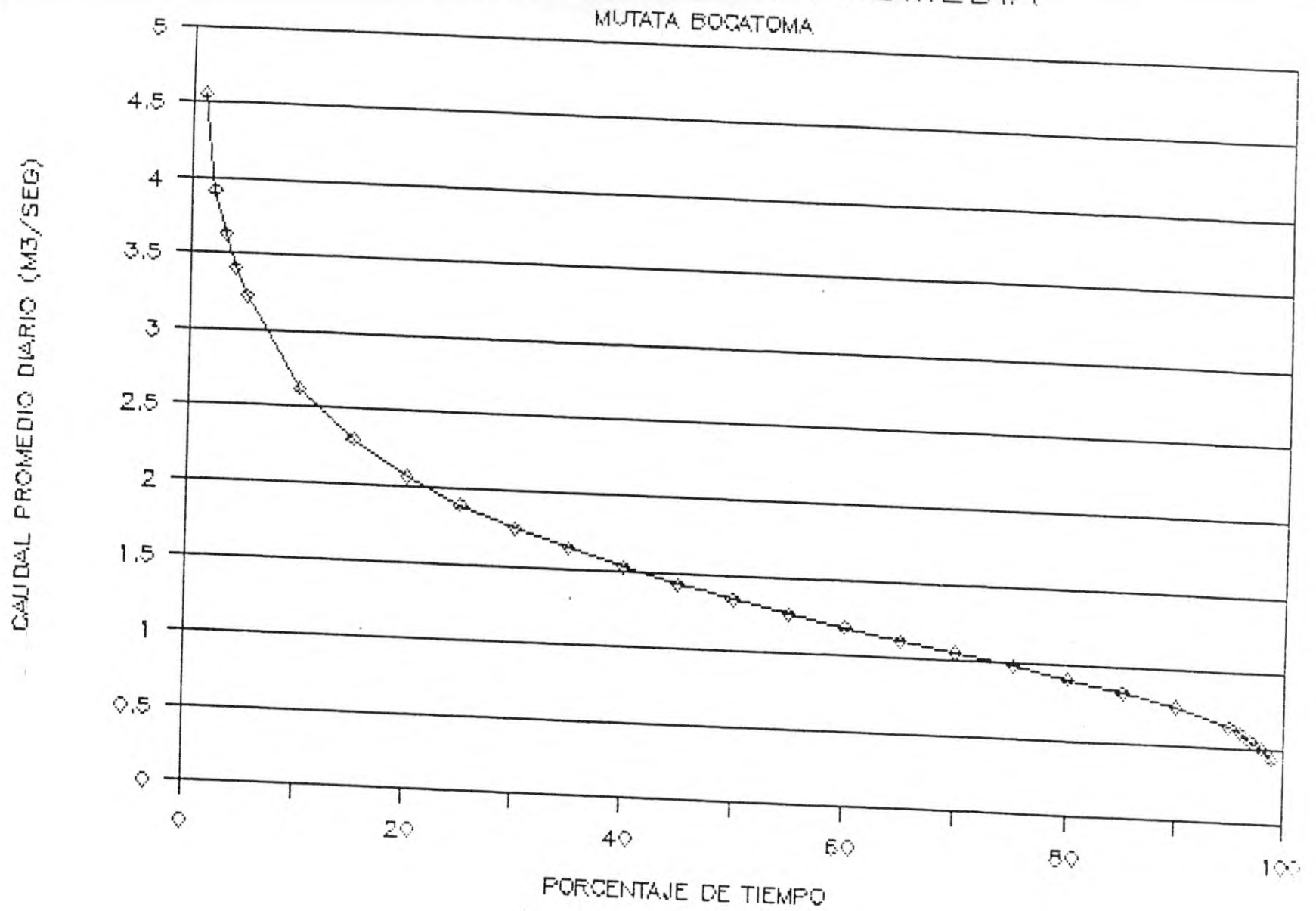
QUEBRADA MUTATA—BOCATOMA

TR = 1000 AÑOS



CURVA DURACION PROMEDIA

MUTATA BOGATOMA



CUADROS

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

ESTACION: AZUL GUACIRUMA

PERIODO 1981-1991

PORCENTAJE DE TIEMPO	CAUDAL (M3/SEG)	CAUDAL ESPECIFICO LIT/SEG/KM2

99	2.672	39.0
98	3.053	44.5
97	3.395	49.5
96	3.801	55.4
95	4.088	59.6
90	4.848	70.7
85	5.378	78.4
80	5.892	85.9
75	6.393	93.2
70	6.846	99.8
65	7.298	106.4
60	7.805	113.8
55	8.360	121.9
50	8.959	130.6
45	9.604	140.0
40	10.268	149.7
35	11.095	161.7
30	11.996	174.9
25	13.109	191.1
20	14.550	212.1
15	16.236	236.7
10	18.727	273.0
5	23.203	338.2
4	24.344	354.9
3	26.385	384.6
2	28.412	414.2
1	32.186	469.2

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

ESTACION: CHANCOS LAS PENAS

PERIODO 1981-1991

FORCENTAJE DE TIEMPO	CAUDAL (M3/SEG)	CAUDAL ESPECIFICO LIT/SEG/KM2
99	2.563	67.3
98	2.965	77.8
97	3.205	84.1
96	3.460	90.8
95	3.627	95.2
90	4.310	113.1
85	4.746	124.6
80	5.151	135.2
75	5.554	145.8
70	5.917	155.3
65	6.215	163.1
60	6.605	173.4
55	7.000	183.7
50	7.414	194.6
45	7.786	204.4
40	8.318	218.3
35	8.895	233.5
30	9.472	248.6
25	10.116	265.5
20	10.942	287.2
15	12.115	318.0
10	13.769	361.4
5	16.708	438.5
4	17.745	465.7
3	18.665	489.9
2	20.213	530.5
1	24.025	630.6

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

RIO : MUTATA

ESTACION: BOCATOMA

FORCENTAJE DE TIEMPO	CAUDAL ESPECIFICO PROMEDIO	CAUDAL MEDIO DIARIO (M3/SEG)

99	53.1	0.521
98	61.2	0.600
97	66.8	0.655
96	73.1	0.717
95	77.4	0.759
90	91.9	0.901
85	101.5	0.995
80	110.5	1.084
75	119.5	1.171
70	127.5	1.250
65	134.8	1.321
60	143.6	1.408
55	152.8	1.498
50	162.6	1.594
45	172.2	1.688
40	184.0	1.804
35	197.6	1.937
30	211.7	2.076
25	228.3	2.238
20	249.6	2.448
15	277.3	2.719
10	317.2	3.110
5	388.4	3.808
4	410.3	4.023
3	437.3	4.287
2	472.3	4.631
1	549.9	5.391

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

RIO : MUTATA

ESTACION: BOCATOMA

PORCENTAJE CAUDAL CAUDAL
DE ESPECIFICO MEDIO DIARIO
TIEMPO AZUL (M3/SEG)

99	39.0	0.382
98	44.5	0.436
97	49.5	0.485
96	55.4	0.543
95	59.6	0.584
90	70.7	0.693
85	78.4	0.769
80	85.9	0.842
75	93.2	0.914
70	99.8	0.978
65	106.4	1.043
60	113.8	1.115
55	121.9	1.195
50	130.6	1.280
45	140.0	1.373
40	149.7	1.467
35	161.7	1.586
30	174.9	1.714
25	191.1	1.873
20	212.1	2.079
15	236.7	2.320
10	273.0	2.676
5	338.2	3.316
4	354.9	3.479
3	384.6	3.771
2	414.2	4.061
1	469.2	4.600

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

RIO : MUTATA

ESTACION: BOCATOMA

 PORCENTAJE DE TIEMPO CAUDAL ESPECIFICO CHANCOS CAUDAL MEDIO DIARIO (M3/SEG)

99	67.3	0.660
98	77.8	0.763
97	84.1	0.825
96	90.8	0.890
95	95.2	0.933
90	113.1	1.109
85	124.6	1.221
80	135.2	1.325
75	145.8	1.429
70	155.3	1.523
65	163.1	1.599
60	173.4	1.700
55	183.7	1.801
50	194.6	1.908
45	204.4	2.004
40	218.3	2.140
35	233.5	2.289
30	248.6	2.437
25	265.5	2.603
20	287.2	2.816
15	318.0	3.117
10	361.4	3.543
5	438.5	4.299
4	465.7	4.566
3	489.9	4.803
2	530.5	5.201
1	630.6	6.182

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

ESTACION: AZUL GUACIRUMA

PERIODO 1981-1991

FORCENTAJE DE TIEMPO	CAUDAL (M3/SEG)	CAUDAL NORMALIZADO Q1/QM

99	2.672	0.226
98	3.053	0.259
97	3.395	0.288
96	3.801	0.322
95	4.088	0.346
90	4.848	0.411
85	5.378	0.456
80	5.892	0.499
75	6.393	0.542
70	6.846	0.580
65	7.298	0.618
60	7.805	0.661
55	8.360	0.708
50	8.959	0.759
45	9.604	0.814
40	10.268	0.870
35	11.095	0.940
30	11.996	1.017
25	13.109	1.111
20	14.550	1.233
15	16.236	1.376
10	18.727	1.587
5	23.203	1.966
4	24.344	2.063
3	26.385	2.236
2	28.412	2.408
1	32.186	2.728

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

ESTACION: CHANCOS LAS PENAS

PERIODO 1981-1991

PORCENTAJE DE TIEMPO	CAUDAL (M3/SEG)	CAUDAL NORMALIZADO Q_i/Q_M

99	2.563	0.302
98	2.965	0.349
97	3.205	0.377
96	3.460	0.407
95	3.627	0.427
90	4.310	0.507
85	4.746	0.558
80	5.151	0.606
75	5.554	0.653
70	5.917	0.696
65	6.215	0.731
60	6.605	0.777
55	7.000	0.824
50	7.414	0.872
45	7.786	0.916
40	8.318	0.979
35	8.895	1.046
30	9.472	1.114
25	10.116	1.190
20	10.942	1.287
15	12.115	1.425
10	13.769	1.620
5	16.708	1.966
4	17.745	2.088
3	18.665	2.196
2	20.213	2.378
1	24.025	2.826

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

RIO : MUTATA
ESTACION: BOCATOMA

PORCENTAJE CAUDAL CAUDAL
DE NORMALIZADO MEDIO DIARIO
TIEMPO CHANCOS (M3/SEG)

99	0.302	0.404
98	0.349	0.467
97	0.377	0.505
96	0.407	0.545
95	0.427	0.572
90	0.507	0.679
85	0.558	0.748
80	0.606	0.812
75	0.653	0.876
70	0.696	0.933
65	0.731	0.980
60	0.777	1.041
55	0.824	1.104
50	0.872	1.169
45	0.916	1.227
40	0.979	1.311
35	1.046	1.402
30	1.114	1.493
25	1.190	1.595
20	1.287	1.725
15	1.425	1.910
10	1.620	2.171
5	1.966	2.634
4	2.088	2.797
3	2.196	2.942
2	2.378	3.187
1	2.826	3.787

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

RIO : MUTATA
ESTACION: BOCATOMA

	PORCENTAJE DE TIEMPO	CAUDAL NORMALIZADO AZUL	CAUDAL MEDIO DIARIO (M3/SEG)

	99	0.226	0.303
	98	0.259	0.347
	97	0.288	0.386
	96	0.322	0.432
	95	0.346	0.464
	90	0.411	0.551
	85	0.456	0.611
	80	0.499	0.669
	75	0.542	0.726
	70	0.580	0.777
	65	0.618	0.829
	60	0.661	0.886
	55	0.708	0.949
	50	0.759	1.017
	45	0.814	1.091
	40	0.870	1.166
	35	0.940	1.260
	30	1.017	1.362
	25	1.111	1.489
	20	1.233	1.652
	15	1.376	1.844
	10	1.587	2.127
	5	1.966	2.635
	4	2.063	2.764
	3	2.236	2.996
	2	2.408	3.226
	1	2.728	3.655

CURVA DE DURACION DE CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS

RIO : MUTATA
ESTACION: BOCATOMA

PORCENTAJE DE TIEMPO CAUDAL NORMALIZADO PROMEDIO CAUDAL MEDIO DIARIO (M3/SEG)

99	0.264	0.354
98	0.304	0.407
97	0.332	0.445
96	0.365	0.489
95	0.387	0.518
90	0.459	0.615
85	0.507	0.679
80	0.553	0.741
75	0.598	0.801
70	0.638	0.855
65	0.675	0.904
60	0.719	0.964
55	0.766	1.026
50	0.816	1.093
45	0.865	1.159
40	0.924	1.239
35	0.993	1.331
30	1.065	1.428
25	1.151	1.542
20	1.260	1.689
15	1.401	1.877
10	1.603	2.149
5	1.966	2.634
4	2.075	2.781
3	2.216	2.969
2	2.393	3.206
1	2.777	3.721

TABLAS

TIEMPOS DE CONCENTRACION EN HORAS

RIO : MUTATA

SITIO : PRESA

CARACTERISTICAS

=====

AREA (KM2)	:	9.804
LONGITUD (KMS)	:	5.2
PENDIENTE (%)	:	2.269
LONG. HIDRAULICA (FT)	:	0
NUMERO DE ESCURRIMIENTO	:	63
RUGOSIDAD DE MANNING	:	0
LONG. HIDRAULICA (FT)	:	0
INTENS. LLUVIA (PUL/HR)	:	0
CAUDAL (M3/S)	:	0
COEF. ESCURRIMIENTO C	:	.5
RADIO HIDRAULICO (MTS)	:	0
DIFERENCIA NIVEL (MTS)	:	118
Z	:	.08
CT	:	0

FORMULACION	TC (HORAS)	CONDICION
=====		
AVIACION USA	1.789674	PARA CUENCAS PEQUENAS: LONGITUD HIDRAULICA 50<L1<100 PIES PARA AREAS <= 8.5 KM2
SCS LAG	3.272826	
GIANDOTTI	2.338782	PARA VALORES Z ENTRE 0.03 Y 0.15
TENEZ	2.100897	
VEN TE CHOW	1.186534	
KIRPICH	1.012926	
HERAS	1.662932	
CUERPO ING.USA	1.509292	
RIBEIRO	1.578773	
	0	

PERIODO DE RETORNO EN AÑOS

PARAMETROS ESTADISTICOS

METODO	2	5	10	20	50	100	1000	MEDIA	DE	CV	CA
GUMBEL LN-LN	156.50	195.79	221.81	246.76	279.07	303.27	383.26	162.41	38.69	0.238	0.696
N.A.S. H.	156.13	197.85	225.48	251.97	286.27	311.98	396.91	162.41	38.69	0.238	0.696
LOG NORMAL	157.98	192.50	213.50	232.37	254.10	273.33	326.85	2.20	0.10	0.046	0.000

AÑO	LLUVIA	AÑO	LLUVIA	AÑO	LLUVIA	AÑO	LLUVIA	AÑO	LLUVIA	AÑO	LLUVIA
39	137.00	40	200.50	42	187.00	43	163.00	44	209.70	46	131.00
63	159.00	64	194.40	65	100.00	66	159.00	68	139.80	69	115.50
70	135.60	71	171.10	72	94.90	73	189.70	74	191.90	75	280.00
76	210.20	77	140.00	78	152.10	79	127.00	80	207.00	81	141.10
83	120.00	84	171.80	85	204.40	87	180.00	88	138.00	89	137.00
90	147.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

FECHA DE PROCESO: 13-12-92

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA LLUVIA

ESTACION : EL TABANO

DURACION EN MINUTOS

FECHA	TIPO	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
81.12.31	DP	0.0	1.4	5.5	4.5	2.7	1.3	2.7	1.3	2.7	2.3	1.3	1.2	0.8	1.3	2.7	3.5	1.0	0.4	0.0
	P acum	0.0	1.4	6.9	11.4	14.1	15.4	18.1	19.4	22.1	24.4	25.7	26.9	27.7	29.0	31.7	35.2	36.2	36.6	36.6
	i	0.0	8.4	33.0	27.0	16.2	7.8	16.2	7.8	16.2	13.8	7.8	7.2	4.8	7.8	16.2	21.0	6.0	2.4	0.0
	DUR - 3HR %	0.0	3.8	18.8	31.1	38.4	42.0	49.3	52.9	60.2	66.5	70.0	73.3	75.5	79.0	86.4	95.9	98.6	99.7	100.0
82.02.11	DP	0.0	2.0	4.0	1.4	2.4	1.1	0.4	4.1	7.5	5.5	4.0	5.0	2.9	2.5	2.5	3.9	6.4	0.6	0.0
	P acum	0.0	2.0	6.0	7.4	9.8	10.9	11.3	15.4	22.9	28.4	32.4	37.4	40.3	42.8	45.3	49.2	55.6	56.2	56.2
	i	0.0	12.0	24.0	8.4	14.4	6.6	2.4	24.6	45.0	33.0	24.0	30.0	17.4	15.0	15.0	23.4	38.4	3.6	3.6
	DUR - 3HR %	0.0	3.5	10.6	13.0	17.3	19.2	19.9	27.1	40.3	50.0	57.0	65.8	71.0	75.4	79.8	86.6	97.9	98.9	100.0
82.04.27	DP	0.0	1.0	3.2	1.7	5.2	6.6	14.3	19.6	7.8	2.5	1.2	0.5	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0
	P acum	0.0	1.0	4.2	5.9	11.1	17.7	32.0	51.6	59.4	61.9	63.1	63.6	64.0	64.2	64.3	64.5	64.6	64.7	64.7
	i	0.0	6.0	19.2	10.2	31.2	39.6	85.8	117.6	46.8	15.0	7.2	3.0	2.4	1.2	0.6	1.2	0.6	0.6	0.0
	DUR - 3HR %	0.0	1.5	6.5	9.1	17.2	27.4	49.5	79.8	91.8	95.7	97.5	98.3	98.9	99.2	99.4	99.7	99.8	100.0	100.0
82.06.06	DP	0.0	3.0	6.2	2.2	6.0	12.0	20.0	13.5	14.5	8.5	5.8	5.0	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	P acum	0.0	3.0	9.2	11.4	17.4	29.4	49.4	62.9	77.4	85.9	91.7	96.7	98.1	98.6	98.6	98.6	98.6	98.6	98.6
	i	0.0	18.0	37.2	13.2	36.0	72.0	120.0	81.0	87.0	51.0	34.8	30.0	8.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	DUR - 3HR %	0.0	3.0	9.3	11.6	17.6	29.8	50.1	63.8	78.5	87.1	93.0	98.1	99.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
82.12.03	DP	0.0	0.9	0.3	0.3	0.2	1.1	6.5	2.6	0.2	2.6	9.8	16.6	10.3	10.3	10.4	7.1	3.3	1.7	0.9
	P acum	0.0	0.9	1.2	1.5	1.7	2.8	9.3	11.9	12.1	14.7	24.5	41.1	51.4	61.7	72.1	79.2	82.5	84.2	85.1
	i	0.0	5.4	1.8	1.8	1.2	6.6	39.0	15.6	1.2	15.6	58.8	99.6	61.8	61.8	62.4	42.6	19.8	10.2	5.4
	DUR - 3HR %	0.0	1.1	1.4	1.8	2.0	3.3	10.9	14.0	14.2	17.3	28.8	48.3	60.4	72.5	84.7	93.1	96.9	98.9	100.0
83.04.30	DP	0.0	1.5	1.0	0.9	1.6	0.4	0.2	1.5	18.7	10.0	9.2	24.4	18.4	10.0	3.1	6.5	0.8	0.8	0.2
	P acum	0.0	1.5	2.5	3.4	5.0	5.4	5.6	7.1	25.8	35.8	45.0	69.4	87.8	97.8	100.9	107.4	108.2	109.0	109.2
	i	0.0	9.0	6.0	5.4	9.6	2.4	1.2	9.0	112.2	60.0	55.2	146.4	110.4	60.0	18.6	39.0	4.8	4.8	1.2
	DUR - 3HR %	0.0	1.4	2.3	3.1	4.6	4.9	5.1	6.5	23.6	32.8	41.2	63.6	80.4	89.6	92.4	98.4	99.1	99.8	100.0
83.11.07	DP	0.0	2.5	5.4	6.8	2.5	1.0	4.0	3.3	9.8	3.6	0.9	3.3	2.0	4.0	13.6	9.8	10.7	4.5	1.3
	P acum	0.0	2.5	7.9	14.7	17.2	18.2	22.2	25.5	35.3	38.9	39.8	43.1	45.1	49.1	62.7	72.5	83.2	87.7	89.0
	i	0.0	15.0	32.4	40.8	15.0	6.0	24.0	19.8	58.8	21.6	5.4	19.8	12.0	24.0	81.6	58.8	64.2	27.0	7.8
	DUR - 3HR %	0.0	2.8	8.9	16.5	19.3	20.4	24.9	28.7	39.7	43.7	44.7	48.4	50.7	55.2	70.4	81.5	93.5	98.5	100.0
83.11.14	DP	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	3.0	16.5	9.0	7.8	12.3	10.8	4.0	9.8	15.2	15.2	4.7	2.5	1.6
	P acum	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	3.3	19.8	28.8	36.6	48.9	59.7	63.7	73.5	88.7	103.9	108.6	111.1	112.7
	i	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.6	18.0	99.0	54.0	46.8	73.8	64.8	24.0	58.8	91.2	91.2	28.2	15.0	9.6
	DUR - 3HR %	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	2.9	17.6	25.6	32.5	43.4	53.0	56.5	65.2	78.7	92.2	96.4	98.6	100.0
84.01.06	DP	0.0	0.3	0.7	1.0	5.7	7.5	5.0	6.4	3.5	8.4	7.9	9.0	5.8	3.0	1.8	0.8	0.2	0.1	0.9
	P acum	0.0	0.3	1.0	2.0	7.7	15.2	20.2	26.6	30.1	38.5	46.4	55.4	61.2	64.2	66.0	66.8	67.0	67.1	68.0
	i	0.0	1.8	4.2	6.0	34.2	45.0	30.0	38.4	21.0	50.4	47.4	54.0	34.8	18.0	10.8	4.8	1.2	0.6	5.4
	DUR - 3HR %	0.0	0.4	1.5	2.9	11.3	22.4	29.7	39.1	44.3	56.6	68.2	81.5	90.0	94.4	97.1	98.2	98.5	98.7	100.0
4.02.26	DP	0.0	0.9	7.8	14.0	7.5	2.5	0.5	1.5	3.5	5.0	11.0	18.0	14.0	10.5	14.0	5.9	0.6	2.0	0.0
	P acum	0.0	0.9	8.7	22.7	30.2	32.7	33.2	34.7	38.2	43.2	54.2	72.2	86.2	96.7	110.7	116.6	117.2	119.2	119.2
	i	0.0	5.4	46.8	84.0	45.0	15.0	3.0	9.0	21.0	30.0	66.0	108.0	84.0	63.0	84.0	35.4	3.6	12.0	0.0
	DUR - 3HR %	0.0	0.8	7.3	19.0	25.3	27.4	27.9	29.1	32.0	36.2	45.5	60.6	72.3	81.1	92.9	97.8	98.3	100.0	100.0

TABLA 3

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA LLUVIA

ESTACION : EL TABANO

DURACION EN MINUTOS

FECHA	TIPO	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
84.10.03	DP	0.0	0.3	2.7	2.9	9.0	2.6	4.9	0.9	0.2	1.6	5.0	2.0	0.7	1.7	1.8	0.9	1.0	0.7	1.1
	P acum	0.0	0.3	3.0	5.9	14.9	17.5	22.4	23.3	23.5	25.1	30.1	32.1	32.8	34.5	36.3	37.2	38.2	38.9	39.1
	i	0.0	1.8	16.2	17.4	54.0	15.6	29.4	5.4	1.2	9.6	30.0	12.0	4.2	10.2	10.8	5.4	6.0	4.2	6.1
DUR - 3HR	%	0.0	0.8	7.5	14.8	37.3	43.9	56.1	58.4	58.9	62.9	75.4	80.5	82.2	86.5	91.0	93.2	95.7	97.5	100.0
84.11.28	DP	0.0	1.6	7.5	2.5	0.1	15.3	10.3	15.7	14.4	9.5	1.3	0.3	0.3	0.1	0.2	4.1	4.5	0.7	0.1
	P acum	0.0	1.6	9.1	11.6	11.7	27.0	37.3	53.0	67.4	76.9	78.2	78.5	78.8	78.9	79.1	83.2	87.7	88.4	88.5
	i	0.0	9.6	45.0	15.0	0.6	91.8	61.8	94.2	86.4	57.0	7.8	1.8	1.8	0.6	1.2	24.6	27.0	4.2	1.1
DUR - 3HR	%	0.0	1.8	10.3	13.1	13.2	30.4	42.1	59.8	76.0	86.7	88.2	88.5	88.8	89.0	89.2	93.8	98.9	99.7	100.0
85.05.09	DP	0.0	0.2	0.7	0.9	1.2	3.0	2.6	1.5	6.5	6.5	10.5	13.0	6.0	5.5	2.5	3.0	1.0	1.0	0.1
	P acum	0.0	0.2	0.9	1.8	3.0	6.0	8.6	10.1	16.6	23.1	33.6	46.6	52.6	58.1	60.6	63.6	64.6	65.6	65.7
	i	0.0	1.2	4.2	5.4	7.2	18.0	15.6	9.0	39.0	39.0	63.0	78.0	36.0	33.0	15.0	18.0	6.0	6.0	0.1
DUR - 3HR	%	0.0	0.3	1.4	2.7	4.6	9.1	13.1	15.4	25.3	35.2	51.2	71.0	80.2	88.6	92.4	97.0	98.5	100.0	100.0
85.10.27	DP	0.0	2.0	2.5	6.5	9.0	9.0	13.0	10.0	6.2	3.8	2.1	3.1	2.9	3.8	8.1	6.0	6.0	8.0	0.1
	P acum	0.0	2.0	4.5	11.0	20.0	29.0	42.0	52.0	58.2	62.0	64.1	67.2	70.1	73.9	82.0	88.0	94.0	102.0	102.1
	i	0.0	12.0	15.0	39.0	54.0	54.0	78.0	60.0	37.2	22.8	12.6	18.6	17.4	22.8	48.6	36.0	36.0	48.0	0.1
DUR - 3HR	%	0.0	2.0	4.4	10.8	19.6	28.4	41.2	51.0	57.1	60.8	62.8	65.9	68.7	72.5	80.4	86.3	92.2	100.0	100.0
85.11.21	DP	0.0	4.0	12.8	5.0	4.9	9.9	9.9	1.9	0.7	1.3	1.1	1.5	2.0	2.3	8.8	8.0	10.9	6.5	0.1
	P acum	0.0	4.0	16.8	21.8	26.7	36.6	46.5	48.4	49.1	50.4	51.5	53.0	55.0	57.3	66.1	74.1	85.0	91.5	91.6
	i	0.0	24.0	76.8	30.0	29.4	59.4	59.4	11.4	4.2	7.8	6.6	9.0	12.0	13.8	52.8	48.0	65.4	39.0	0.1
DUR - 3HR	%	0.0	4.4	18.4	23.8	29.2	40.0	50.8	52.9	53.7	55.1	56.3	57.9	60.1	62.6	72.2	81.0	92.9	100.0	100.0
85.11.13	DP	0.0	1.7	1.6	2.1	2.3	3.8	5.0	4.8	4.0	4.0	2.8	4.2	4.4	3.5	2.0	2.0	2.2	0.9	0.1
	P acum	0.0	1.7	3.3	5.4	7.7	11.5	16.5	21.3	25.3	29.3	32.1	36.3	40.7	44.2	46.2	48.2	50.4	51.3	51.4
	i	0.0	10.2	9.6	12.6	13.8	22.8	30.0	28.8	24.0	24.0	16.8	25.2	26.4	21.0	12.0	12.0	13.2	5.4	0.1
DUR - 3HR	%	0.0	3.3	6.4	10.5	15.0	22.4	32.2	41.5	49.3	57.1	62.6	70.8	79.3	86.2	90.1	94.0	98.2	100.0	100.0
86.01.26	DP	0.0	3.2	7.0	12.2	11.3	7.5	8.5	2.5	0.3	0.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.6	1.0	1.0	0.2	0.1
	P acum	0.0	3.2	10.2	22.4	33.7	41.2	49.7	52.2	52.5	53.1	53.4	53.7	53.9	54.2	54.8	55.8	56.8	57.0	57.1
	i	0.0	19.2	42.0	73.2	67.8	45.0	51.0	15.0	1.8	3.6	1.8	1.8	1.2	1.8	3.6	6.0	6.0	1.2	0.1
DUR - 3HR	%	0.0	5.6	17.9	39.3	59.1	72.3	87.2	91.6	92.1	93.2	93.7	94.2	94.6	95.1	96.1	97.9	99.6	100.0	100.0
86.05.27	DP	0.0	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.4	2.8	2.9	3.9	13.0	10.0	6.8	3.0	4.9	1.7	4.0	3.0	2.8
	P acum	0.0	0.3	0.7	1.0	1.2	1.3	1.7	4.5	7.4	11.3	24.3	34.3	41.1	44.1	49.0	50.7	54.7	57.7	60.5
	i	0.0	1.8	2.4	1.8	1.2	0.6	2.4	16.8	17.4	23.4	78.0	60.0	40.8	18.0	29.4	10.2	24.0	18.0	8.4
DUR - 3HR	%	0.0	0.5	1.2	1.7	2.0	2.1	2.8	7.4	12.2	18.7	40.2	56.7	67.9	72.9	81.0	83.8	90.4	95.4	100.0
86.11.29	DP	0.0	0.7	2.7	5.9	11.2	7.5	1.8	1.0	3.4	4.6	1.3	6.0	12.7	9.6	4.1	2.3	1.0	3.3	1.5
	P acum	0.0	0.7	3.4	9.3	20.5	28.0	29.8	30.8	34.2	38.8	40.1	46.1	58.8	68.4	72.5	74.8	75.8	79.1	80.6
	i	0.0	4.2	16.2	35.4	67.2	45.0	10.8	6.0	20.4	27.6	7.8	36.0	76.2	57.6	24.6	13.8	6.0	19.8	4.5
DUR - 3HR	%	0.0	0.9	4.2	11.5	25.4	34.7	37.0	38.2	42.4	48.1	49.8	57.2	73.0	84.9	90.0	92.8	94.0	98.1	100.0
86.12.01	DP	0.0	0.6	0.4	0.1	0.3	1.2	7.6	9.7	9.6	9.6	7.5	7.7	4.1	3.0	2.7	0.5	0.3	0.3	0.0
	P acum	0.0	0.6	1.0	1.1	1.4	2.6	10.2	19.9	29.5	39.1	46.6	54.3	58.4	61.4	64.1	64.6	64.9	65.2	65.2
	i	0.0	3.6	2.4	0.6	1.8	7.2	45.6	58.2	57.6	57.6	45.0	46.2	24.6	18.0	16.2	3.0	1.8	1.8	0.0
DUR - 3HR	%	0.0	0.9	1.5	1.7	2.1	4.0	15.6	30.5	45.2	60.0	71.5	83.3	89.6	94.2	98.3	99.1	99.5	100.0	100.0

FECHA	TIPO	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
87.04.04	DP	0.0	1.0	2.0	3.0	3.0	4.4	1.1	1.4	10.0	8.0	5.7	7.4	5.0	1.7	0.4	0.5	0.2	0.0	0.0
	P acum	0.0	1.0	3.0	6.0	9.0	13.4	14.5	15.9	25.9	33.9	39.6	47.0	52.0	53.7	54.1	54.6	54.8	54.8	54.8
	i	0.0	6.0	12.0	18.0	18.0	26.4	6.6	8.4	60.0	48.0	34.2	44.4	30.0	10.2	2.4	3.0	1.2	0.0	0.0
	DUR -3HR	%	0.0	1.8	5.5	10.9	16.4	24.4	26.4	29.0	47.2	61.7	72.1	85.6	94.7	97.8	98.5	99.5	99.8	99.8
87.05.02	DP	0.0	0.5	0.1	0.4	1.0	4.5	7.3	8.8	12.8	14.4	14.2	3.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
	P acum	0.0	0.5	0.6	1.0	2.0	6.5	13.8	22.6	35.4	49.8	64.0	67.0	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9	71.0
	i	0.0	3.0	0.6	2.4	6.0	27.0	43.8	52.8	76.8	86.4	85.2	18.0	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
	DUR -3HR	%	0.0	0.7	0.8	1.4	2.8	9.2	19.4	31.8	49.9	70.1	90.1	94.4	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	100.0
87.10.15	DP	0.0	3.0	5.0	6.5	3.0	1.0	0.5	1.5	1.5	1.3	1.2	2.8	3.1	4.0	5.0	4.5	1.1	2.8	6.0
	P acum	0.0	3.0	8.0	14.5	17.5	18.5	19.0	20.5	22.0	23.3	24.5	27.3	30.4	34.4	39.4	43.9	45.0	48.8	55.0
	i	0.0	18.0	30.0	39.0	18.0	6.0	3.0	9.0	9.0	7.8	7.2	16.8	18.6	24.0	30.0	27.0	6.6	22.8	20.0
	DUR -3HR	%	0.0	5.4	14.4	26.1	31.5	33.3	34.2	36.9	39.6	41.9	44.1	49.1	54.7	61.9	70.9	79.0	80.9	87.8
87.09.20	DP	0.0	2.7	3.0	9.2	9.0	5.7	4.0	4.0	6.7	4.0	5.3	1.0	6.0	2.3	2.4	2.3	3.0	1.5	1.0
	P acum	0.0	2.7	5.7	14.9	23.9	29.6	33.6	37.6	44.3	48.3	53.6	54.6	60.6	62.9	65.3	67.6	70.6	72.1	73.0
	i	0.0	16.2	18.0	55.2	54.0	34.2	24.0	24.0	40.2	24.0	31.8	6.0	36.0	13.8	14.4	13.8	18.0	9.0	5.0
	DUR -3HR	%	0.0	3.7	7.7	20.2	32.3	40.1	45.5	50.9	59.9	65.4	72.5	73.9	82.0	85.1	88.4	91.5	95.5	97.6
88.01.04	DP	0.0	5.0	2.8	0.5	0.2	0.5	2.1	9.0	5.0	8.0	12.5	15.5	13.0	10.0	9.0	18.0	14.0	11.0	8.0
	P acum	0.0	5.0	7.8	8.3	8.5	9.0	11.1	20.1	25.1	33.1	45.6	61.1	74.1	84.1	93.1	111.1	125.1	136.1	144.0
	i	0.0	30.0	16.8	3.0	1.2	3.0	12.6	54.0	30.0	48.0	75.0	93.0	78.0	60.0	54.0	108.0	84.0	66.0	24.0
	DUR -3HR	%	0.0	3.5	5.4	5.8	5.9	6.2	7.7	13.9	17.4	23.0	31.6	42.4	51.4	58.4	64.6	77.1	86.8	94.4
88.09.29	DP	0.0	1.5	1.2	4.0	1.2	2.7	5.2	10.0	12.5	4.0	2.5	1.7	0.8	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.0
	P acum	0.0	1.5	2.7	6.7	7.9	10.6	15.8	25.8	38.3	42.3	44.8	46.5	47.3	47.3	47.3	47.8	47.8	47.8	50.0
	i	0.0	9.0	7.2	24.0	7.2	16.2	31.2	60.0	75.0	24.0	15.0	10.2	4.8	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	8.0
	DUR -3HR	%	0.0	3.0	5.3	13.2	15.6	20.9	31.2	51.0	75.7	83.6	88.5	91.9	93.5	93.5	93.5	94.5	94.5	100.0
88.12.13	DP	0.0	0.1	0.5	3.1	6.2	9.2	12.7	12.3	11.0	15.1	12.6	6.7	4.7	2.1	3.5	3.5	1.5	1.0	0.0
	P acum	0.0	0.1	0.6	3.7	9.9	19.1	31.8	44.1	55.1	70.2	82.8	89.5	94.2	96.3	99.8	103.3	104.8	105.8	105.8
	i	0.0	0.6	3.0	18.6	37.2	55.2	76.2	73.8	66.0	90.6	75.6	40.2	28.2	12.6	21.0	21.0	9.0	6.0	0.0
	DUR -3HR	%	0.0	0.1	0.6	3.5	9.4	18.1	30.1	41.7	52.1	66.4	78.3	84.6	89.0	91.0	94.3	97.6	99.1	100.0
90.06.23	DP	0.0	0.5	0.5	1.0	5.0	5.0	8.0	20.0	14.0	10.0	6.7	3.3	7.0	2.0	2.0	3.0	0.5	0.2	0.0
	P acum	0.0	0.5	1.0	2.0	7.0	12.0	20.0	40.0	54.0	64.0	70.7	74.0	81.0	83.0	85.0	88.0	88.5	88.7	88.9
	i	0.0	3.0	3.0	6.0	30.0	30.0	48.0	120.0	84.0	60.0	40.2	19.8	42.0	12.0	12.0	18.0	3.0	1.2	0.6
	DUR -3HR	%	0.0	0.6	1.1	2.2	7.9	13.5	22.5	45.0	60.7	72.0	79.5	83.2	91.1	93.4	95.6	99.0	99.6	100.0
90.11.01	DP	0.0	2.0	8.0	1.0	9.0	10.0	10.0	10.0	10.0	1.0	3.0	2.0	1.8	2.2	4.0	6.0	10.0	5.0	5.0
	P acum	0.0	2.0	10.0	11.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	61.0	64.0	66.0	67.8	70.0	74.0	80.0	90.0	95.0	100.0
	i	0.0	12.0	48.0	6.0	54.0	60.0	60.0	60.0	60.0	6.0	18.0	12.0	10.8	13.2	24.0	36.0	60.0	30.0	15.0
	DUR -3HR	%	0.0	2.0	10.0	11.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	61.0	64.0	66.0	67.8	70.0	74.0	80.0	90.0	95.0

FECHA	TIPO	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
-------	------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DISTRIBUCION PORCENTUAL :

MINIMO	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	2.8	6.5	12.2	17.3	28.8	48.3	50.7	55.2	70.4	81.0	90.4	95.4	100
MEDIO	0.0	2.1	6.6	11.5	17.3	23.5	31.2	39.8	49.1	56.6	64.2	72.0	78.0	82.5	87.6	92.3	95.9	98.3	100
MAXIMO	0.0	5.6	18.8	39.3	59.1	72.3	87.2	91.6	92.1	95.7	97.5	98.3	99.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100

HIETOGRAMA (mm/hora)

MINIMO	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.6	1.2	5.4	1.2	3.6	1.8	1.8	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
PROMEDIO	0.0	9.2	19.8	20.7	25.0	28.2	35.5	41.0	43.2	34.6	35.6	38.3	29.7	22.6	25.9	25.0	19.6	12.4	7
MAXIMO	0.0	30.0	76.8	84.0	67.8	91.8	120.0	120.0	112.2	90.6	85.2	146.4	110.4	63.0	91.2	108.0	84.0	66.0	48

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA LLUVIA

ESTACION : EL TABANO

TIEMPO (MIN) PRECIPITACION (%)

0	0.0
10	2.1
20	6.6
30	11.5
40	17.3
50	23.5
60	31.2
70	39.8
80	49.1
90	56.6
100	64.2
110	72.0
120	78.0
130	82.5
140	87.6
150	92.3
160	95.9
170	98.3
180	100.0

TABLA 6

VALORES DEL HIDROGRAMA DE CRECIENTE CALCULA POR EL METODO DEL S.C.S
PID : MUTATA

SITIO : 1

DISTRIBUCION DE LLUVIA: ELTABANO
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL: CHANCOS
TIEMPO DE CONCENTRACION(HR) = 1.74
PRECIPITACION MAXIMA(mm) = 125.2
PERIODO DE RETORNO(ANOS) = 2
CAUDAL PICO UNITARIO(M3/S)... = 1.15971
CAUDAL PICO UNITARIO(M3/S)... = 1.758398
APEA(KM2) = 9.804

=====

TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/S)	TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/SEG)
-------------	--------------	-------------	----------------

0	0	8.793999	.33
.231	.095	9.024999	.266
.463	.727	9.257	.211
.694	2.072	9.488	.164
.926	4.684	9.72	.126
1.157	7.859	9.951	.092
1.389	10.492	10.182	.062
1.62	12.385	10.414	.037
1.851	13.98	10.645	.016
2.083	15.178	0	0
2.314	16.072	0	0
2.546	16.9	0	0
2.777	17.525	0	0
3.008	17.973	0	0
3.24	17.804	0	0
3.471	16.859	0	0
3.703	14.595	0	0
3.934	11.717	0	0
4.166	9.343001	0	0
4.397	7.682	0	0
4.628	6.296	0	0
4.86	5.274	0	0
5.091	4.524	0	0
5.323	3.815	0	0
5.554	3.289	0	0
5.786	2.827	0	0
6.017	2.436	0	0
6.248	2.1	0	0
6.48	1.807	0	0
6.711	1.556	0	0
6.943	1.336	0	0
7.174	1.137	0	0
7.405	.959	0	0
7.637	.808	0	0
7.868	.684	0	0
8.100001	.582	0	0
8.331001	.482	0	0
8.563	.402	0	0

VOLUMEN : 212910.1

VALORES DEL PROGRAMA DE PRECIPITANTE CALCULA POR EL METODO DEL S.C.S

RIO : MUTATA

SITIO : 1

DISTRIBUCION DE LLUVIA: EL TABANO
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL: CHANCOS
PRECIPITACION EFECTIVA(mm)...= 58.23514
INTERVALO DE RENDIMIENTO(HRS)...= .23142
TIEMPO PICO UNITARIO(HRS)...= 1.15971
CAUDAL PICO UNITARIO(M3/S)...= 1.758398
AREA(KM2) = 9.804

=====

TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/S)	TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/SEG)
-------------	--------------	-------------	----------------

=====

0	0	8.793999	.516
.149	9.024999		.417
1.138	9.257		.331
3.245	9.488		.257
7.335	9.72		.197
12.307	9.951		.143
16.429	10.182		.097
19.394	10.414		.058
21.89	10.645		.025
23.767			0
25.167			0
26.463			0
27.442			0
28.143			0
27.879			0
26.398			0
22.854			0
18.347			0
14.63			0
12.03			0
9.859			0
8.258001			0
7.085			0
5.974			0
5.151			0
4.427			0
3.814			0
3.288			0
2.829			0
2.437			0
2.092			0
1.781			0
1.502			0
1.265			0
1.071			0
.911			0
.755			0
.629			0

VOLUMEN : 333391.5

VALORES DEL HIDROGRAMA DE CRECIENTE CALCULA POR EL METODO DEL S.C.S

PIO : MUTATA

SITIO : 1

DISTRIBUCION DE LLUVIA: ELTABANO
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL: CHANCOS
TIEMPO DE CONCENTRACION(HR) = 1.74
PRECIPITACION MAXIMA(mm) = 177.4
PERIODO DE RETORNO(ANOS) = 10
DURACION DE LA LLUVIA(HRS) = 3
CN DE ESCURRIMIENTO.. = 63
PRECIPITACION EFECTIVA(mm)... = 73.38235
INTERVALO DE PENDIMIENTO(HRS)... = .23142
TIEMPO PICO UNITARIO(HRS)... = 1.15971
CAUDAL PICO UNITARIO(M3/S)... = 1.758398
AREA(KM2) = 9.804

=====

0	0	0	0
.231	.188	0	.651
.463	1.434	9.257	.526
.694	4.089	9.488	.417
.926	9.241999	9.72	.324
1.157	15.507	9.951	.248
1.389	20.702	10.182	.181
1.62	24.439	10.414	.122
1.851	27.584	10.645	.073
2.083	29.948	0	.032
2.314	31.713	0	0
2.546	33.346	0	0
2.777	34.58	0	0
3.008	35.463	0	0
3.24	35.131	0	0
3.471	33.265	0	0
3.703	28.798	0	0
3.934	23.12	0	0
4.166	18.435	0	0
4.397	15.159	0	0
4.628	12.423	0	0
4.86	10.406	0	0
5.091	8.927	0	0
5.323	7.528	0	0
5.554	6.49	0	0
5.786	5.579	0	0
6.017	4.806	0	0
6.248	4.143	0	0
6.48	3.555	0	0
6.711	3.07	0	0
6.943	2.637	0	0
7.174	2.244	0	0
7.405	1.892	0	0
7.637	1.594	0	0
7.868	1.35	0	0
8.100001	1.148	0	0
8.331001	.951	0	0
8.563	.792	0	0

VOLUMEN : 420106.7

VALORES DEL HIDROGRAMA DE CRECIENTE CALCULA POR EL METODO DEL S.C.S
 FID : MUTATA SITIO : 1

DISTRIBUCION DE LLUVIA: ELTABANO CN DE ESCURRIMIENTO..= 63
 HIDROGRAMA ADIMENSIONAL: CHANCOS PRECIPITACION EFECTIVA(mm)...= 88.64711
 TIEMPO DE CONCENTRACION(HR) = 1.74 INTERVALO DE RENDIMIENTO(HRS)...= .23142
 PRECIPITACION MAXIMA(mm) = 197.4 TIEMPO PICO UNITARIO(HRS)...= 1.15971
 PERIODO DE RETORNO(ANOS) = 20 CAUDAL PICO UNITARIO(M3/S)...= 1.758398
 DURACION DE LA LLUVIA(HRS) = 3 APEA(KM2) = 9.804

TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/S)	TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/SEG)
0	0	8.793999	.786
.231	.227	9.024999	.635
.463	1.732	9.257	.5030001
.694	4.939	9.488	.392
.926	11.165	9.72	.299
1.157	18.733	9.951	.218
1.389	25.009	10.182	.148
1.62	29.522	10.414	.088
1.851	33.322	10.645	.039
2.083	36.178	0	0
2.314	38.309	0	0
2.546	40.283	0	0
2.777	41.773	0	0
3.008	42.84	0	0
3.24	42.439	0	0
3.471	40.184	0	0
3.703	34.788	0	0
3.934	27.929	0	0
4.166	22.27	0	0
4.397	18.312	0	0
4.628	15.007	0	0
4.86	12.571	0	0
5.091	10.784	0	0
5.323	9.094	0	0
5.554	7.841	0	0
5.786	6.739	0	0
6.017	5.806	0	0
6.248	5.005	0	0
6.48	4.306	0	0
6.711	3.709	0	0
6.943	3.185	0	0
7.174	2.711	0	0
7.405	2.286	0	0
7.637	1.926	0	0
7.868	1.63	0	0
8.100001	1.386	0	0
8.331001	1.149	0	0
8.563	.957	0	0

VOLUMEN : 507493.6

VALORES DEL HIDROGRAMA DE CRECIENTE CALCULA POR EL METODO DEL S.C.S
 RIO : MUTATA SITIO : 1

DISTRIBUCION DE LLUVIA: ELTABANO CN DE ESCURRIMIENTO..= 63
 HIDROGRAMA ADIMENSIONAL: CHANCOS PRECIPITACION EFECTIVA(mm)...= 109.1554
 TIEMPO DE CONCENTRACION(HR) = 1.74 INTERVALO DE RENDIMIENTO(HRS)...= .23142
 PRECIPITACION MAXIMA(mm) = 223.2 TIEMPO PICO UNITARIO(HRS)...= 1.15971
 PERIODO DE RETORNO(ANOS) = 50 CAUDAL PICO UNITARIO(M3/S)...= 1.758398
 DURACION DE LA LLUVIA(HRS) = 3 AREA(KM2) = 9.804

TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/S)	TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/SEG)
0	0	8.793999	.968
.231	.279	9.024999	.982
.463	2.133	9.257	.97
.694	6.082	9.488	.962
.926	13.748	9.72	.959
1.157	23.067	9.951	.959
1.389	30.794	10.182	.952
1.62	36.352	10.414	.948
1.851	41.031	10.645	.948
2.083	44.548	0	0
2.314	47.172	0	0
2.546	49.602	0	0
2.777	51.437	0	0
3.008	52.751	0	0
3.24	52.257	0	0
3.471	49.481	0	0
3.703	42.837	0	0
3.934	34.39	0	0
4.166	27.422	0	0
4.397	22.548	0	0
4.628	18.479	0	0
4.86	15.479	0	0
5.091	13.279	0	0
5.323	11.198	0	0
5.554	9.654	0	0
5.786	8.298001	0	0
6.017	7.149	0	0
6.248	6.163	0	0
6.48	5.302	0	0
6.711	4.567	0	0
6.943	3.922	0	0
7.174	3.338	0	0
7.405	2.815	0	0
7.637	2.371	0	0
7.868	2.007	0	0
8.100001	1.707	0	0
8.331001	1.415	0	0
8.563	1.178	0	0

VOLUMEN : 624900.6

VALORES DEL HIDROGRAMA DE CRECIENTE CALCULA POR EL METODO DEL S.C.S
 PIO : MUTATA SITIO : 1

DISTRIBUCION DE LLUVIA: ELTABANO CN DE ESCURRIMIENTO..= 63
 HIDROGRAMA ADIMENSIONAL: CHANCOS PRECIPITACION EFECTIVA(mm)...= 125.0733
 TIEMPO DE CONCENTRACION(HR) = 1.74 INTERVALO DE RENDIMIENTO(HRS)...= .23142
 PRECIPITACION MAXIMA(mm) = 242.6 TIEMPO PICO UNITARIO(HRS)...= 1.15971
 PERIODO DE RETORNO(ANOS) = 100 CAUDAL PICO UNITARIO(M3/S)...= 1.758398
 DURACION DE LA LLUVIA(HRS) = 3 AREA(KM2) = 9.804

TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/S)	TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/SEG)
0	0	8.793999	1.109
.231	.32	9.024999	.896
.463	2.444	9.257	.71
.694	6.969	9.488	.553
.926	15.753	9.72	.422
1.157	26.431	9.951	.308
1.389	35.285	10.182	.209
1.62	41.653	10.414	.124
1.851	47.015	10.645	.055
2.083	51.044	0	0
2.314	54.051	0	0
2.546	56.836	0	0
2.777	58.938	0	0
3.008	60.443	0	0
3.24	59.877	0	0
3.471	56.696	0	0
3.703	49.083	0	0
3.934	39.405	0	0
4.166	31.421	0	0
4.397	25.836	0	0
4.628	21.174	0	0
4.86	17.737	0	0
5.091	15.216	0	0
5.323	12.83	0	0
5.554	11.062	0	0
5.786	9.508001	0	0
6.017	8.191	0	0
6.248	7.061	0	0
6.48	6.076	0	0
6.711	5.233	0	0
6.943	4.494	0	0
7.174	3.824	0	0
7.405	3.225	0	0
7.637	2.717	0	0
7.868	2.3	0	0
8.100001	1.956	0	0
8.331001	1.621	0	0
8.563	1.35	0	0

VOLUMEN : 716027.4

DISTRIBUCION DE LLUVIA: EL TABANO
CN DE ESCURRIMIENTO.: = 63
PRECIPITACION EFECTIVA(mm).... = 179.8351
INTERVALO DE RENDIMIENTO(HRS).... = .23142
TIEMPO DE CONCENTRACION(HRS) = 1.74
PRECIPITACION MAXIMA(mm) = 306.6
PERIODO DE RETORNO(ANOS) = 1000
CAUDAL PICO UNITARIO(M3/S).... = 1.15971
AREA(KM2) = 9.804

#####

=====

TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/S)	TIEMPO(HRS)	CAUDAL(M3/SEG)
-------------	--------------	-------------	----------------

0	0	0	1.595
.231	.46	9.024999	1.288
.463	3.514	9.257	1.021
.694	10.02	9.488	.794
.926	22.65	9.72	.607
1.157	38.004	9.951	.443
1.389	50.734	10.182	.3
1.62	59.89	10.414	.179
1.851	67.599	10.645	7.900001E-02
2.083	73.393	0	0
2.314	77.717	0	0
2.546	81.72	0	0
2.777	84.74401	0	0
3.008	86.908	0	0
3.24	86.094	0	0
3.471	81.52	0	0
3.703	70.574	0	0
3.934	56.659	0	0
4.166	45.178	0	0
4.397	37.149	0	0
4.628	30.444	0	0
4.86	25.503	0	0
5.091	21.878	0	0
5.323	18.448	0	0
5.554	15.906	0	0
5.786	13.671	0	0
6.017	11.778	0	0
6.248	10.153	0	0
6.48	8.736	0	0
6.711	7.524	0	0
6.943	6.462	0	0
7.174	5.499	0	0
7.405	4.637	0	0
7.637	3.906	0	0
7.868	3.307	0	0
8.100001	2.812	0	0
8.331001	2.331	0	0
8.563	1.942	0	0

VOLUMEN : 1029535

RIO CHANCOS LAS PENAS

CAUDALES MINIMOS (M3/SEG)

***** METODO *****	TR - ANOS				
	2	5	10	20	50
*****	*****	*****	*****	*****	*****
GUMBEL LN - LN	2.64	1.86	1.34	0.85	0.21
GUMBEL EXPONENCIAL	2.57	1.99	1.68	1.43	1.18
LOG NORMAL	2.47	1.99	1.78	1.62	1.47
*****	*****	*****	*****	*****	*****
CAUDAL MINIMO PROMEDIO (M3/SEG)	2.56	1.95	1.60	1.30	0.95
CAUDAL MINIMO PROMEDIO ESPECIFICO (LIT/SEG/KM2)	67.19	51.09	41.99	34.12	25.02
*****	*****	*****	*****	*****	*****

RIO AZUL GUACIRUMA

CAUDALES MINIMOS (M3/SEG)

***** METODO *****	TR - ANOS				
	2	5	10	20	50
*****	*****	*****	*****	*****	*****
GUMBEL LN - LN	3.65	2.50	1.75	1.02	0.08
GUMBEL EXPONENCIAL	3.59	2.68	2.17	1.73	1.22
LOG NORMAL	3.36	2.60	2.27	2.04	1.81
*****	*****	*****	*****	*****	*****
CAUDAL MINIMO PROMEDIO (M3/SEG)	3.53	2.59	2.06	1.60	1.04
CAUDAL MINIMO PROMEDIO ESPECIFICO (LIT/SEG/KM2)	51.88	38.08	30.30	23.45	15.22
*****	*****	*****	*****	*****	*****

QUEBRADA MUTATA BOCATOMA

CAUDALES MINIMOS

TR (ANOS) *****	CAUDAL (M3/SEG) *****
2	0.509
5	0.373
10	0.297
20	0.230
50	0.149

CAUDAL MAXIMO DESVIADO (M3/S)	TIEMPO %	CAUDAL MEDIO DESVIADO (M3/S)
1.344	50	1.130
1.544	39	1.214
1.744	31	1.296
1.944	23	1.345
2.144	18	1.384
2.344	13	1.413
2.544	11	1.435

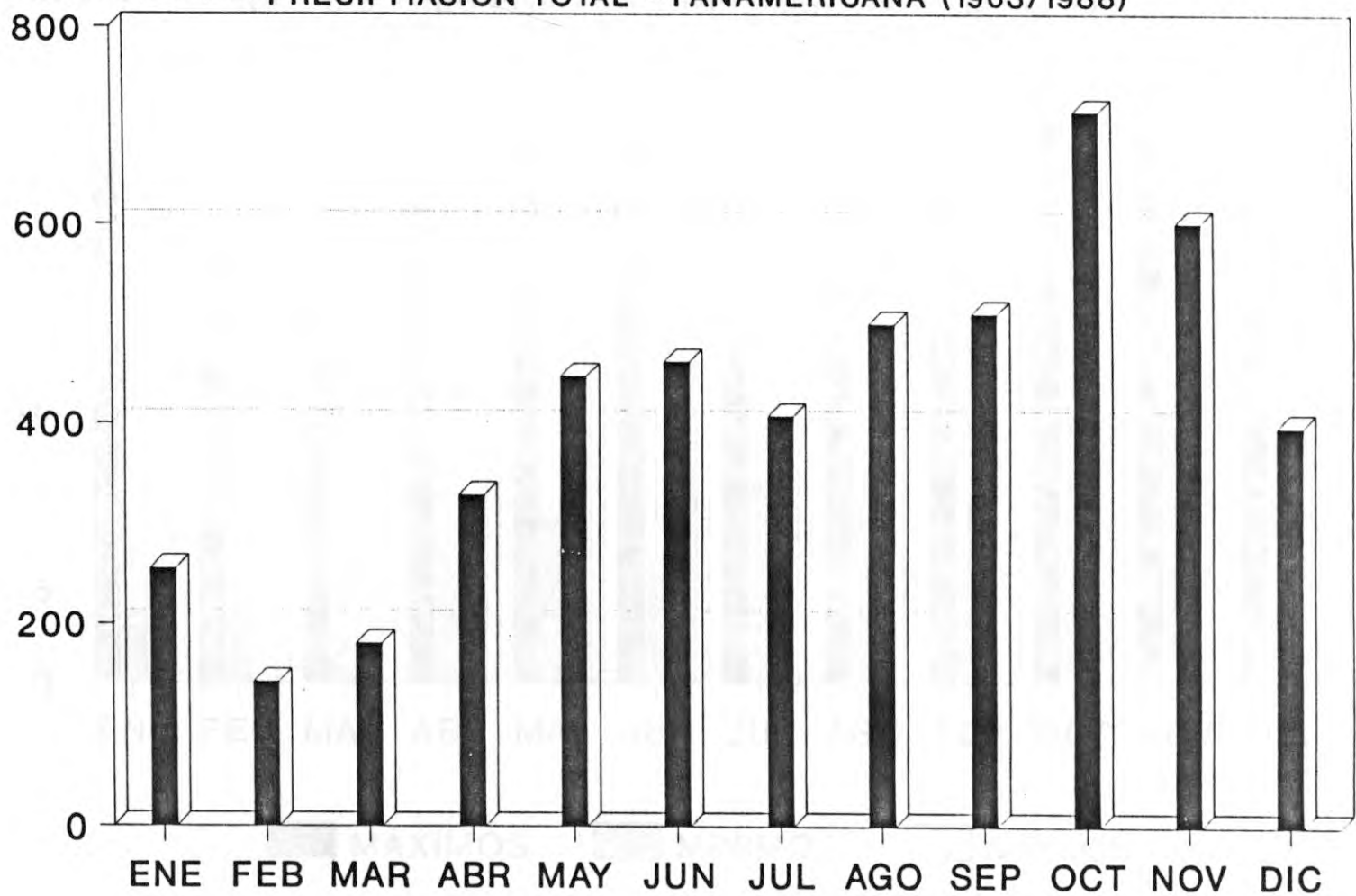
TABLA 17

GRAFICAS

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES

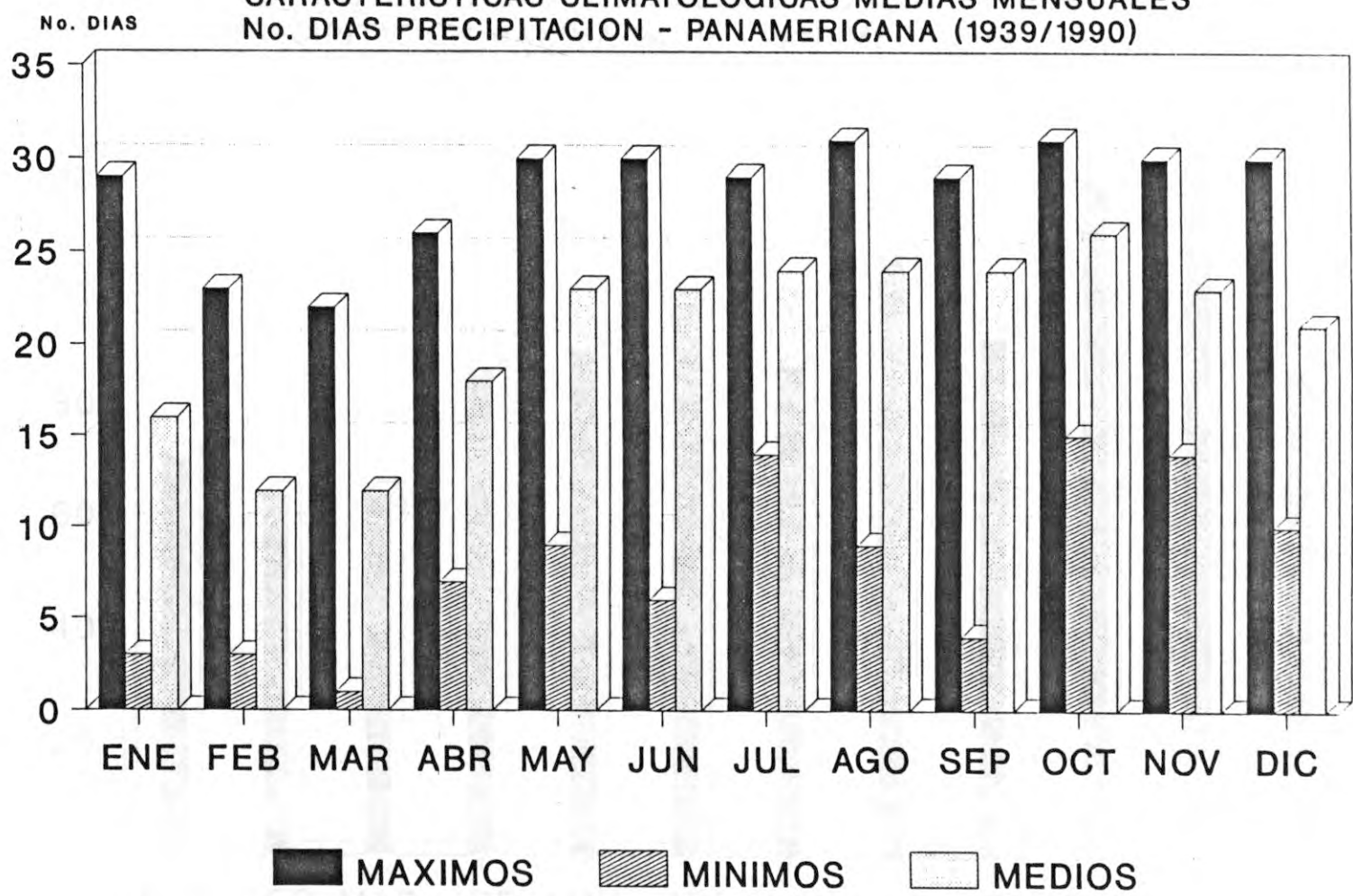
PRECIPITACION (mm) PRECIPITACION TOTAL - PANAMERICANA (1963/1988)



MES
GRAFICA No. 1

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

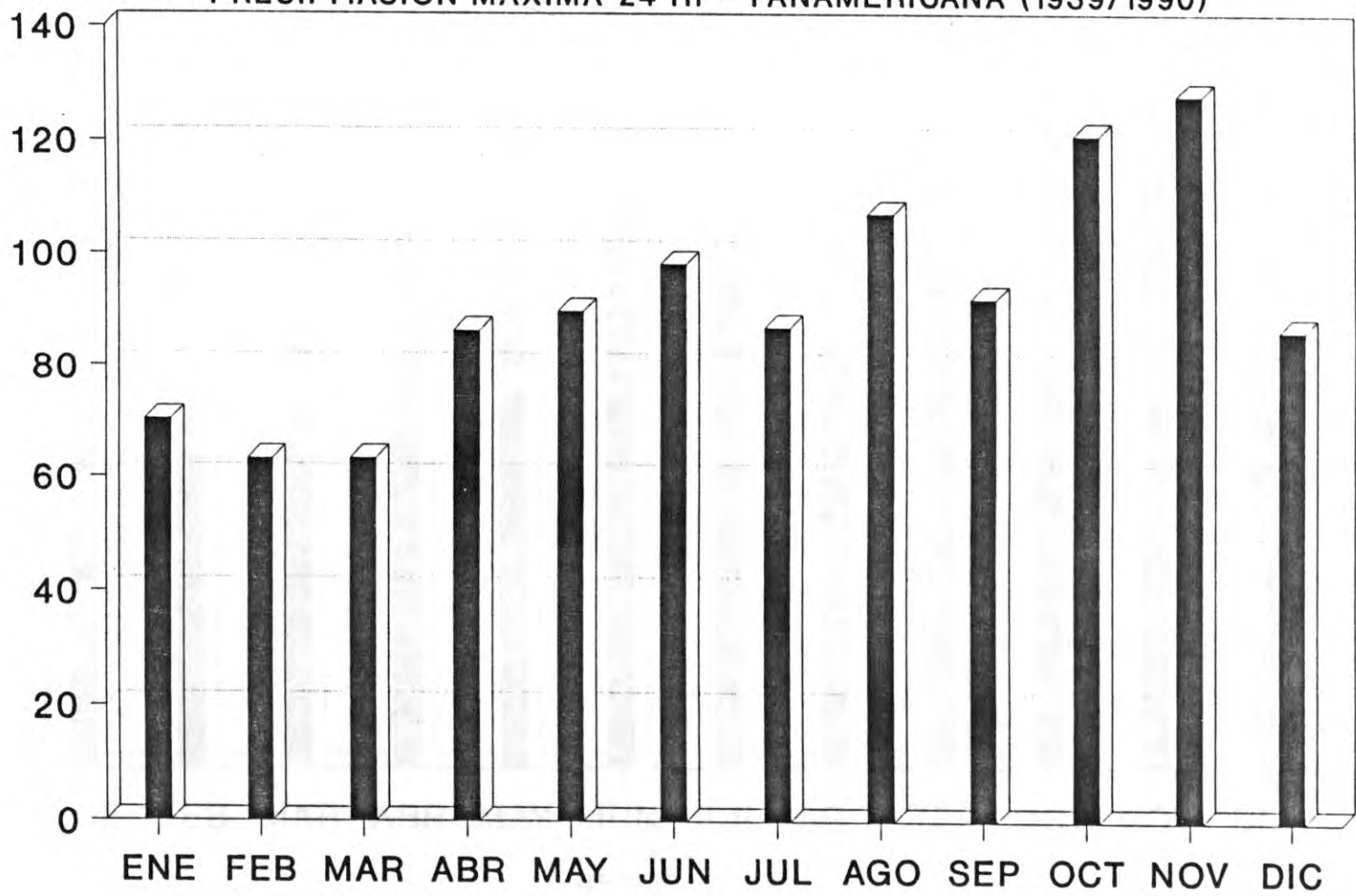
CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES
No. DIAS PRECIPITACION - PANAMERICANA (1939/1990)



PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES

PRECIPITACION (mm) PRECIPITACION MAXIMA 24 Hr - PANAMERICANA (1939/1990)



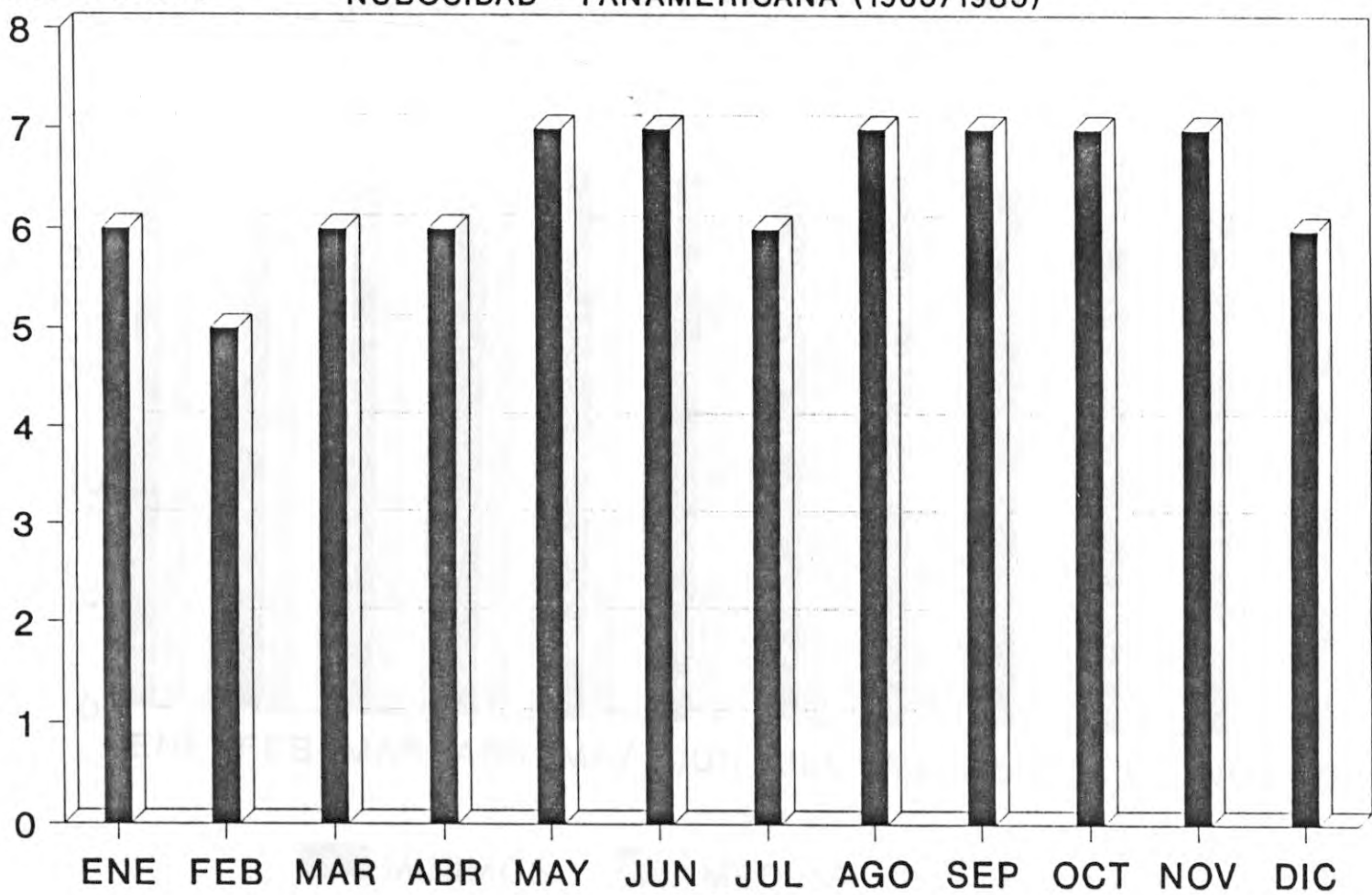
GRAFICA No. 3

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

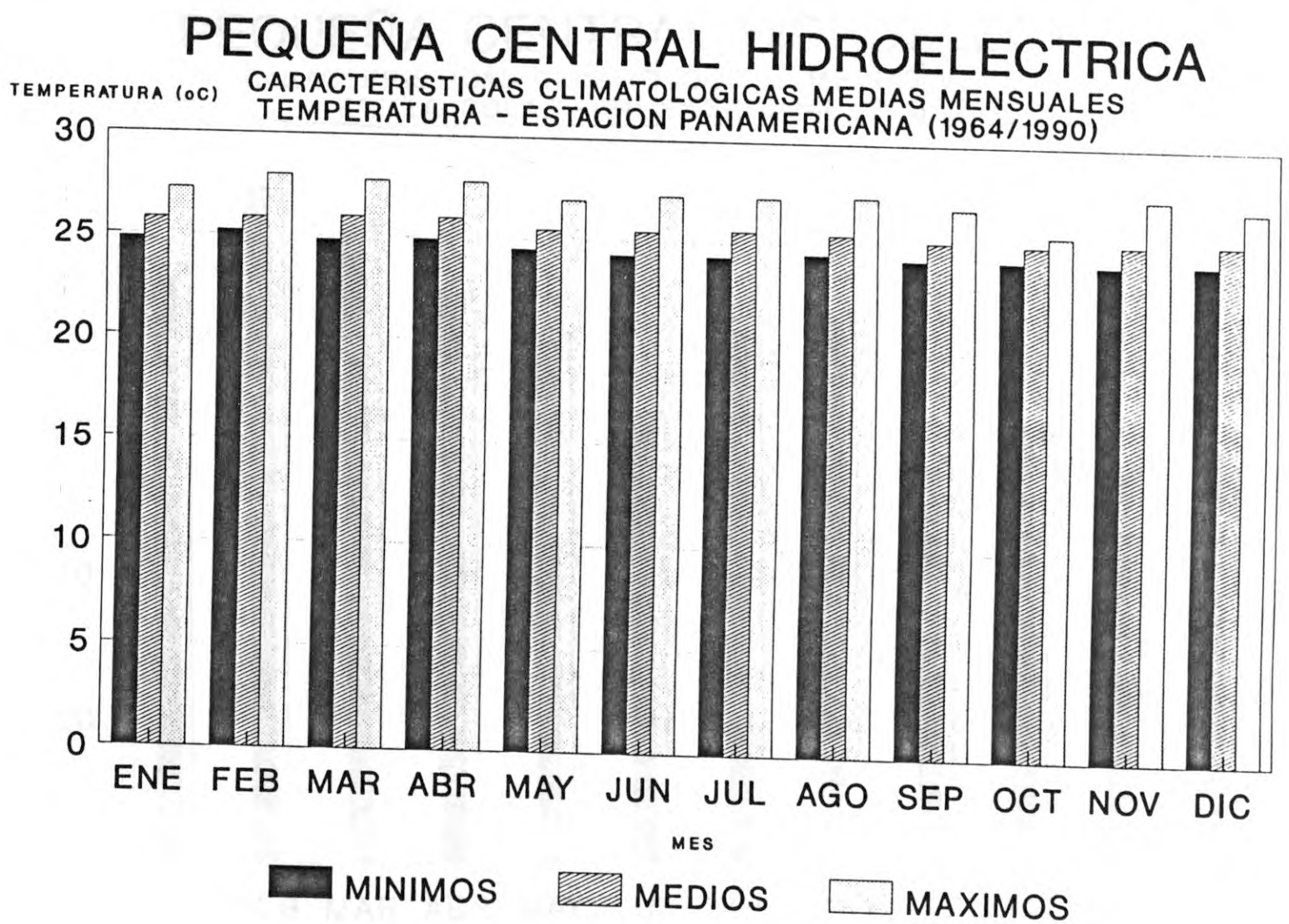
CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES

NUBOSIDAD (OCTOS)

NUBOSIDAD - PANAMERICANA (1965/1985)



GRAFICA No. 4

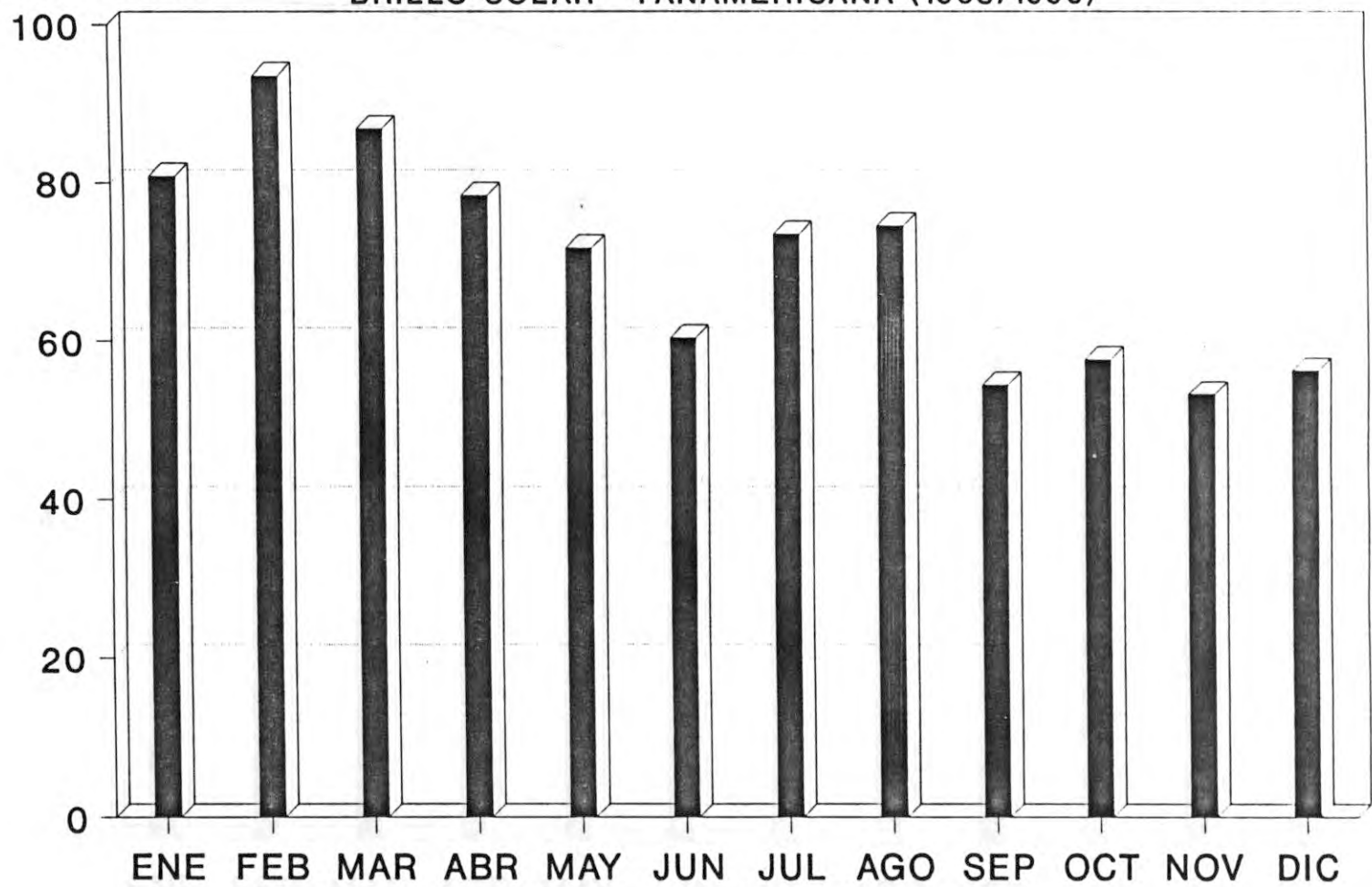


PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES

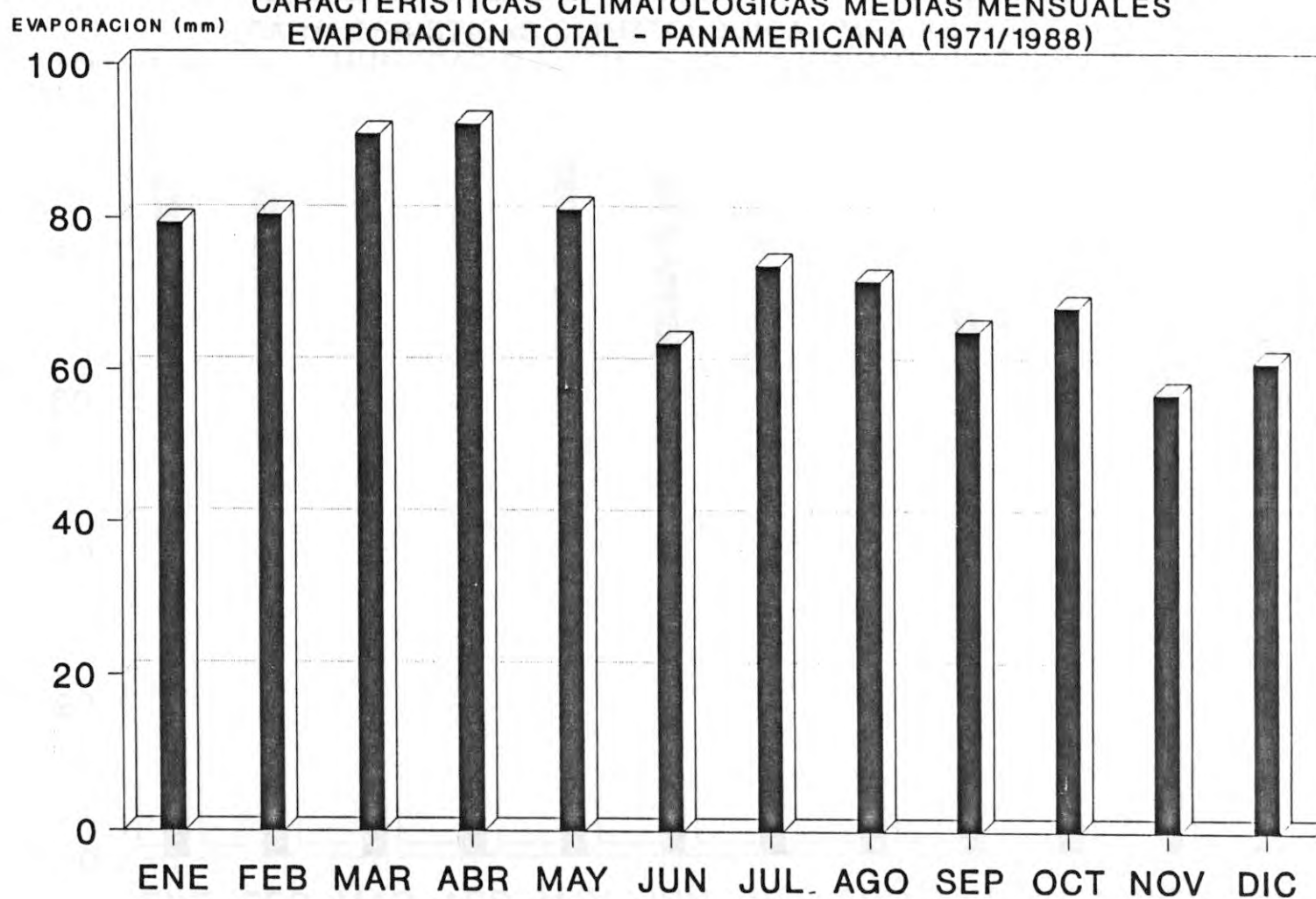
BRILLO SOLAR (Hr)

BRILLO SOLAR - PANAMERICANA (1963/1990)



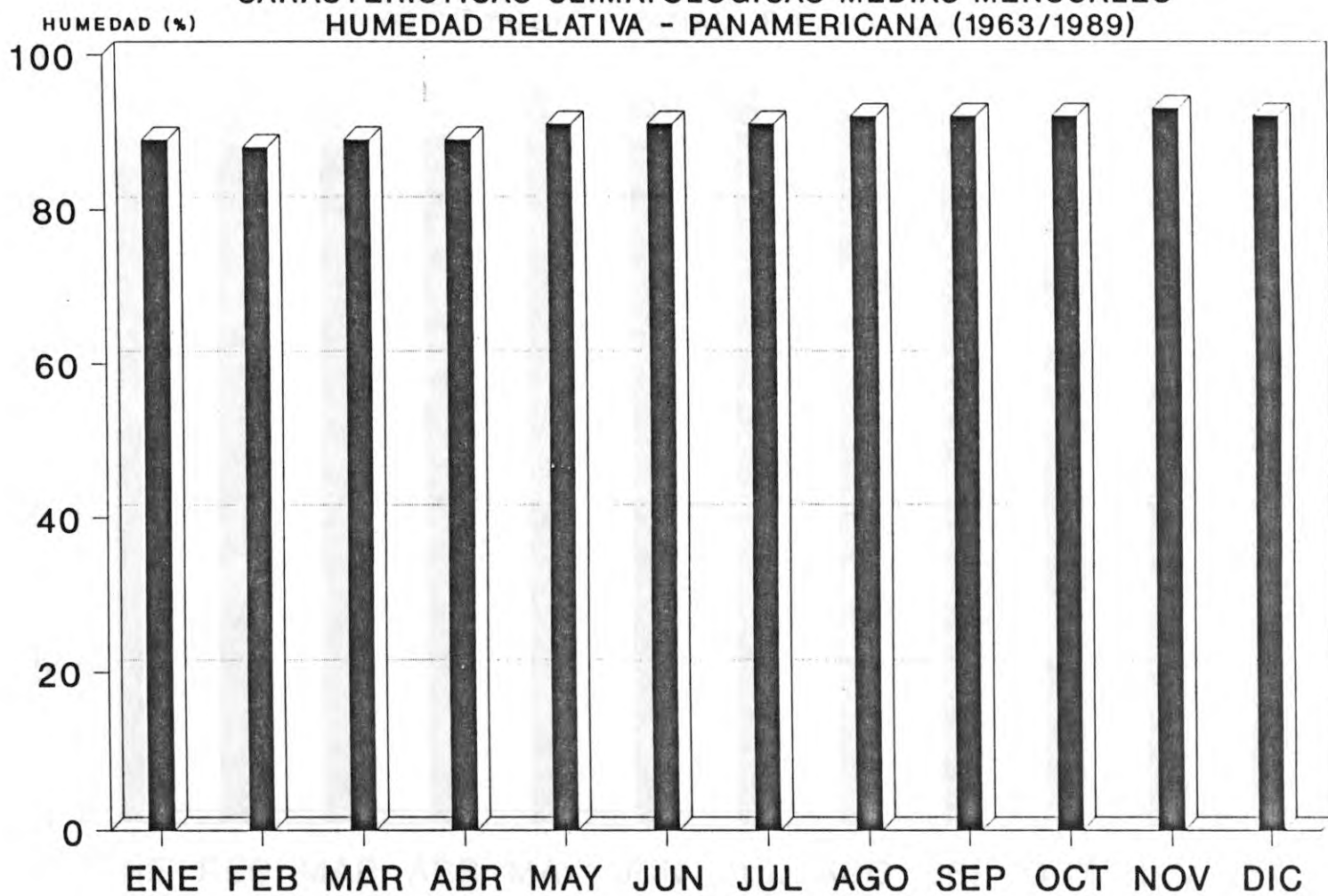
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES
EVAPORACION TOTAL - PANAMERICANA (1971/1988)



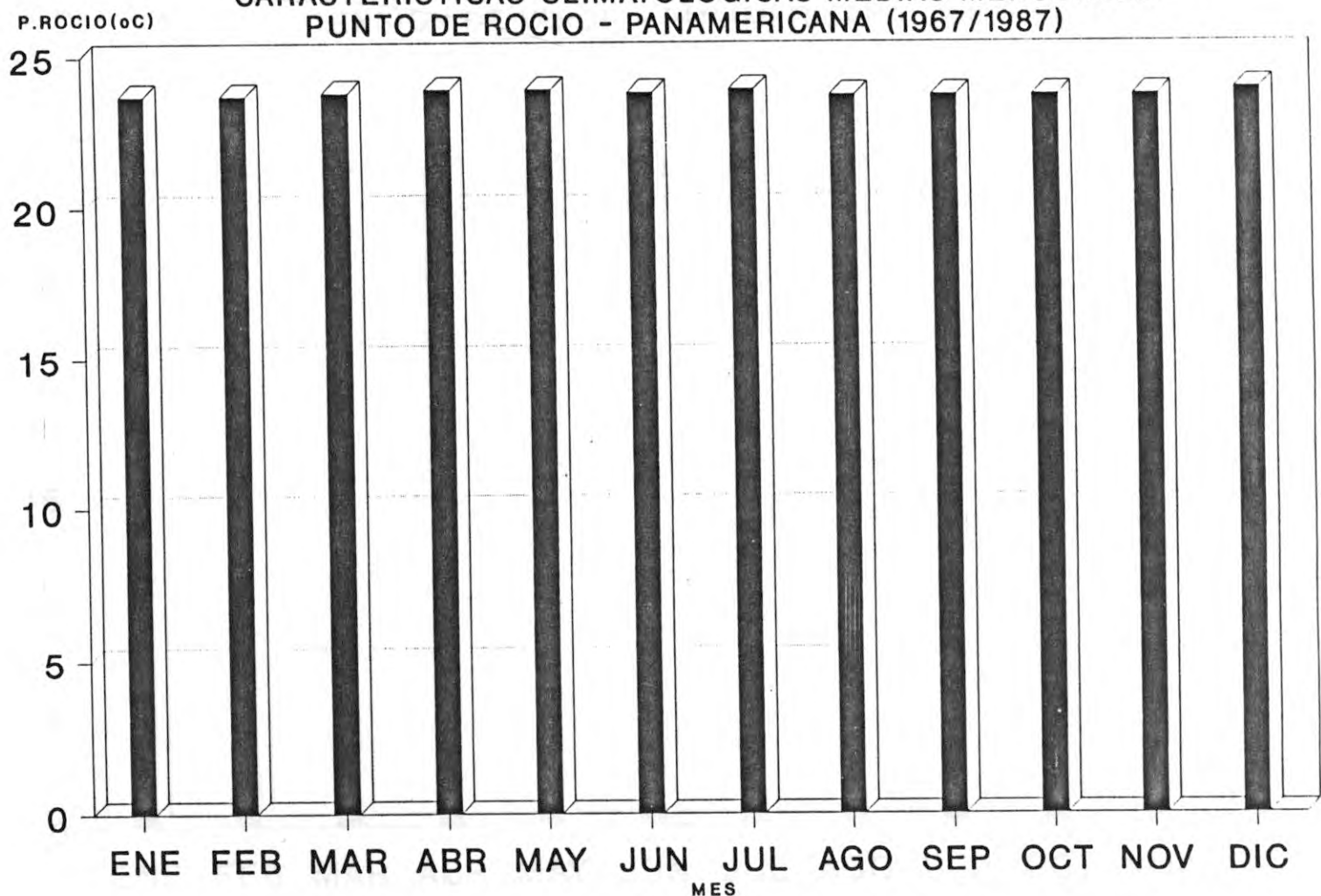
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES
HUMEDAD RELATIVA - PANAMERICANA (1963/1989)



PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

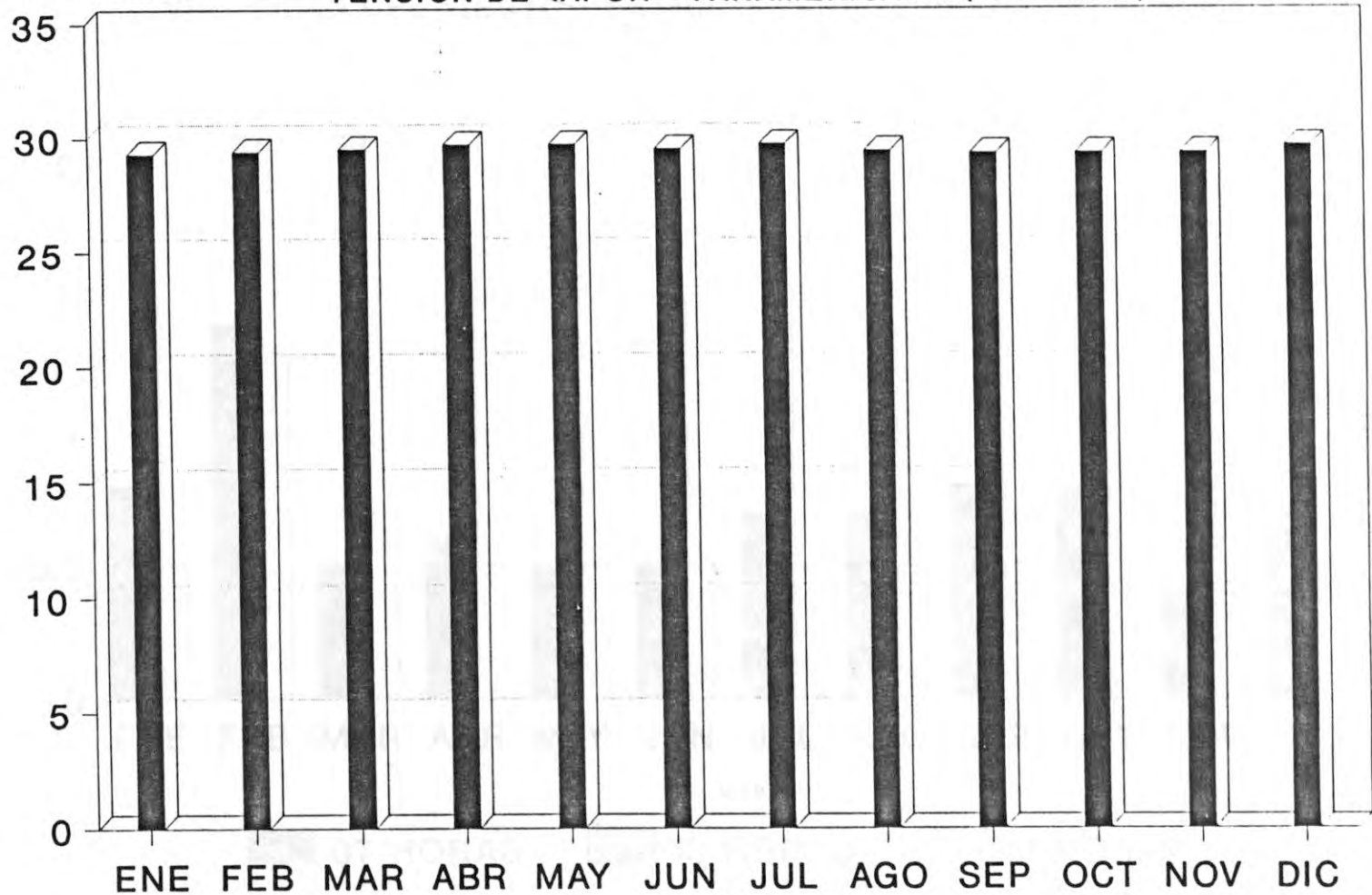
CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES
PUNTO DE ROCIO - PANAMERICANA (1967/1987)

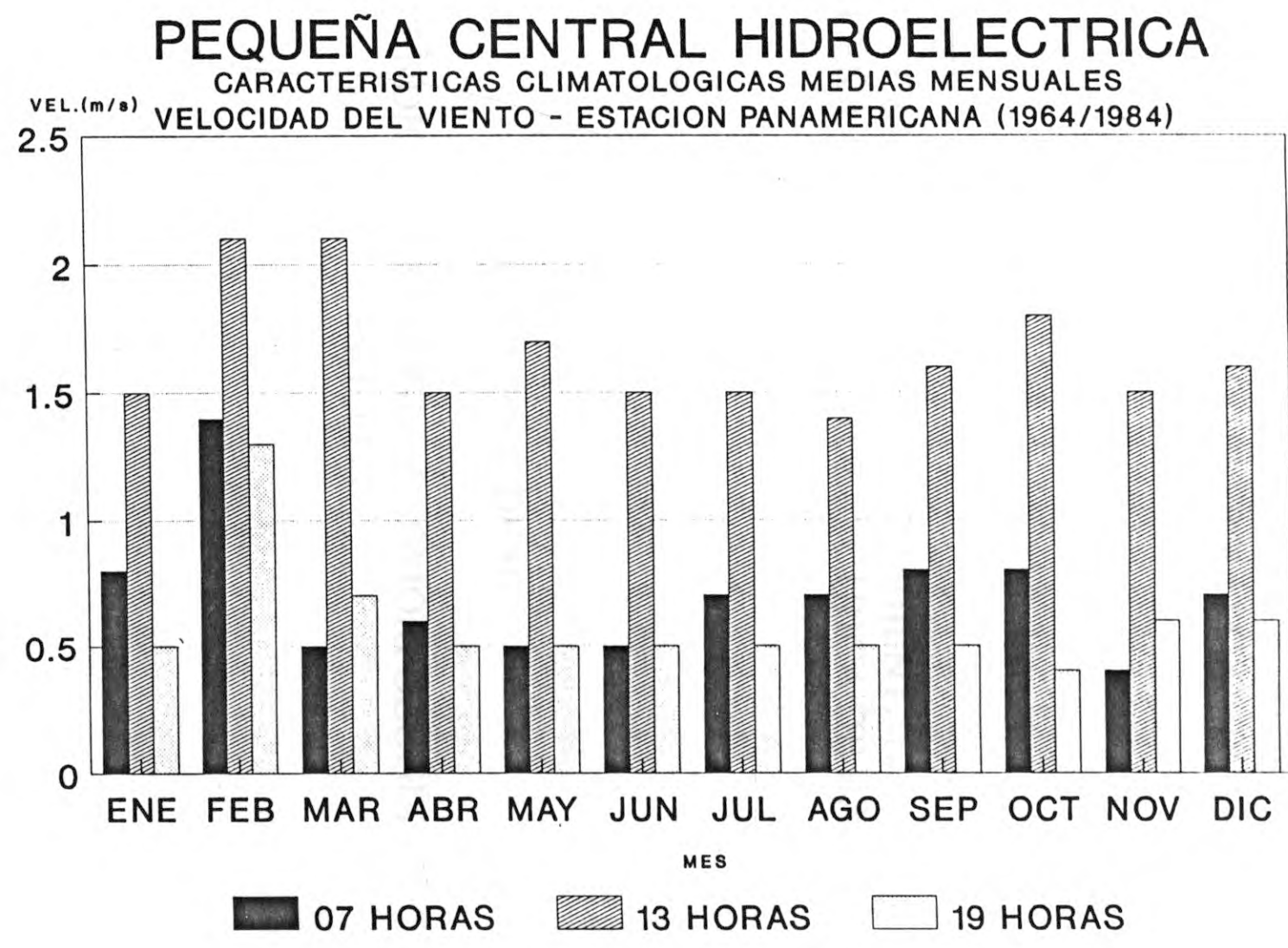


PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA

CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS MEDIAS MENSUALES
TENSION DE VAPOR - PANAMERICANA (1967/1987)

T. DE VAPOR (mb)





GRAFICA No. 11

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S.A.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MME
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - ICEL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE BAHIA
SOLANO - CHOCO

VOLUMEN II DE III

APENDICE 2: GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA -
SUELOS

STRYCON LTDA
Ingenieros Consultores
Calle 137 No. 19A- 11, Tel. 2749495, Santa Fe de Bogotá, D.C.
Julio, 1993

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

CONTENIDO

1.0 INTRODUCCION

2.0 INFORMACION EXISTENTE

3.0 TOMA DE MUESTRAS, ANALISIS DE LABORATORIO Y RESULTADOS

3.1 Muestreo en el sitio de presa

3.2 Muestreo en casa de máquinas

3.3 Muestreo en la vía de acceso

4.0 ANEXOS

1.0 Geología, Geomorfología y Fuentes de Materiales

2.0 Registro de Trincheras

3.0 Registro de Barrenos y Resultados de Laboratorio

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

INFORME GEOLOGICO Y GEOTECNICO

1.0 INTRODUCCION

El presente informe resume el estudio geológico y Geotécnico del proyecto Pequeña Central Hidroeléctrica de Bahía Solano, en el cual se analiza y complementa el estudio preparado en 1981 por la firma Consultoría y Sistemas Ltda.

STRYCON LTDA visitó el sitio de la obra en Noviembre de 1992, y efectuó una inspección visual de las características geológicas y geotécnicas de la zona, apoyados en la información de referencia y en los planos geológicos existentes. Adicionalmente se programó la perforación de 10 barrenos, se efectuaron los registros correspondientes y se tomaron muestras representativas a diferentes profundidades, para posteriores ensayos y análisis en el laboratorio de suelos.

2.0 INFORMACION EXISTENTE

El Capítulo IV del Anexo No. 1 de la información de referencia preparado por Consultoría y Sistemas Ltda en 1981, contiene la información detallada de las características geológicas, tanto regional como de la zona del proyecto y con un análisis detallado de las condiciones geotécnicas del embalse, sitio de presa, conducción y casa de máquinas.

La anterior información fue basada en observaciones de fotografías aéreas, reconocimiento superficial de campo, observación directa de 25 trincheras excavadas, dos (2) en el sitio de presa, veintiuna (21) a lo largo del alineamiento de la conducción y dos (2) trincheras en el sitio de casa de máquinas. Además se consultaron estudios generales elaborados con anterioridad, por otras entidades.

STRYCON LTDA en visita de campo, corroboró básicamente la geología, geomorfología y el comportamiento geotécnico de los diferentes sitios donde se van localizar las estructuras del proyecto, y se visitaron algunas trincheras que aun después de doce años de excavadas permanecen parcialmente expuestas, confirmandose la información existente del proyecto. Por las razones anteriores se consideró que no era necesario ampliar esta información y únicamente a manera de comprobación de las características del subsuelo, se ejecutaron 10 perforaciones con barreno heliocoidal de 3 1/2 pulgadas de diámetro y 4.0 mts de longitud.

Para efectos de la información de referencia, los Anexos No. 1 y 2, transcriben el informe de Geología y Registro de Trincheras correspondiente al Anexo 1 de la Licitación Pública Internacional ST-DC-PCH-I-034-189, preparado por la firma Consultoría y Sistemas Ltda.

3.0 TOMA DE MUESTRAS ANALISIS DE LABORATORIO Y RESULTADOS

Los Dibujos No. 1 y 2 muestran la localización de los barrenos ejecutados en la casa de máquinas y sitio de presa y en el Cuadro No. 1 se relacionan las características y ubicación del muestreo por perforación. El Anexo No. 3 contiene los registros de campo de cada uno de los barrenos ejecutados y los resultados de los ensayos del laboratorio de suelos.

3.1 Resultados de muestreo en el sitio de presa.

- El barreno No. 1 se perforó hasta una profundidad de 1.60 mts, se tomaron muestras del suelo a la profundidad de 0.80 y 1.40 m, determinándose su clasificación como SM, que corresponde a arenas limosas y mezcla de arena y limo y a 1.60 mts, clasificándose como CL-ML, que corresponde a limos y arcillas inorgánicos y arenas finas arcillosas.
- Las muestras correspondientes a los barrenos 2 y 4 clasificaron como SC que corresponden a una mezcla de arena y arcillas.
- El barreno No. 3 se perforó hasta 2.60 mts de profundidad, clasificando la muestra tomada como SM que corresponden a arenas limosas y mezclas de arena y limo.
- El barreno No. 5 con una profundidad de 1.60 mts, clasificó también como SM.

Las características determinadas anteriormente, adicionadas a la buena gradación de los materiales, confirman la impermeabilidad el suelo, condición favorable para el adecuado funcionamiento de la presa.

3.2 Muestreo en casa de máquinas

En la zona de la casa de máquinas se efectuaron 3 barrenos con longitudes máximas de 0.50, 0.70 y 0.80 mts. Debido a la presencia de bloques, no fue posible continuar con los barrenos. Las muestras obtenidas clasificaron como GM que corresponden a gravas limosas y NL-NP conformados por arenas gruesas. Lo anterior es indicativo de la presencia del aluvión antiguo del Río Boroboro.

3.3 Muestreo en la vía de Acceso

En proximidades del K1 + 100 de la vía proyectada como acceso a la zona del proyecto se perforaron 2 barrenos con profundidades de 2,40 y 3,60 mts, en material limo arcilloso en sectores elásticos y con humedades naturales altas, correspondiente a una zona pantanosa con características bajas para la construcción de la vía.

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO		PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO REGISTRO DE PERFORACIONES			FEBRERO 1993 CUADRO No. 1
SITIO	No.	DIRECCION	LONGITUD	TOMA DE MUESTRA (PROFUNDIDAD)	LOCALIZACION
Sitio de Presa	1	Vertical	1.60	0.80 1.40 1.60	Eje No. 1 Derecho
	2	Vertical	1.20	1.20	Bocatoma No. 1 izquierda
	3	Horizontal	2.60	0.80 1.50 2.60	Talud Bocatoma derecha
	4	Horizontal	3.10	1.20 3.10	Talud Bocatoma No. 1 izquierda
	5	Vertical	1.60	1.60	A 20 mts aguas arriba de No. 2
Casa de Máquinas	6	Vertical	0.50	0.50	Eje Turbinas
	7	Horizontal	0.80	0.80	Talud
	8	Vertical	0.70	0.70	BM
Vía	9	Vertical	3.60	1.20 1.90 2.40 3.60	
	10	Vertical	2.40	1.20 1.80 2.40	

ANEXO No. 1

**GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y FUENTES DE
MATERIALES**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE BAHIA SOLANO - CHOCO

ANEXO No. 1

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y FUENTES DE MATERIALES

CONTENIDO

1.0 GENERALIDADES

1.1 Introducción

1.2 Geología Regional

1.3 Geología Económica

2.0 SISMOLOGIA

2.1 Generalidades

2.2 Bosquejo Sismológico Regional

2.3 Bosquejo Sismológico del Sitio del Proyecto

3.0 GEOLOGIA DETALLADA - DESARROLLO MUTATA

3.1 Geología General

3.1.1 Litología

3.1.2 Geología Estructural

3.1.3 Geomorfología

3.2 Geotecnia

3.2.1 Condiciones Geotécnicas del Embalse

3.2.2 Condiciones Geotécnicas del Sitio de Presa

3.2.3 Condiciones Geotécnicas del Sistema de Conducción

3.2.4 Condiciones Geotécnicas de la Casa de Máquinas

3.3 Materiales de Construcción

3.3.1 Material Petreo para Concreto Ciclópeo

3.3.2 Materiales para Concreto

4.0 SUELOS

4.1 Manejo del Suelo

4.1.1 Clasificación Agrológica

4.2 Análisis Agroecológico

5.0 COMBUSTIBLES

6.0 OTRAS FUENTES ENERGETICAS

CUADRO No. 1: Distribución de sismos en los círculos de influencia del proyecto

DIBUJOS: **SIS-1** : Mapa sísmico de la zona
 GEO-1 : Geología general del proyecto

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH

MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

ANEXO No. 1

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y FUENTES DE MATERIALES

1.0 GENERALIDADES

1.1 Introducción

EL estudio geológico del Proyecto para el desarrollo de la Quebrada Mutatá cubre un área de unos 8 km² aproximadamente, y comprende tres sectores:

- Sitio de Presa.
- Zona de Embalse.
- Línea de Conducción.

Además, la búsqueda de materiales de construcción implicó el estudio de otras áreas.

Los alineamientos tectónicos y la morfología de la zona estudiada, así como los deslizamientos y fenómenos erosivos fueron basados en observaciones de fotografías aéreas recolectadas en el IGAC.

La observación directa en el campo se dificultó debido a la espesa vegetación, a los suelos residuales, que cubren la roca, y a la abrupta topografía de la zona.

Luego del examen de los deslizamientos activos de la margen derecha de la quebrada Mutatá, se optó por la margen izquierda como ruta de la tubería de presión. Fueron estudiados desde el punto de vista topográfico y geológico diversos trazados para este corredor de conducción.

En los sitios accesibles del cauce de la quebrada Mutatá, se observaron las características litológicas y estructurales de la roca fresca.

Para estimar el espesor de la cobertura de depósitos cuaternarios y conocer sus características y comportamiento, se excavaron 25 trincheras distribuidas así: en el sitio de bocatoma se ejecutaron dos grandes trincheras una en cada uno de sus estribos, sin alcanzar la roca sana; a lo largo del trayecto de la tubería de presión se excavaron 21 trincheras, y tampoco se logró el nivel de roca sana, en el sitio de casa de máquinas, se excavaron dos trincheras y se halló la roca casi sana aunque fracturada.

Fueron tomadas muestras de roca fresca para su análisis micropetrográfico y de roca alterada para análisis mineralógico y ensayos de laboratorio, para establecer sus características mecánicas y de permeabilidad.

Se recolectaron muestras de los aluviones de la quebrada Mutatá en su curso alto (antes de los saltos) y en su curso bajo, para conocer sus características mecánicas y desgaste, y en los agregados finos, para analizar su contenido mineralógico. Con el mismo propósito de establecer la cantidad de cuarzo presente en la fracción fina de los aluviones, fueron tomadas muestras en el río Boroboro, en playones localizados aguas arriba y aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Mutatá, y también en el río El Valle.

Se estudiaron las condiciones de estabilidad y estanqueidad del área de embalse, y en particular las posibilidades de captura de la quebrada Mutatá, por la erosión regresiva de la cabecera de la quebrada Chadocito.

La Bibliografía no muestra estudios geológicos específicos en la región del proyecto. Sin embargo, se consultará una serie de estudios previos generales, entre los cuales los más importantes fueron dos de Hubach (1930, 1957) Von Estorí (146), Nygren (1960), Oppenheim (1952), Burgl (1961), Wokittel (1960, 1981), Ramírez (1957, 1977), Case et al. (1969), Universidad de Los Andes (1969), Irving (1971) y Galvis (1980).

1.2 Geología Regional

La Serranía del Baudó, llamada también Serranía de la Costa, en su parte meridional (región de Nuquí), presenta en sus cumbres sedimentos Terciarios compuestos principalmente por arcillas y limolitas, con intercalaciones de areniscas y calizas, formando grandes monoclinales buzando hacia el Atrato.

En la base de la secuencia (región de Panguí, Nuquí, Jurubidá), se pueden observar basaltos de color gris verdoso muy oscuro, compuestos por labradorita, augita, magnetita, olivino, ceolitas y vidrio. Estos basaltos forman relieves de poca altura y topografía abrupta (acantilados al Norte de Jurubidá), constituyendo una faja a lo largo de la Costa Pacífica la cual se hace más amplia hacia el Norte (región de Mutatá) y topográficamente alcanza mayor altura.

En esta zona continental de la región se presentan grauvacas, cherts, radiolaritas y porcelanitas, caóticamente sedimentadas, que por carecer totalmente de niveles guías y debido al sistema imbricado de fallas NS muy cercanas entre sí, no permiten conocer el orden secuencial de depositación.

Las más frecuentes son las grauvacas de color gris oscuro con matriz arcillosa, generalmente algo calcárea, y clastos angulares de rocas basálticas de tamaños muy variables, que localmente casi desaparecen tomando la roca el aspecto de una arcillolita. Los cherts se observan intercalados en las grauvacas, generalmente presentan un color azul verdoso y frecuentemente contienen módulos de caledonia de colores rojo, verde, negro y amarillo miel. Algunos son ligeramente calcáreos y a veces contienen fragmentos clásticos que le dan un aspecto granuloso, algo similar a algunas grauvacas. Microscópicamente, es notable la matriz de sílice opalina por lo que esta roca puede considerarse como porcelanitas. Las radiolaritas se encuentran intercaladas en las grauvacas y se presentan en colores variables con brillo mate, cortadas por vetillas con celcedonia.

En las penínsulas (Cabo Corrientes, Punta Solano, Punta Cruces o Peñita Cabo Marzo) se presentan rocas basálticas separadas de las anteriores por un gran fallamiento, reflejado por las depresiones de Bahía Cueva-Coquí, Ensenada de Utría-Bahía Solano y Bahía de Cupica-Bahía Humbolt ó Coredó. Estos basaltos tienen una composición meneralógica variable: la más importante es un basalto compuesto por labradorita y augita en matriz de vidrio pardo oscuro, magnética como mineral accesorio omnipresente, y calcita, clorita, epidota y ceolitas como minerales de alteración. Otro tipo de basalto es olivínico llegando hasta pírinitas; y un tercer tipo son basaltos y diabasas de carácter alcalino, compuestos por plagioclasa, augita titanífera, feldespato de potasio, biotita y apatito.

Sobre los basaltos de las penínsulas reposan grandes masas de tuolditas (grauvacas) cherts y porcelanitas, así como en parte de las depresiones y sobre todo lo anterior arrecifes calcáreos alargados en dirección N-S.

Petrológicamente pueden hacerse las siguientes observaciones a las rocas basálticas continentales y peninsulares de la región: la mayoría de los basaltos de las dos zonas presentan un marcado carácter toleítico, sin embargo en la parte peninsular hay basaltos de tendencia alcalina. Se observa la nula maduración del magmatismo del área, lo cual demuestra el carácter oceánico de los basaltos de ambos flancos de la falla Coquí-Bahía Solano-Coredó, y donde las penínsulas de Cabo Corrientes y Bahía Solano constituyen fragmentos de la corteza oceánica de la placa que subduce.

Cronológicamente y de acuerdo con los datos disponibles, se presentan los siguientes eventos: hacia fines del cretáceo o comienzos del Terciario, empieza a formarse una fosa con rompimiento de la corteza oceánica y subducción del bloque oriental sobre el occidente a lo largo de la falla Coquí-Bahía Solano.

La datación precisa del comienzo de la subducción del bloque oriental sobre el occidental a lo largo de la falla Coquí - Bahía Solano no es posible con la información existente. La edad de los basaltos en la zona de subducción, no se conoce, pero el marco geológico general del Occidente de Colombia permite creer que el basalto de la placa que obduce es de edad cretácea. El basalto de la placa que subduce necesariamente es más reciente, posiblemente del Terciario Medio o Superior, que el que se observa en las penínsulas. La zona de subducción parece haber tenido migración corta al oeste, siendo indicativo de esto, las grandes masas de turbiditas de Cabo Corrientes y la notoria acumulación de hipocentros sísmicos hacia el extremo occidental de la península.

Así, puede pensarse que la falla Coquí - Bahía Solano constituyó la sutura de la zona de subducción al comienzo; el movimiento de subducción ha creado posteriormente una zona más amplia de fallas hacia el oeste, y esta región continua siendo tectónicamente activa.

1.3 Geología Económica

Las posibilidades metalogénicas de la región son muy pobres, puesto que la Serranía del Baudó constituye el arco externo de geosinclinal, y en la zona del estudio, carece de intrusiones ácidas que en su contacto con las rocas basálticas que la conforman, pudieran originar yacimientos de minerales preciosos como es el caso de otras regiones del Chocó, en donde el arco interno presenta un amplio desarrollo.

Existen algunas leves manifestaciones de cobre en el río Nuquí que no parecen justificar su exploración.

2.0 SISMOLOGIA

2.1 Generalidades

El territorio colombiano forma parte de una región de reconocida actividad sísmica en el mundo, denominada "Círculo Sísmico Circumpacífico". Esta faja es desde Tierra del Fuego, a lo largo de la Costa Pacífica del Continente Americano hasta Japón e Indonesia.

2.2 Bosquejo Sismológico Regional

En Colombia existen dos zonas geográficas de mayor actividad sísmica: la Occidental y la Oriental. Se concentran en estas dos regiones la mayoría de los movimientos telúricos registrados hasta 1974. Una parte de estos fenómenos, se puede observar en la Zona Nor-occidental de Colombia, de interés para el proyecto (Ver Dibujo SIS-1).

La región Occidental comprende la zona del Litoral del Pacífico, la Cordillera Occidental y parte de la Central. En el Sur de esta región, predominan fenómenos de origen volcánico, que son los responsables de aproximadamente el 8% de los movimientos registrados en todo el territorio Colombiano.

Desde el punto de vista tectónico, la región Occidental está menos afectada por fallas y plegamientos, lo que explica, en parte, la menor proporción de sismos registrados en ella, en comparación con la región Oriental. Casi el 90% de todos los sismos registrados en Colombia son debidos a causas tectónicas.

La mayor parte de los movimientos sísmicos que han ocurrido en la región Occidental, pueden estar relacionados con una Zona de Subducción paralela a la Costa Pacífica Suramericana, resultante de la expansión de los fondos oceánicos, y el levantamiento de la región continental.

En esta parte de la región Occidental no existen fenómenos volcánicos de naturaleza ígnea, pero al Norte son frecuentes los volcanes de lodo, que son la causa de un reducido número de movimientos sísmicos de intensidades bajas.

La zona del proyecto, se localiza en la parte Noroccidental de la región Occidental descrita.

Existe una tendencia de incremento en dirección W - E, tanto en la densidad de epicentros, como en la profundidad focal, la cual fluctúa entre 30 kilómetros en el Occidente y 200 kilómetros en el Oriente del país.

El mapa sísmico de la parte Noroccidental de Colombia (Dibujo SIS-1) está basado en el mapa de Registros Sismográficos de Colombia, 1950 - 1969 (Universidad de los Andes 1989) actualizado hasta 1974, con una lista de sismos de la misma Universidad de los Andes desde 1492 a 1972, y con los registros, de 1972 a 1974, preparados por la Weston Geophysical Research Inc. El mapa de Riesgos Sísmicos en Colombia incluido fue extractado de Ramírez, J. E. (1977).

2.3 Bosquejo Sismológico del Sitio del Proyecto

Para el análisis sismológico se escogieron círculos de $1/2^\circ$, 1° y $11/2^\circ$ de radio, los cuales se dibujaron tomando como centro el sitio del proyecto Mutatá. El radio de 1° en el círculo, corresponde aproximadamente a 110 kilómetros.

El análisis de los movimientos sísmicos registrados en los tres círculos se detalla en el Cuadro No. 1, el cual muestra que la mayor proporción de sismos, 122 de un total de 129, corresponden a intensidades menores de VIII, en la escala modificada de Mercalli, y que solo 7 de los 129 sismos, corresponden a intensidades entre VIII y IX.

Esto indica que la persistencia de sismos mayores de VIII, en un área de aproximadamente 152.000 kilómetros cuadrados es realmente muy baja.

Por otra parte el período de retorno de movimientos con intensidad de X. dentro de zonas con radio de 220 kilómetros, es de 160 años, con base en registros de 480 años. Así mismo, el período de retorno para intensidades de VIII y IX es de 110 años, pero la ocurrencia potencial combinando todas las intensidades de VIII o mayores, dentro del mismo período de registro es de 48 años. Por consiguiente, se reducen las posibilidades de que se produzcan movimientos telúricos con intensidades de VIII en un área tan extensa.

La mayor persistencia de movimientos sísmicos en los dos primeros círculos corresponde a intensidades de V y VII - VIII (17 y 12 movimientos respectivamente). Tres sismos de intensidad IX han sido registrados dentro del círculo de 165 kilómetros de radio, y un sismo de intensidad IX fue registrado dentro del círculo de 110 kilómetros de radio; el más cercano al centro está situado a unos 90 kilómetros de éste y por lo tanto su intensidad en el centro del círculo se reduciría a VII. El evento más desfavorable registrado hasta la fecha, es un sismo del círculo; de acuerdo con la relación intensidad, magnitud y aceleración horizontal de Gutenberg y Richter, puede usarse en relación de 0.3 g. para la componente horizontal y de 0.2 g. para la componente vertical.

Los datos recientes tomados a lo largo de la zona costera del Pacífico en Colombia indican que la profundidad focal se encuentra entre los 30 y 60 kilómetros, obteniéndose medidas que aumentan esta profundidad en dirección Este.

Parece que la tendencia general del movimiento causado por sismos a lo largo de la región andina, es mayor en sentido transversal a la disposición de las cordilleras que en sentido longitudinal a las mismas. Esta consideración merece especial interés, si se tiene en cuenta que de originarse oleaje tendría un movimiento preferencial en dirección E-W; y debe también tenerse en cuenta para los anclajes de la tubería de presión, ya que la línea de conducción y su pendiente topográfica desciende aproximadamente en esta dirección.

El análisis de todos estos factores evidencia una marcada tendencia a registrar mayor densidad de epicentros en sentido W-E. Sin embargo, se debe tener en cuenta que son muchos y variados los factores que afectan a cada zona en particular, y aunque exista una tendencia general, la naturaleza geológica de cada zona, las variaciones de atenuación, la profundidad total y cualquier condición que defina una zona en particular, pueden tener una marcada influencia en los cálculos y análisis realizados.

3.0 GEOLOGIA DETALLADA - DESARROLLO MUTATA

La zona del proyecto está ubicada en la quebrada Mutatá, tributaria del río Boroboro, el cual a su vez es afluente del río El Valle. Se sitúa a unos 24 kilómetros al SE de Bahía Solano en línea recta, entre las cotas 32 y 434 m.s.n.m. La zona costera en su conjunto tiene una precipitación promedio de 5.000 mm anuales, una temperatura media de 27o C, una humedad relativa que varía entre el 90 y 100% y su clima es "tropical lluvioso de selva". Se presenta una vegetación espontánea, muy heterogénea y abundante, correspondiente a la formación "Bosque muy húmedo tropical".
(Referencia dibujos PG-00 a PG-06)

3.1 Geología General

3.1.1 Litología

A) Rocas Volcánicas

Las rocas de la zona estudiada son basaltos y afines con matriz afanítica, localmente envolviendo pórfidos de plagioclasa y máficos, de color gris verdoso oscuro a negro.

Sus componentes primarios son plagioclasa (labradorita), piroxenos, hornblenda, magnetita y pirita; sus constituyentes secundarios o de alteración son epidota, ceolitas y serpentina. A menudo se observan finas venillas de cuarzo lechoso cruzando erráticamente la roca y pirita finalmente diseminada. La roca sana es densa y compacta, encontrándose más fresca en contacto con la corriente de agua y en las paredes casi verticales de la garganta, entre la bocatoma y el primer salto.

La roca se presenta moderadamente diaclasada, con manchas de óxidos de hierro a lo largo de los planos de las diaclasas. La alternación de la roca, aprovechando los planos entrecruzados de las diaclasas, forma bolas ovoidales generalmente cubiertas por costras ferruginosa de diámetros entre 5 y 30 cm, llegando a veces hasta 1 metro de diámetro. En las superficies rocosas con menor pendiente, la vegetación primaria (musgos y líquenes) ataca químicamente, acelerando el fenómeno de la meteorización.

La roca alterada es de color más claro, en caso extremo de alteración toma un tinte rojizo o verdoso y se torna friable y deleznable. Su composición mineralógica en orden de importancia es: magnetita, plagioclasa, epidota, piroxenos, hornblenda, biotita y cuarzo.
(Referencia dibujo PG-00)

B) Depósitos Cuaternarios**a) Suelos Residuales (Qsr)**

Fuera del curso del río Boroboro, de las quebradas Los Paisas, Mutatá Chado, Chadocito, de sus torrentes tributarios y de sus laderas con pendientes superiores a los 50°, la roca se halla cubierta por suelos residuales con espesores variables entre 5 y 20 metros o más, los cuales constan de:

Nivel Inferior - Comprende bloques y cantos de basalto angulares a subangulares relativamente frescos, sometidos a la alteración físico - química y lixiviación a través de diaclasas y fracturas; este nivel se encuentra englobado en una matriz formada por finos fragmentos de roca alterada y limo arcilloso pardo - rojizo oscuro, contiene poca agua y presenta buena compactación.

Nivel Intermedio - Compuesto por finos fragmentos de roca alterada a extremadamente alterada, de color gris-rojizo y/o gris-verdoso claro y limo arcilloso pardo-rojizo. Algunas veces presenta bolas ovoidales de alteración mejor conservadas que el resto de la roca, de diámetros entre los 5 y 30 cm. También puede contener raíces de árboles y arbustos.

Generalmente la textura de la roca madre está presente, aunque mal conservada, por lo cual en la descripción litológica preliminar de las trincheras, a este nivel del suelo residual se le denominó como roca alterada, hasta casi completamente alterada. Dependiendo del grado de alteración de la roca, este nivel presenta características de cohesión, consolidación y compactación desde pobres hasta pésimas. El contenido de agua puede ser alto debido a su textura, el drenaje interno es lento. Su espesor varía entre 3 y 15 metros.

Nivel Superior- Se compone de arcilla pardo - amarillenta deleznable, pegajosa, muy húmeda y con alto contenido de restos vegetales. Las características de cohesión, consolidación y compactación de este nivel son casi nulas. El contenido de agua es muy alto y debido al relieve presenta un buen drenaje externo. Su espesor máximo es de 2 metros.

Una delgada capa de suelo vegetal orgánica (humus) cubre los niveles anteriores en donde la pendiente no es muy alta.

b) Derrubios de pendiente (Qdp)

Cubren las laderas empinadas de los cursos de agua presentando un aumento del tamaño de sus componentes hacia la parte baja de las laderas.

Están compuestos por bloques y cantos angulares a subredondeados de roca, la cual se presentan generalmente alterada en superficie, y se hallan englobados por una matriz deleznable y friable de finos fragmentos de roca completamente alterada y limo-arcillosa pardo amarillento. Sus características de cohesión, consolidación y compactación son casi nulas. Su contenido en agua puede ser alto y presenta un drenaje rápido. Su espesor es muy variable y de difícil estimación, pudiendo alcanzar hasta los 20 metros.

c) Rigolito (Or)

Se compone de finos fragmentos de roca completamente alterada sin cohesión, deleznable, friable y permeable. Generalmente carece de arcilla debido a la lixiviación, presentando en su parte inferior un nivel de concentración arcillosa. Su color es carmelito o pardo amarillento claro.

El contenido en agua es bajo y su drenaje es rápido. La ausencia de árboles altos y frondosos que protejan al suelo de la acción directa de la lluvia, determina la presencia de rigolito cubriendo generalmente el nivel inferior, menos alterado, del suelo residual. Sus características de cohesión son casi nulas, y su consolidación y compactación son muy bajas. El espesor máximo es de unos 2 metros.

d) Aluviones (Qal)

Se presentan rellenando el valle del río Boroboro, formando extensos y espesos depósitos de cantos, gravas y arenas oscuras; en los cauces casi planos de las quebradas Los Paisas, Mutatá, Chadocito y Chadó se depositan cantos, gravas y arenas grises a pardo-rojizas formando pequeños y muy espesos playones; y en los cauces pendientes de las mismas quebradas se presentan depósitos caóticos de bloques, cantos y gravas de contornos angulares a subredondeados.

La composición mineralógica de las arenas, en proporción decreciente, es: magnetita, piroxenos (más frecuentemente augita), epidota, plagioclasa (labradorita), hematita, hornblenda, cuarzo (menos del 3%), rutilo e ilmenita.

3.1.2 Geología Estructural

Las directrices tectónicas de la Serranía del Baudó tienen una marcada orientación N-S, que hacia la frontera con Panamá tiende a hacerse NW. Tectónicamente la situación puede resumirse así: se presentan dos sistemas de grandes fallas, uno Norte-Sur muy notorio, que hacia el extremo norte se desvía hacia el oeste y un sistema Este-Oeste mucho menos definido.

Dentro del sistema Norte-Sur cabe hacer una importante distinción: al occidente (región de la Serranía del Baudó - depresiones costeras-penínsulas) predominan las fallas inversas de bajo ángulo. Se puede apreciar el carácter inverso de estas fallas en la península de Cabo Corrientes, donde se observa un cabalgamiento E-W.

El bajo ángulo de estas fallas, se demuestra por los hipocentros sísmicos que determinan una inclinación de la placa hacia el E de aproximadamente 28° . La falla principal, o de Coquí-Bahía Solano, tiene una zona de brecha que en algunos sitios pasa de 5 kilómetros de ancho, determina la depresión Bahía Cuevita-Coquí en la península de Cabo Corrientes, y la depresión Ensenada de Utría - Bahía Solano en la península de este nombre. Al Oriente y al Occidente de esta gran falla se presentan varias menores, que son fallas satélites.

Las estructuras presentes en la zona del Proyecto Mutatá son fallas y diaclasas.

Al pie del primer salto y en la margen derecha de la quebrada Mutatá, fueron observadas dos fallas: una con dirección entre 350° y 355° e inclinación entre 80° al E y vertical, con abertura de un metro rellena en su superficie visible por fragmentos de roca y por la cual brota agua.

Esta falla se repite en un corto trecho, y forma una cuña con la otra falla de dirección 320° e inclinación vertical, también abierta y rellena de fragmentos de roca. En este sitio se presenta una zona de inestabilidad tectónica, que se manifiesta en la margen derecha del primer salto. (Referencia dibujo PG-04)

En la margen izquierda de la quebrada Mutatá se presentan zonas de inestabilidad potencial, actualmente retenidas por la vegetación, expuestas por las cañadas (La Plomada, La Seca, El Pedregal, La Salle) que fluyen con dirección NW hacia la quebrada, reguladas por el alineamiento tectónico. En esta margen izquierda de la quebrada, los depósitos Cuaternarios cubren la superficie impidiendo la observación directa de los fenómenos tectónicos. (Referencia dibujo PG-03)

Los saltos de la quebrada Mutatá, que se encuentran en grupos, son causados por fallas de dirección NW y sus escalones por diaclasas con la misma dirección inclinados al SW.

El diaclasamiento en la zona es de densidad media, y en general sus planos de encuentran cerrados. Se determinaron 5 sistemas principales de diaclasamiento:

1. Con dirección entre 315° y 350° e inclinación entre 45° y 65° al NE, en sentido contrario al flujo de la quebrada, es el sistema más frecuente presentándose con espaciamiento de 1 a 3 metros.

2. Con dirección entre 320° y 330° e inclinación entre 70° NE y más frecuentemente vertical, forma los planos de caída vertical de los saltos y es la repetición en menor escala o satélite de la falla anteriormente descrita.
3. Con dirección entre 285° y 335° e inclinación entre 45° y 64° SW, en sentido del flujo de la quebrada, formando los peldaños de los saltos.
4. Con dirección entre 45° y 50° e inclinación vertical, regula en varios sectores la dirección de la quebrada Mutatá, formando sus paredes verticales.
5. Con dirección entre 100° y 110° e inclinación vertical, también forma las paredes verticales de la quebrada y regula su curso en algunos sectores. Esta diaclasa puede presentar sus planos con cierta abertura.

3.1.3 Geomorfología

El rasgo geomorfológico dominante de la parte baja del flanco occidental de la Serranía de La Costa es la excavación rápida de los cañones de los ríos, resultado de uno o más levantamientos orogénicos recientes que han modificado el nivel base general de la región. La topografía va adquiriendo una pendiente más acentuada en dirección al oeste, hacia el Océano Pacífico en donde forma acantilados, y los cauces que la drenan se angostan y encañonan, formando numerosos rápidos y cascadas.

Los ríos principales forman con sus afluentes una red de drenaje dentrítica a subangular de densidad media que dan toda la región una alta escorrentía, lo cual, asociado a la muy alta precipitación pluviométrica de la región producen una erosión selectiva de gran velocidad.

La quebrada Mutatá en su curso alto, antes de los saltos, constituye una pequeña hoya de contorno ovoidal alargado, de unos 5 kilómetros de larga por 1.5 kilómetros de ancho máximo. Las cumbres que rodean la cuenca son poco escarpadas, se encuentran a una altura máxima de 100 metros por sobre el nivel casi plano de la hoya, y presentan contornos y cimas subangulares. La quebrada fluye con una dirección general WSW, recibiendo arroyos y torrentes con direcciones casi normales a ésta; su cauce es relativamente profundo y estrecho, puesto que lo ha excavado en los solubles suelos residuales, que rellenan la superficie de su hoya. Forma pequeños meandros, con pozos poco profundos que muestran la roca basáltica muy alterada en el fondo, y deposita pequeños playones arcillo-arenosos con gravas y cantos subredondeados.

La quebrada Mutatá en el sector comprendido ente el encañonamiento de su cauce (en el extremo SW de su hoya superior), los saltos y raudales, y su llegada al nivel del plano aluvial del río Boroboro; fluye con una dirección SW y tramos de dirección NW mostrando una disposición escalonada y rectangular, motivada por causas tectónicas. Las cañadas y torrentes tributarios de la quebrada fluyen hacia el NW regulados también por los alineamientos tectónicos. En este sector el cauce de la quebrada es profundo y angosto, con laderas escarpadas (en especial en la margen derecha con pendientes superiores a los 50°), presentando fuertes pendientes que causan rápidos y raudales.

Los saltos son causados por fallas y diaclasas de dirección NW y se encuentran en grupos; el primer salto, y el más importante, tiene unos 50 mt de caída vertical, siguiéndole muy cercanos, otros dos saltos escalonados de unos 25 mts de caída cada uno completando unos 100 mts de caída total; sigue la quebrada en raudal sobre un caos de bloques, y se presentna otros tres saltos con una separación entre uno y otro de unos 100 mts, y un orden de caída de 35 mts cada uno, completando otros 105 mts, continúa la quebrada en raudal con su cauce más encañonado e inaccesible, pero que debe presentar otros tres saltos separados, de caída algo menor que los anteriores, habiéndose observado el último de dichos saltos de unos 30 mts de caída.

La quebrada Mutatá, en su trayecto final, sobre el plano aluvial antiguo del río Boroboro y su desembocadura al mismo, fluye con dirección WNW con poca pendiente, excavando los aluviones antiguos y depositando sus ropios aluviones de bloques, cantos y gravas subangulares.

El río Boroboro, aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Mutatá, fluye con una dirección general NNW, su cauce es poco pendiente, sus laderas son escarpadas, formando un valle aluvial estrecho en el cual desarrolla meandros y deposita playones de arenas oscuras, gravas y cantos y constituye rápidos de bajo fondo.

En su trayecto aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Mutatá, el río Boroboro corre con dirección general WNW, con cauce muy poco pendiente, formando un amplio valle aluvial con grandes meandros (algunos abandonados) y extensos depósitos de arenas oscuras, gravas y cantos subredondeados.

En su curso más bajo y hasta su desembocadura en el río El Valle, el río Boroboro se divide en varios brazos, con su cauce casi plano, en un amplio valle cenagoso y con densa vegetación.

3.2 Geotecnia

En este capítulo se resumen las características geológicas, del Proyecto Mutatá como se indica a continuación:

3.2.1 Condiciones Geotécnicas del Embalse

El embalse del Proyecto Mutatá tendrá una longitud total de 1.400 mts y una capacidad total de 58.000 m³, de la cual corresponden 10.000 m³ a embalse muerto 48.000 m³ al embalse útil.

Sobre las márgenes y laderas de la quebrada Mutatá en su pequeña hoya superior, los depósitos Cuaternarios no consolidados presentan zonas de derrumbes fosilizados y potenciales.

Los derrumbes fosilizados comprenden áreas estables en las condiciones actuales, tienen una topografía moderada cubierta por derrubios de pendiente en algunos escarpes.

La cubierta vegetal es extensa y bien protegida por los espesos bosques naturales en toda el área del embalse.

Las zonas de derrumbes potenciales son escasas y de poco volumen y las constituyen derrubios de pendientes al pie de algunos escarpes.

Existe la posibilidad de arrastre de la cobertura arcillosa, puesto que al embalsar la quebrada, se destruirá la vegetación que protege los suelos residuales, con su consecuente saturación y arrastre. Se deberá talar la vegetación más alta y frondosa y retirar esos residuos del área de inundación, para evitar obstrucciones de la bocatoma y daños en el vertedero.

La composición de las rocas que conforman el área de embalse y los pocos accidentes tectónicos que las afectan aseguran la impermeabilidad del embalse. No existen rocas calcáreas cuya disolución favorezca la formación de Karst o cavernas de fuga, ni sectores de gran facturación por debajo de las cotas de embalse que pudiesen originar filtraciones hacia afuera del vaso.

La posibilidad de formación de oleaje por movimientos sísmicos, con dirección preferencial E-W, en el embalse, se minimiza debido a la estrechez del mismo y a los meandros de su curso que frenarían la ola antes de que llegase a la presa.

3.2.2. Condiciones Geotécnicas del Sitio de Presa

El curso de la quebrada Mutatá en su pequeña hoya ovoidal tiene una dirección general WSW, a unos 300 mts aguas arriba del sitio de presa, el curso cambia su dirección hacia el NW, siguiendo el alineamiento tectónico que regula los saltos y el curso de las cañadas tributarias de la quebrada Mutatá, aguas abajo del primer salto. Este alineamiento es seguido por pequeñas cañadas tributarias de la quebrada Mutatá, aguas abajo del primer salto.

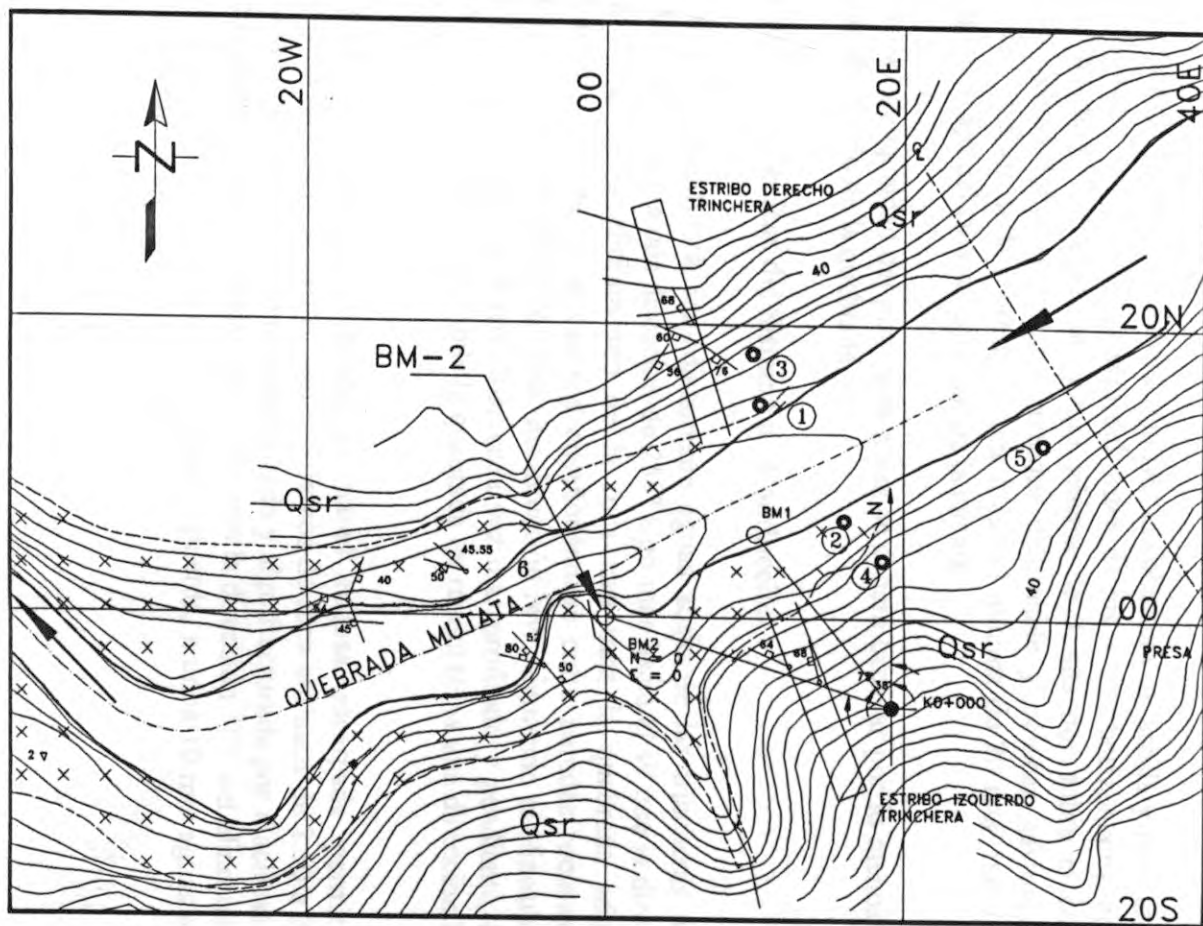
Este alineamiento es acá también seguido por pequeñas cañadas, y por salientes rocosas que forman reducidos escarpes a unos 200 y 120 metros aguas arriba de la represa (Dibujo GEO-1), y corrobora por la presencia repetida de las diaclasas del sistema 320° a 330° e inclinación vertical.

Aguas abajo, continúa la quebrada Mutatá con dirección WSW y su cauce se angosta, entre márgenes con pendientes del orden de los 45° cubiertas por espesos suelos residuales.

En el sitio escogido preliminarmente para la presa, con el fin de estimar el espesor de la cobertura del suelo residual y conocer sus características y comportamiento, se excavaron dos trincheras, una en cada uno de los estribos de la presa (Ver Figuras y Registros de trincheras). En estas trincheras, a pesar de haber llegado hasta los 11 mts de excavación horizontal no se logró alcanzar la roca sana, permanenciando en el nivel intermedio del suelo residual compuesto por roca basáltica muy alterada, parcialmente oxidada, permeable, con muy pobres características de cohesión, consolidación y compactación. Se recolectaron muestras de la roca alterada de estas trincheras para su análisis mineralógico en el laboratorio, dando como resultado una composición que refleja una roca madre de tipo basáltico (Ver Registro de Trincheras). También fueron tomadas muestras en cada una de estas trincheras, con todas las precauciones necesarias, para someterlas a ensayos de permeabilidad en laboratorio. Contradictoriamente con lo observado en el terreno y con varios aforos del agua de infiltración, el resultado del laboratorio dió una permeabilidad relativa "muy baja". Esto debe interpretarse en el sentido de que la permeabilidad a que se refieren es la de la roca propiamente dicha, y no la del cuerpo rocoso, que está afectado por la meteorización, diaclasamiento, etc.

Debido a la considerable remoción de material estas trincheras causaron zonas de inestabilidad, por lo cual se optó por situar la presa unos 25 mts aguas arriba del sitio elegido anteriormente.

Inmediatamente aguas abajo de las trincheras anteriormente descritas, comienza el afloramiento de la roca basáltica de aspecto exterior sano, lo cual motiva la creación de rápidos en el cauce de la quebrada y su encañonamiento entre paredes rocosas casi verticales. El fondo de la quebrada se encuentra constituido por roca sana, puesto que el lavado continuo de la corriente de agua ha arrastrado las partículas de roca en proceso de alteación. La roca por fuera del flujo de agua está superficialmente meteorizada hasta una profundidad mínima de 0.5 mts, y fracturada por las diaclasas descritas en lo referente a Geología Estructural. En la margen derecha de la quebrada, a unos 20 metros aguas abajo de la trinchera de este estribo, semioculta por la vegetación, la roca se presenta muy fracturada y en bloques removidos.



CONVENCIONES

- | | |
|---|------------------------|
| Qsr | SUELO RESIDUAL |
| x x x
v v v | BASALTO |
| / / / | TRINCHERA |
| ● | BARRENOS PERFORADOS |
| - - - | CONTACTO |
| ◆ | DIACLOSA VERTICAL |
| ◁ ▷ | DIACLOSA E INCLINACION |

Los sistemas de diaclasas principales, cuyas direcciones son casi perpendiculares al flujo de la quebrada hacen suponer una buena estanqueidad. El sistema de diaclasas con inclinación al SW (flujo de la quebrada), al presentar sus planos cerrados, no ofrece peligro para la estabilidad y estanqueidad del muro de contención.

El sistema de diaclasas con dirección entre 100° y 110° e inclinación vertical, cuyos planos se presentan algunas veces abiertos en superficie, podría llegar a causar infiltraciones.

Las fallas principales, cuyos alineamientos tectónicos determinan el curso de la quebrada Mutatá y sus cañadas tributarias, señalando zonas de debilidad en varios lugares, no parecen afectar exteriormente el sitio de presa.

La presa vertedero diseñada para este proyecto estará construida en concreto ciclópeo con una altura total de 7.0 mts y una longitud del vertedero de 25 mts.

Para la cimentación de la presa, se deberá remover la cobertura de arcilla y roca alterada. La remoción del suelo en los estribos será del orden de los 3 mts horizontales, con una pendiente máxima de 45° y hasta una altura mínima de 3 mts por sobre la cota del vertedero. Se deberá remover la capa exterior deleznable y colocar gaviones para protección de los estribos de la represa, en una longitud mínima de 20 mts, tanto aguas arriba como aguas abajo del cuerpo principal de la misma.

Para garantizar la estanqueidad del piso de la presa se deberá excavar por lo menos 2 mt, en roca alterada del fondo de la quebrada.

3.2.3 Condiciones Geotécnicas del Sistema de Conducción

El curso de la quebrada Mutatá, inmediatamente aguas abajo de las trincheras de los estribos de la bocatoma, toma una dirección de 255° algo más hacia el W que la dirección anterior, y al comenzar el afloramiento de la roca casi sana la quebrada adquiere pendiente, creándose rápidos en su cauce y encañonándose entre paredes rocosas casi verticales. Luego el cauce encañonado toma una dirección NW, siguiendo el alineamiento tectónico más notorio de la zona, haciéndose cada vez más profundo y pendiente, hasta aguas abajo de la trinchera TP-1, en donde la quebrada en raudal toma una dirección NE y se precipita en el primer salto.

En la margen izquierda de la quebrada, la pared rocosa escarpada permite el empotramiento de la tubería de presión, mediante pernos de roca anclados de 2.50 a 3 mts en la roca, pues la superficie se encuentra meteorizada y algo fracturada por diaclasas. Se debe tener en cuenta la cañada torrencial, que corre con la dirección NW del alineamiento tectónico, y cae a la quebrada Mutatá en su margen izquierda, a unos 10 mts aguas abajo de la trinchera excavada en esta misma margen.

La tubería de presión debe enterrarse y protegerse con recubrimiento de concreto en este sitio (al SE del BM-2) de la poligonal), para evitarle daños. Así mismo, un pequeño torrente que cae a la Mutatá unos metros aguas arriba del Delta 2 de la poligonal, podría causar daños a la tubería o a su empotramiento en la roca.

A partir del Delta 2, para conservar el nivel de la tubería, cota 432.3 m.s.n.m. y su pendiente del 1.8%, se deberá hacer una excavación con dirección WSW de unos 25 mts de largo y unos 14 mts de altura. Esta excavación se hará en roca basáltica superficialmente alterada y fracturada por diaclasas; al profundizar la excavación la roca presentará mejores características de cohesión, consolidación y compactación, y su contenido de agua de infiltración no parece ofrecer motivos de inquietud. Este tipo de roca permite una pendiente de unos 60°, pero en los 2 mts exteriores del corte, por el estado de fracturación intensa de la superficie de la roca, una pendiente de unos 45° se impone como garantía de estabilidad. Para proteger la tubería de posibles precipitaciones ocosas, ésta deberá recubrirse con concreto, y un relleno de un mínimo de 1 mt de espesor de fragmentos de la roca excavada no sería superfluo.

A la salida de este corte se presenta una escarpa, con una pendiente de unos 48°, en la cual la roca alterada superficialmente está cubierta por una delgada capa de suelo vegetal.

Esta roca, al remover su superficie alterada y fracturada, ofrece buenas características para la fundación de anclajes, pero deben evitarse los cortes alargados en el sentido de su pendiente, puesto que se constituirán cauces para el agua de escurrimiento, con el consiguiente zapado de las fundaciones de anclajes o apoyos inferiores.

En la parte baja de la escarpa anterior, entre la roca casi sana al E y una zona de derrumbe al W, corre la cañada acá denominada La Plomada, siguiendo su curso el alineamiento tectónico NW, en la abscisa K0 + 148 de la poligonal topográfica.

Entre el curso de la cañada La Plomada (abscisa K0+148) y el de la cañada La seca (abscisa K0+300) y para la fijación de la tubería de presión se ejecutarán pequeños cortes, que deberán ser rellenados una vez asentada la tubería para evitar daños en los anclajes o soportes de la misma, por el agua de escurrimiento y la creación de zonas de inestabilidad. Estos cortes estarán aproximadamente situados entre las abscisas : K0+157 y K0+168, K0+179 y K0+181, K0+199 y K0+202, K0+216 y K0+220, K0+239 y K0+243, K0+275 y K0+280.

Entre el curso de la cañada La Seca (Abscisa K0+300) y el de la cañada El pedregal (abscisa K0+420), se excavarán los cortes situados aproximadamente entre las abscisas: K0+310 y K0+322, K0+335 y K0+340, K0+353 y K0+356, K0+367 y K0+374, K0+379 y K0+384, K0+388 y K0+394.

Estos cortes también se deben rellenar, debido a las mismas razones expuestas anteriormente, teniendo especial cuidado con los dos últimos, puesto que se hallan en el sentido de la pendiente y están constituidos por roca muy alterada y deleznable como se comprobó en la trinchera TP-6.

Para el cruce de la cañada El Pedregal y la gran zona inestable situada al SW de ésta, causada por una falla, como lo demuestra la trinchera TP-8 y el alineamiento tectónico NW de la cañada.

Entre los cauces de las cañadas El Pedregal (abscisa K0+420) y La Salle (abscisa K0+610), se deberán excavar los cortes situados aproximadamente entre las abscisas: K0+506 y K0+512, K0+517 y K0+538, K0+548 y K0+552, K0+553 y K0+580, K0+593 y K0+598. Los cortes situados en pendientes se deben rellenar, se requiere atención especial en el último corte constituido por roca muy alterada e inestable (Ver Trinchera TP-10).

Los cortes entre las abscisas K0+691 y K0+708, K0+718 y K0+726 no requieren atención especial por ser planos.

El corte en pendiente situado entre las abscisas K0+770 y K0+781 requiere cuidado y relleno posterior por estar constituido por roca muy alterada (Ver trinchera TP-13).

Continúan las excavaciones entre las abscisas K0+311 y K0+317, K0+832 y K0+836, K0+873 y K0+860 (roca muy alterada, demostrada por trinchera TP-14) K0+900 y K0+903, K0+916 y K0+920, K0+924 y K0+929, K0+956 y K0+960, K0+980 y K0+983, K1+014 y K1+019, K1+077 y K1+084 que no requieren especial atención.

El corte en pendiente situado entre las abscisas K1+123 y K1+140 requiere relleno posterior por estar constituido por roca muy alterada (Ver Trinchera TP-17), lo mismo para los cortes de las abscisas K1+163 y K1+174, K1+267 y K1+270 (roca con extrema alteración de mostrada por trinchera TP-18), K1+332 y K1+337, K1+354 y K1+360 (roca con extrema alteración demostrada en la Trinchera TP-19).

Las excavaciones que continúan no requieren atención especial aparte de su relleno posterior cuando se sitúan en pendientes, se encuentran constituidas por roca basáltica alterada a muy alterada como se comprueba en las trincheras TP-10 y TP-21.

La línea de conducción se situó 10 a 15 mts hacia el Norte, quedando casi paralela a la poligonal básica de topografía, de la abscisa K1+210 hasta la abscisa K1+550, por lo tanto el abscisado original con el que se han definido los cortes, zonas inestables, trinchera, s etc. sufre una variación. Con este cambio de trazado se sigue la línea de cresta descendiente, y se disminuyen ángulos tanto verticales como horizontales en la línea de conducción.

3.2.4 Condiciones Geotécnicas del Sitio de la Casa de Máquinas

La Casa de Máquinas está localizada al pie de la colina, a pocos metros de la margen izquierda de la quebrada Mutatá. Su fundación se hará sobre roca casi sana, pero con fracturas debida a causas tectónicas. Se deberá remover toda la cobertura de aluvión antiguo del río Boroboro y de derrubios de pendiente de la parte baja de la ladera, así como la capa de roca muy alterada para asentar la fundación en la roca de mejor consistencia y compactación, y menor grado de fracturación (Ver Trinchera CM-1 y CM-2).

Hacia el pie de la colina, en el costado sur de la Casa de Máquinas, se deben construir bermas de protección para detener posibles deslizamientos. Cualquier corte que se ejecute para el asentamiento de la tubería de carga, deberá ser estabilizado y rellenado para evitar la acción del agua de escurrimiento.

En el costado Nordeste-Norte de la casa de máquinas se construirá un muro de protección, de unos 32 mts de longitud y 5 mts de altura sobre el nivel normal de la quebrada Mutatá. Este muro debe penetrar profundamente en la roca casi sana, puesto que en este sitio la quebrada presenta un viraje que lanza su flujo contra esta ladera y ha puesto al descubierto la roca.

3.3 Materiales de Construcción

3.3.1 Material Petreo para Concreto Ciclópeo

Para el suministro de roca necesaria para conformar el concreto ciclópeo que se requiere para la construcción de la presa y sus muros de protección laterales, existe abundante material en el lecho de la quebrada Mutatá. Otra fuente de material la constituye las paredes rocosas escarpadas del cañon de la quebrada Mutatá cercanas al sitio de presa. Esta roca basáltica se encuentra alterada superficialmente y moderadamente fracturada por diaclasas, presentándose densa y compacta, ofreciendo buenas características para el fin requerido.

La roca se debe explotar únicamente en la margen derecha de la quebrada, aguas abajo del sitio de presa, para no disturbar la pared izquierda en donde irá empotrada la tubería de presión. Se debe tener cuidado con las voladuras, para no colmatar el cauce de la quebrada y así evitar la perturbación de sus condiciones actuales.

3.3.2 Materiales para Concreto

Como agregado grueso para el concreto de las obras en la presa, de los anclajes y recubrimiento de la tubería de presión, se podrán utilizar los fragmentos finos y medianos producidos por la explosión de la cantera para la obtención del material rocoso.

También se podrán utilizar como agregado grueso para el concreto los bloques y cantos rodados sanos, que se presentan abundantemente en los cauces de quebrada Mutatá y las cañadas La Seca, El Pedregal y La Salle.

Para los anclajes de la tubería de presión en su parte inferior, fundación y obras de casa de máquinas, se podrá emplear como agregado grueso para el concreto, los bloques y cantos rodados sanos que abundan en el cauce bajo de la quebrada Mutatá.

Se buscaron exhaustivamente arenas en el curso alto de la quebrada Mutatá, aguas arriba del sitio de presa y en los pequeños playones cercanos a la misma; en el curso bajo de la quebrada; en el curso alto del río Boroboro aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Mutatá; en su curso aguas abajo de la misma; en el río El Valle, entre la confluencia del río Boroboro y su desembocadura al Océano Pacífico y en la ensenada de Utria.

Se analizó el contenido mineralógico de estas "arenas" y en el mejor de los casos alcanzó un 2.5% de cuarzo, lo cual descarta prácticamente la utilización de las mismas como agregado fino para el concreto.

De acuerdo con observaciones directas en campo parece más conveniente la utilización de los agregados finos encontrados en los aluviones del río Boroboro.

4.0 SUELOS

Proviene de una formación del Terciario, son arcillosos con subsuelo arcilloso de color pardo rojizo y que debido al relieve, permiten buen drenaje externo y por la textura, el drenaje interno es lento a muy lento. La reacción del suelo es fuertemente ácida y el contenido de arcilla aumenta con la profundidad notándose el cambio de color pardo amarillento en la superficie a rojo a mayor profundidad.

Dentro del mapa de suelos del Andén Pacífico (1981), el suelo de la zona destinada para la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico Bahía - Mutatá está clasificado como suelo de serranía. Cortés Lombana describe la serranía del Baudó como un área quebrada, con curvas y laderas encadenadas que corren hacia el norte por el Andén Pacífico, cubierta de bosques. Suelos desarrollados a partir de lutitas, areniscas y a veces conglomerados calcáreos del terciario Inferior. La mineralogía se caracteriza por la predominancia de los minerales resistentes a los procesos de alteración con el cuarzo en la fracción arena, y la caolinita y la gibsitita en la fracción arcilla (los suelos del Andén Pacífico y su aptitud de uso, 1981). Esto afecta directamente la fertilidad potencial, la cual está relacionada con la disponibilidad de minerales fácilmente alterables.

Los principales factores que inciden en la formación de los suelos son las condiciones climáticas externas, y las formas del relieve. La excesiva humedad sumada a las altas temperaturas propias de la zona, aceleran los procesos de alteración de los pocos minerales primarios útiles disponibles.

El intenso lavado al que están sometidos estos terrenos hace que sean muy pobres en nutrientes. Son ácidos, tienen un alto contenido de aluminio intercambiable y presentan valores bajísimos de saturación de bases. Tienen una escasa profundidad efectiva; el contenido de carbono orgánico es alto en el primer horizonte, pero desciende abruptamente en las capas siguientes del perfil del suelo. En las partes donde el relieve es muy quebrado y escarpado, se ha impedido el desarrollo evolutivo del suelo, presentando una altísima susceptibilidad a la erosión.

Hay frecuentes afloramientos rocosos en las cimas y en las partes más pendientes de la ladera.

Con las condiciones anotadas, crece una vegetación que depende principalmente de los nutrientes almacenados en la fase orgánica del ecosistema para su sostenimiento.

4.1 MANEJO DEL SUELO

Las condiciones climáticas de la zona propician una buena regeneración natural de la vegetación, lo cual se debe mantener para evitar problemas de erosión de la cuenca y sedimentación en los cauces.

4.1.1 Clasificación Agrológica

La zona baja de la cuenca que corresponde a la zona plana, está dedicada parcialmente a la agricultura y los cultivos más comunes son plátano, maíz y arroz.

Las zonas media y alta de la cuenca poseen una topografía escarpada. En varios sectores las márgenes de la quebrada Mutatá están conformadas por rocas de gran dureza, por lo tanto es escasa la vegetación en estos sectores.

4.2. ANALISIS AGROECOLOGICO

Las características anteriormente anotadas propician la conservación de la vegetación natural en la cuenca de la quebrada Mutatá, y adicionalmente en la zona está localizado el Parque Nacional Natural de Utria cuyas finalidades principales son:

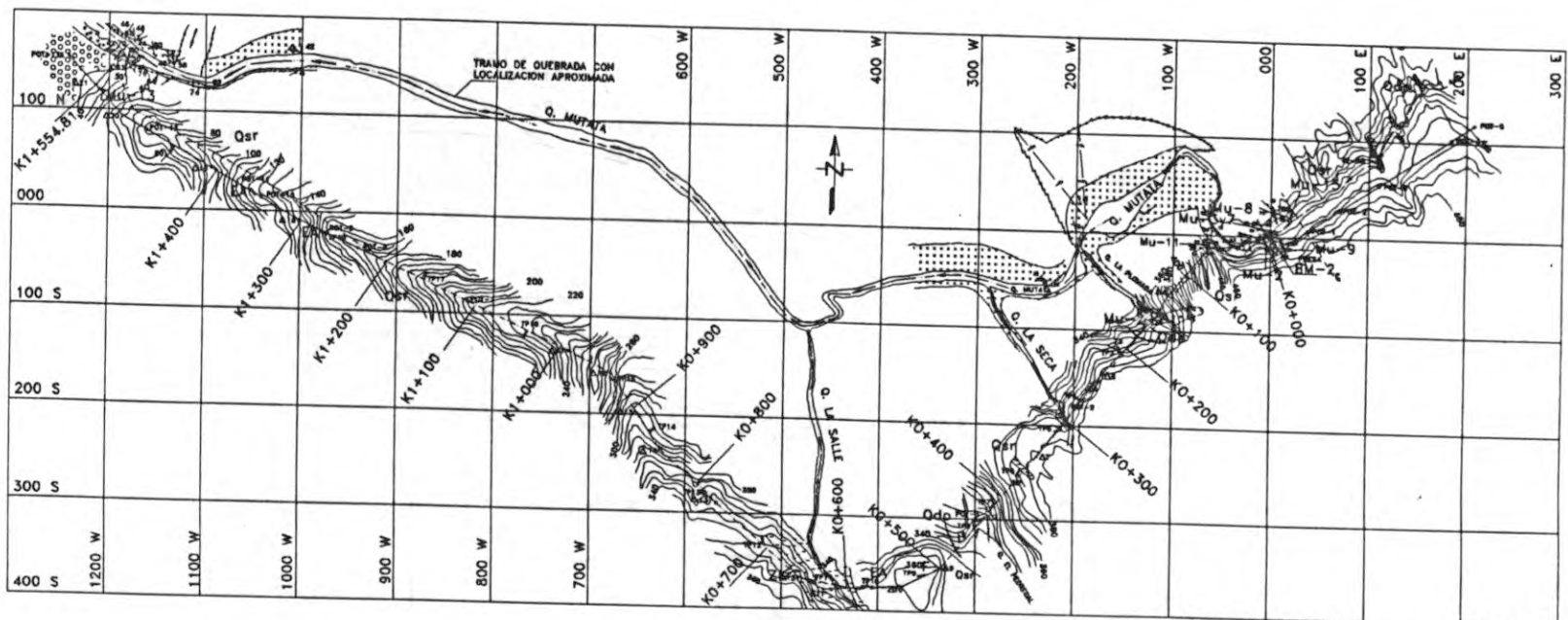
1. Conservar los valores sobresalientes de fauna y flora y paisajes o reliquias históricas, culturales o arqueológicas para darles un régimen especial de manejo, fundado en una planeación integral con principios ecológicos, para que permanezcan sin deterioro.
2. La de perpetuar en estado natural, muestras de comunidades bióticas, regiones fisiográficas, unidades biogeográficas, recursos genéticos y especies silvestres amenazadas de extinción y para proveer puntos de referencia ambientales para investigaciones científicas, estudios generales y educación ambiental, mantener la diversidad biológica, asegurar la estabilidad ecológica.

5.0 COMBUSTIBLES

Los combustibles derivados del petróleo que se requieren en la zona, son importados por vía marítima desde Buenaventura, por lo tanto su utilización se ve afectada por el transporte en elementos no convencionales y los sobrecostos que ello implica.

6.0 . OTRAS FUENTES ENERGETICAS

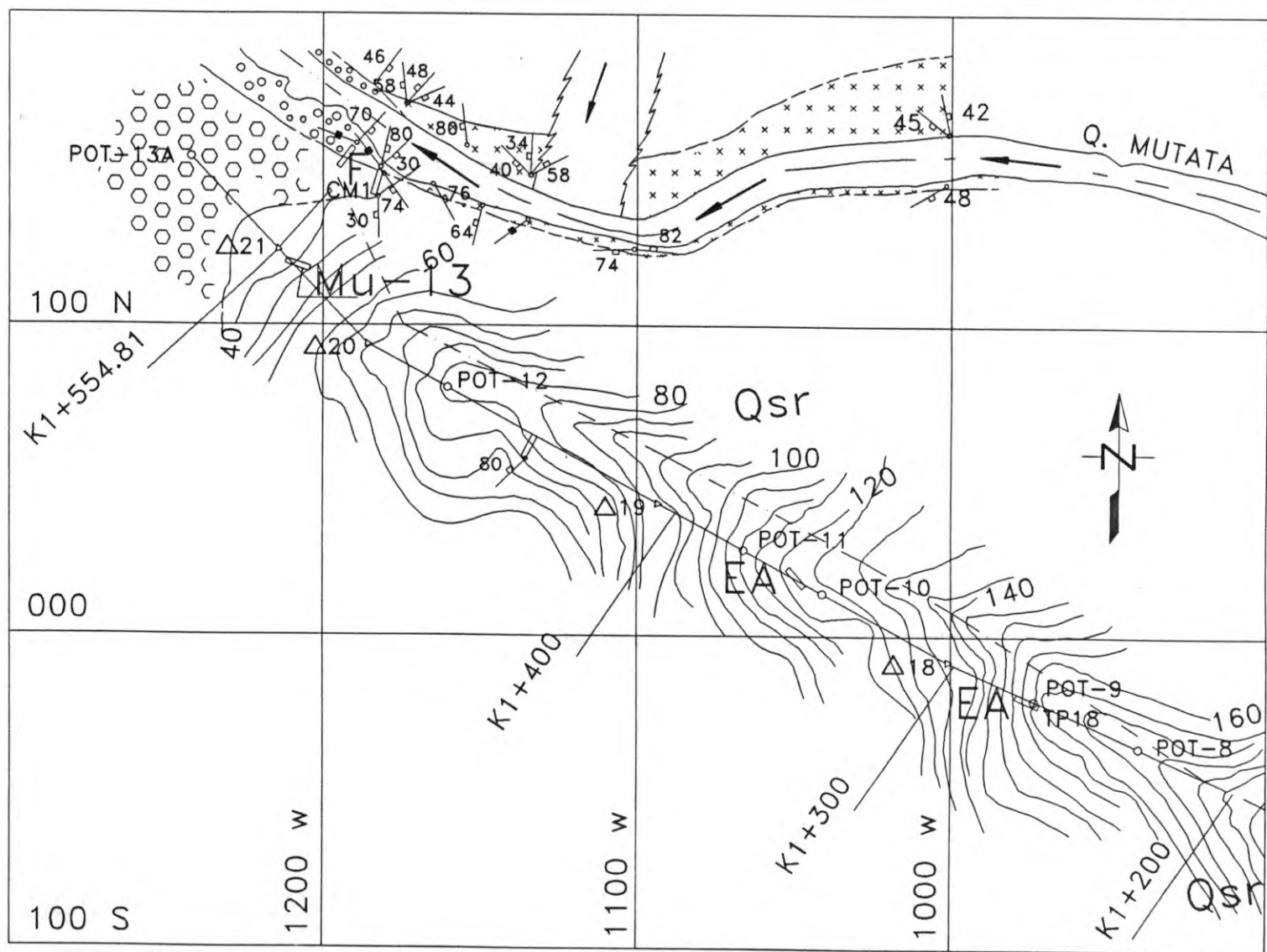
La madera es utilizada como recurso energético en actividades domésticas, para lo cual se debe ejercer un estricto control en su explotación, para evitar que se causen daños y desestabilización de las condiciones naturales.



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON BASE EN EL PLANO DE C & S LTDA No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

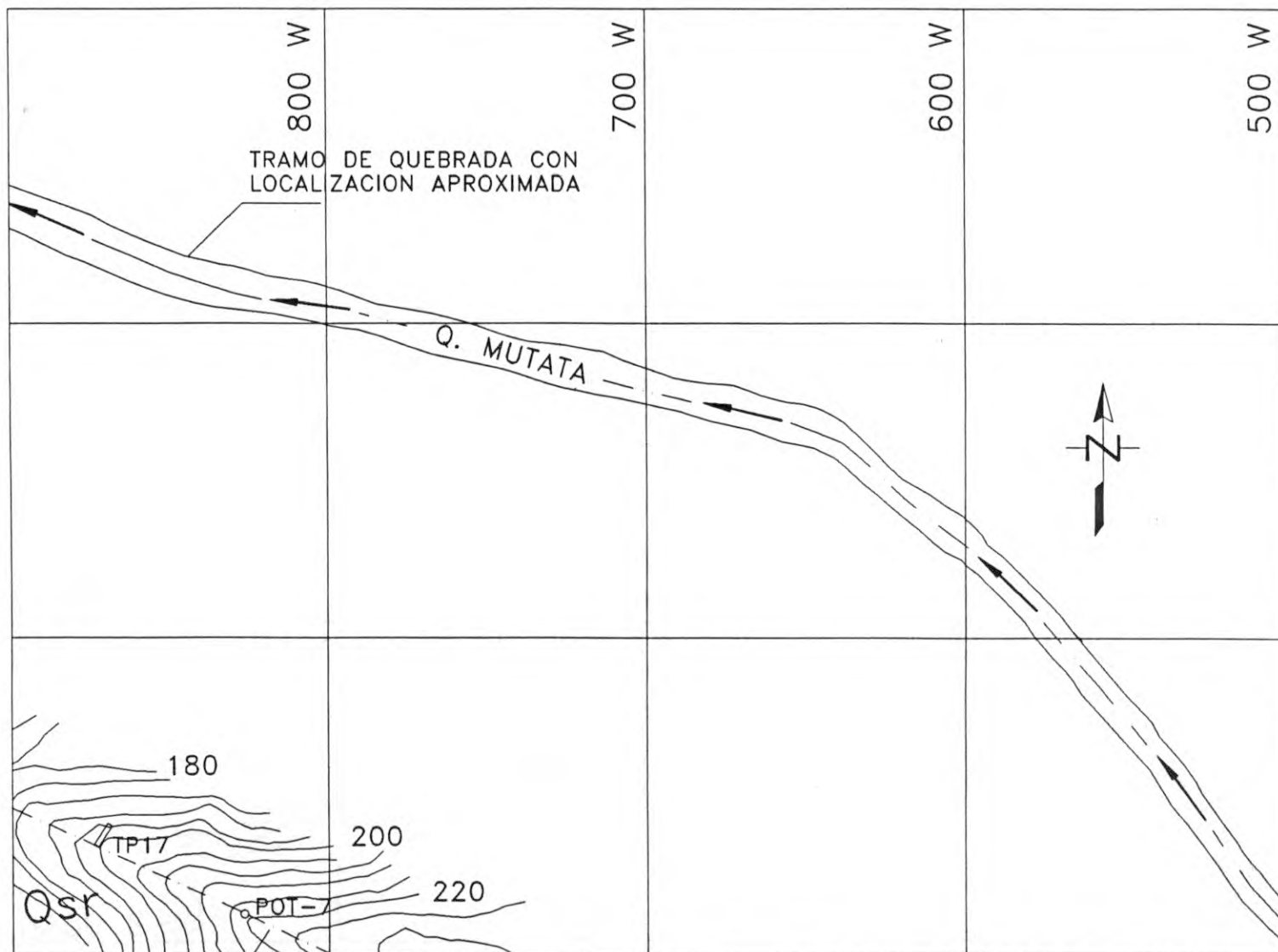
CONVENCIONES

Qsr	SUELO RESIDUAL		DERRUMBE	ZI	ZONA INESTABLE (ARBOLES INCLINADOS)	TB	TRINCHERA EJECUTADA SITIO DE PRESA
	RIGOLITO	Mu-8	MUESTRA		DIACLASA E INCLINACION (EN GRADOS)	TBI	ESTRIBO IZQUIERDO
	ALUVIONES	F	ROCA FRACTURADA POR FALLA EN TRINCHERA		DIACLASA VERTICAL	TDB	ESTRIBO DERECHO
Qdp	DERRUBIOS DE PENDIENTE	EA	ROCA CON EXTREMA ALTERACION EN TRINCHERA		CONTACTO	TP	TRINCHERA EJECUTADA TUBERIA DE PRESION
	BASALTO					TC	TRINCHERA EJECUTADA SITIO CASA DE MAQUINAS
						---	EJE TUBERIA DE PRESION
						—○—	POLIGONAL BASICA DE TOPOGRAFIA
						—→	EJE APROXIMADO DE LA QUEBRADA



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

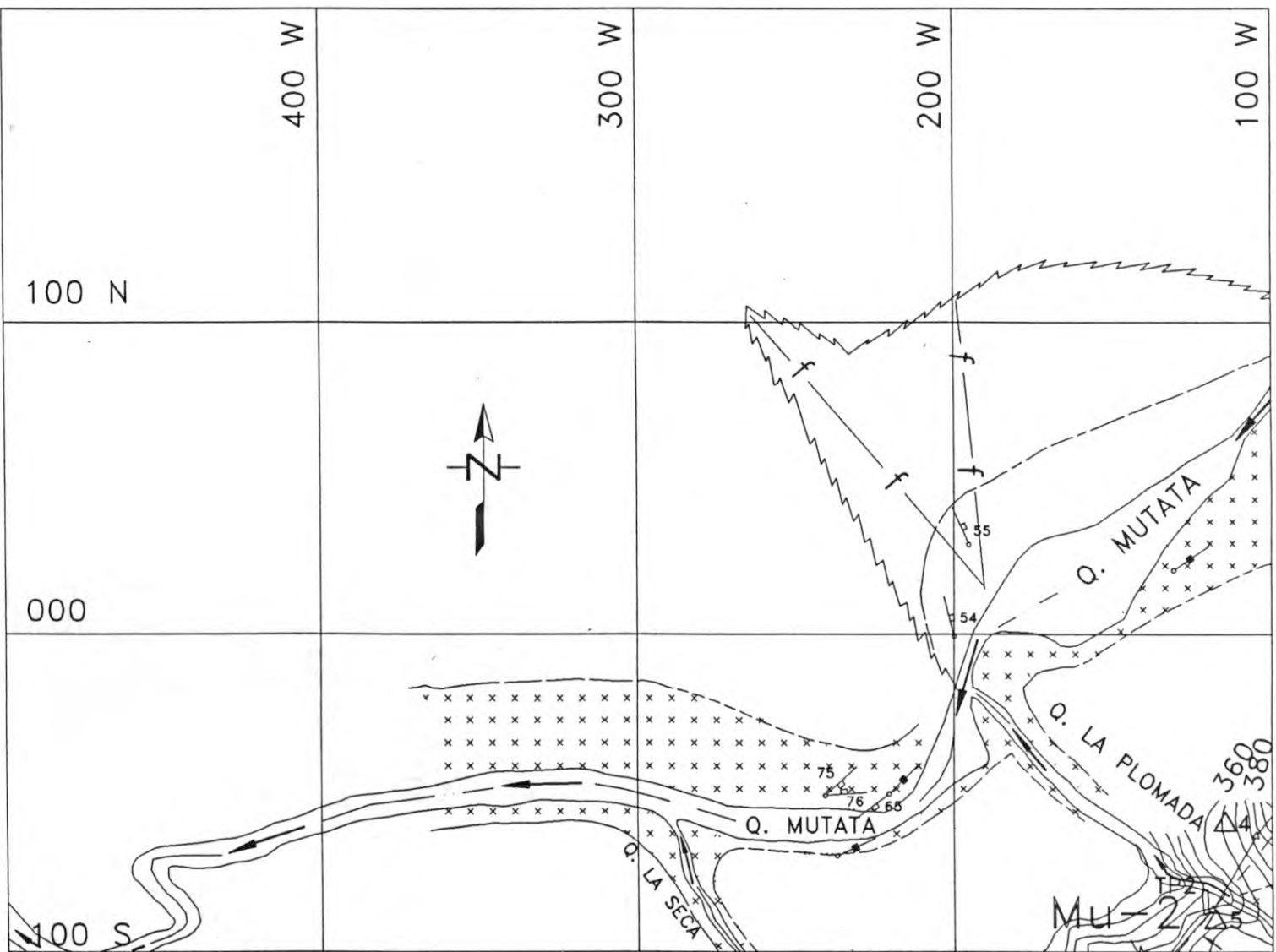
STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores									
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Deplo: G. LEON G.	Revisó: M. MELO N.	Deplo: M. MELO N.	Presentó: R. STRIEDINGER	Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION	1	MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
Dibujó: M. ESPINEL S.	Revisó: L. ESPINOSA D.	Deplo: L. ESPINOSA D.	Revisó: M. MELO N.	Deplo: M. MELO N.	Presentó: R. STRIEDINGER	Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION	0	ELECTRIFICADORA DEL CHOCO
REVISIONES							No.	1	PCH BAHIA SOLANO
							No.	1	GEOLOGIA GENERAL
							No.	1	PLANO No. 1
							No.	1	Escala: 1:2000
							No.	1	Paquete No.: PCH-1192-001
							No.	1	Dibujo No.: PG-01 Rev. No.



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

 STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL CHOCO		PCH BAHIA SOLANO GEOLOGIA GENERAL PLANO No. 2		Escala: 1:2000
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Depto: Geol.	Revisó: M. WELO N.	Depto: Supl. Arg.	Presentó: R. STRIEDINGER	Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION	1	Paquete No.: PCH-1192-001
Dibujó: M. ESPINEL S.	L. ESPINOSA B.	Hidr.			Aprobó:	Fecha:	REVISIONES	0	Dibujo No.: PG-02 Rev. No. 1

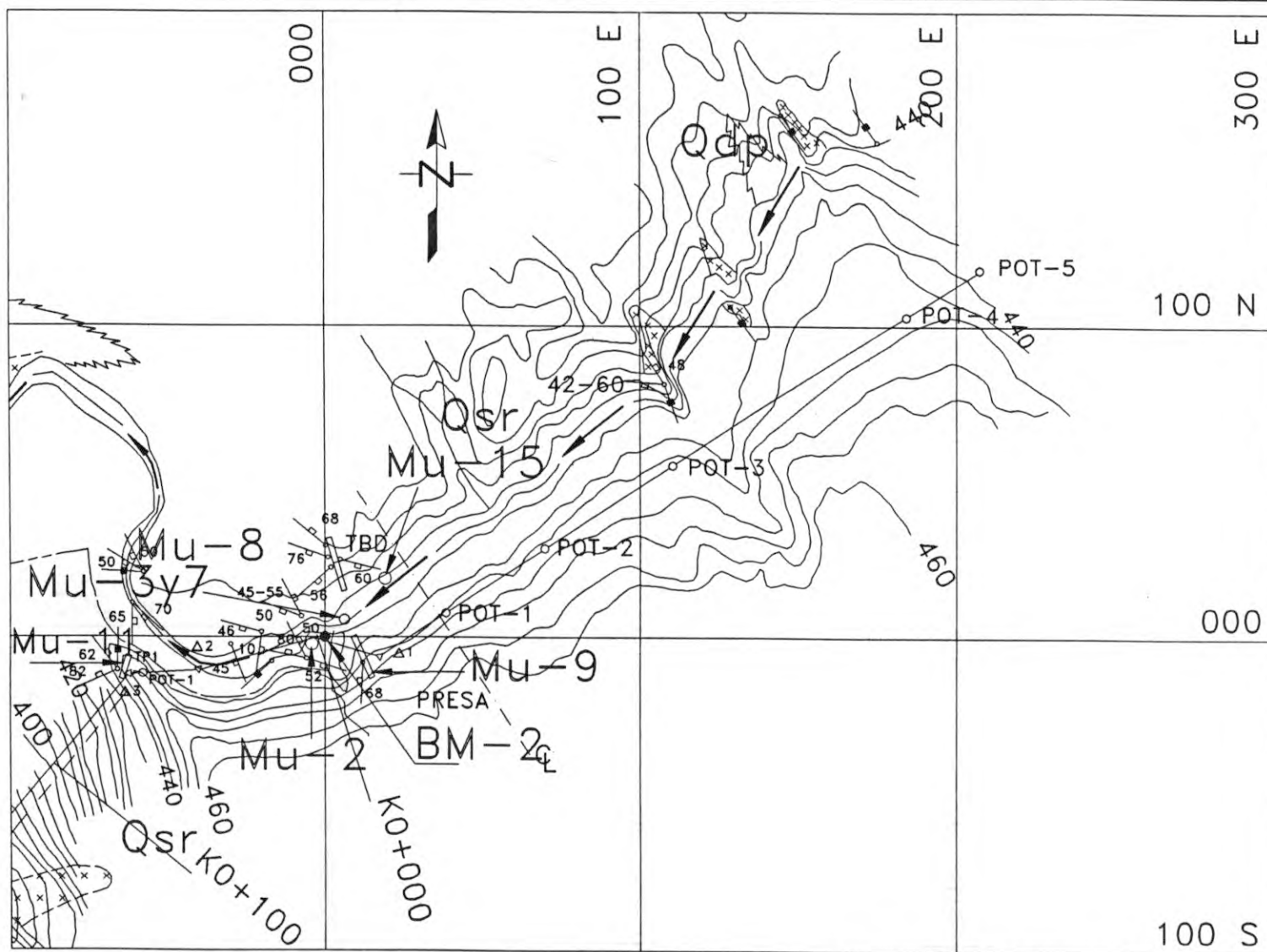
FILE: C:\ACAD\BAHIA\G-002.DWG



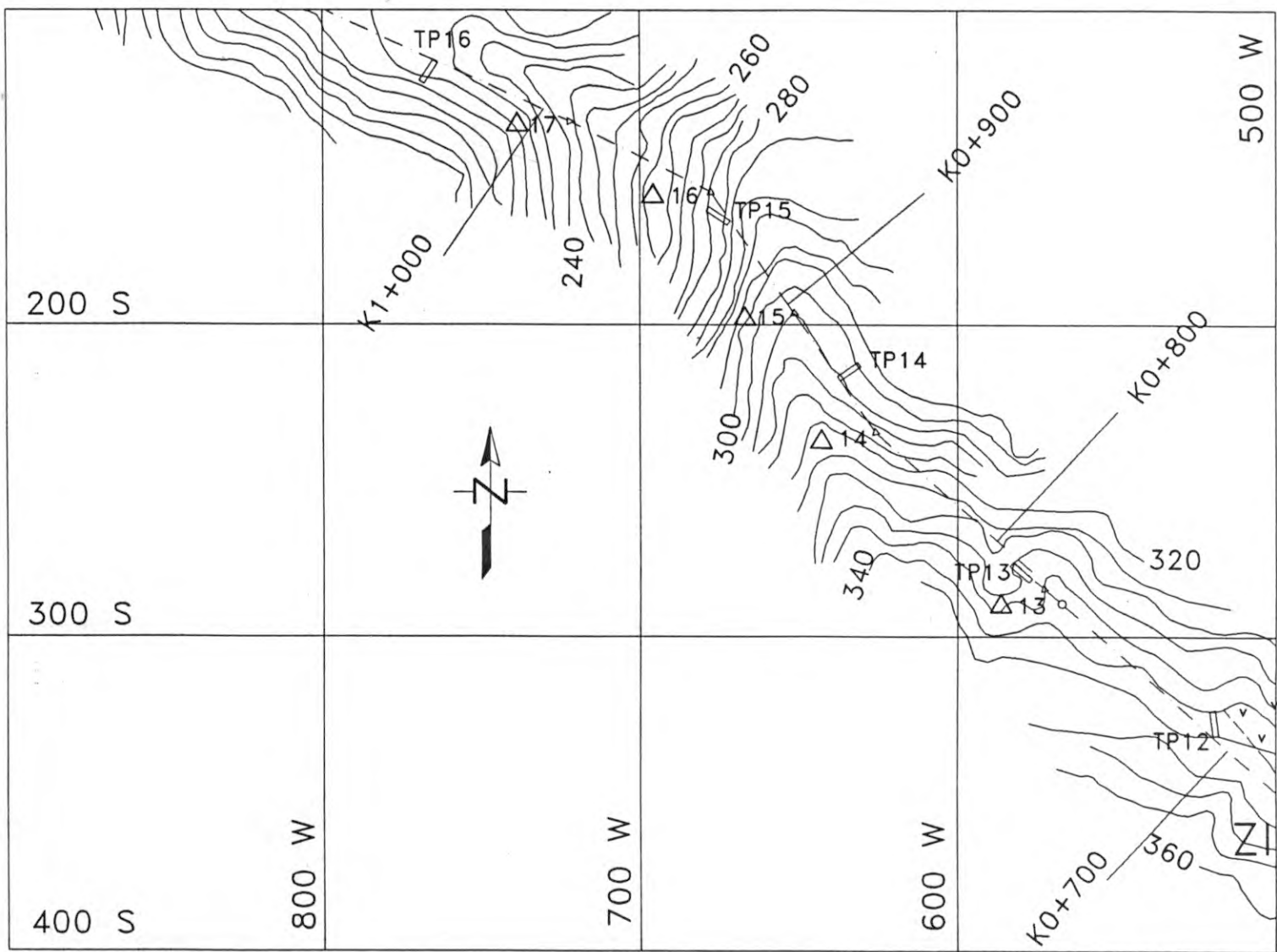
NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

 STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores								MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL CHOCO			PCH BAHIA SOLANO GEOLOGIA GENERAL PLANO No. 3			Escala: 1:2000
Diseño: G. LEON O.	Revisó: G. LEON O.	Depto: Geol.	Revisó: M. MELQ N.	Depto: Suel.	Presentó: R. STREIDINGER	Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION	1				Paquete No.: PCH-1192-001		
Dibujo: M. ESPINEL S.	L. ESPINOSA O.	Hidr.		Arg.	Aprobo:	Fecha:	REVISIONES	No.				Dibujo No.: PG-03	Rev. No. 1	

FILE: C:\ACAD\BAHIA\G-003.DWG



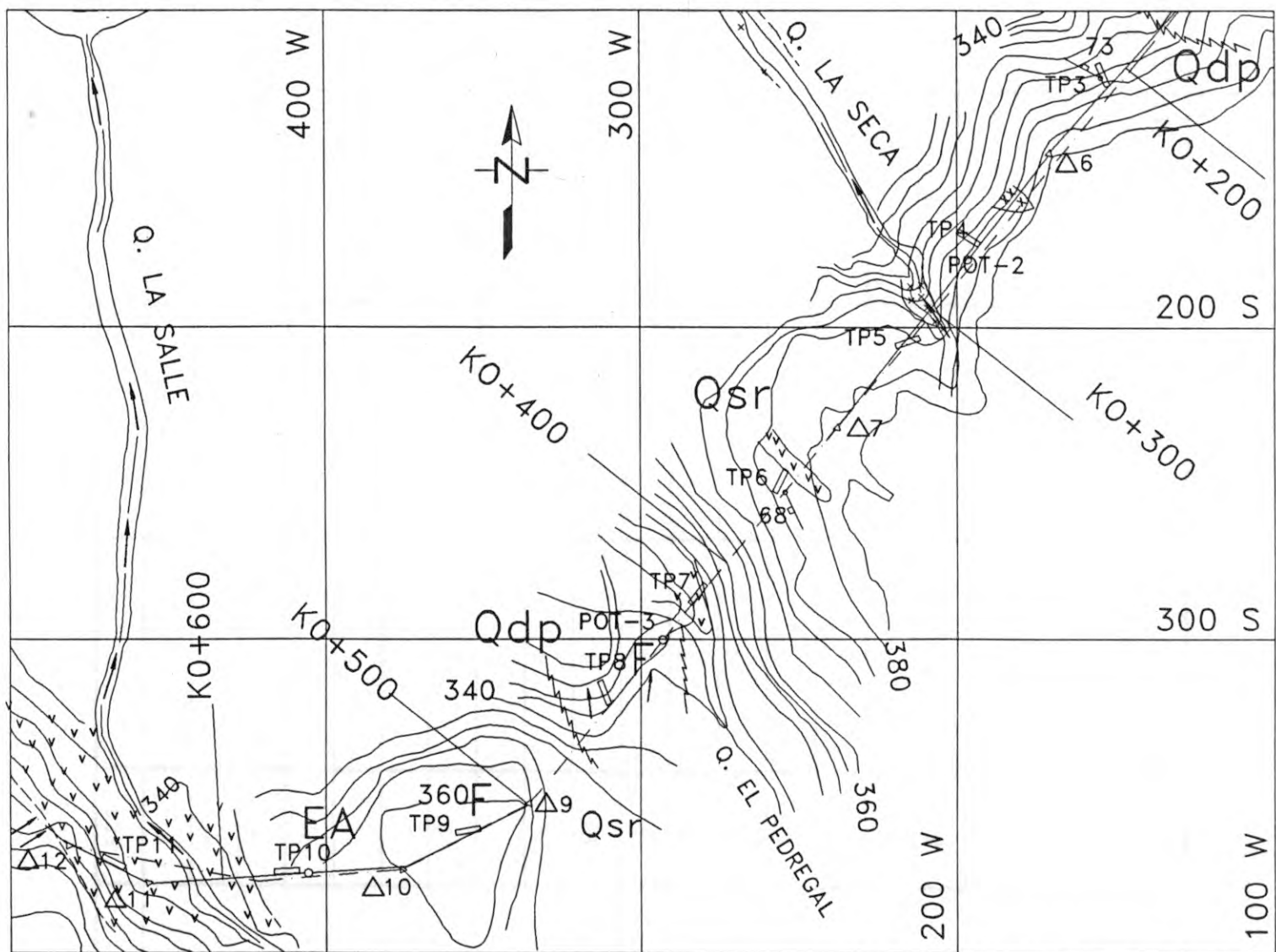
NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

FILE: C:\ACAD\BAHIA\G-006.DWG

STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores									
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Deplo: Geol.	Revisó: M. MELO W.	Deplo: Suell.	Presentó: R. STRIEDINGER	Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION	1	0
Dibujó: M. PERMAN E.									
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA							PCH BAHIA SOLANO		Escala: 1:2000
ELECTRIFICADORA DEL CHOCO							GEOLOGIA GENERAL		Paquete No.: PCH-1192-001
							PLANO No. 5		Rev. No.



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

FILE: C:\ACAD\BAHIA\G-007.DWG

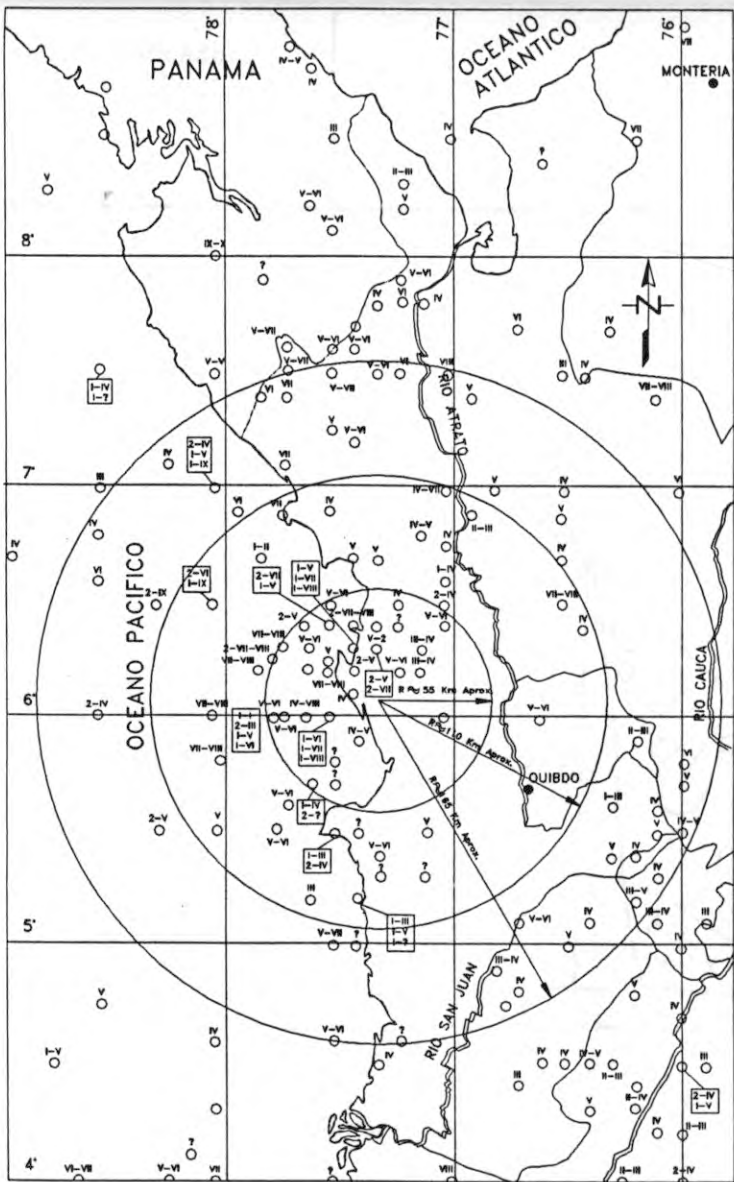
STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores				MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA		PCH-BAHIA SOLANO		Escala: 1:2000	
Diseño: G. LEON G.	Revisado: G. LEON G.	Deplo: M. MELO M.	Presentó: R. STRIEDINGER	ELECTRIFICADORA DEL CHOCO		GEOLOGIA GENERAL		Paquete No.: PCH-1192-001	
Dibujó: M. ESPINEL S.	L. ESPINOSA D.	Hidr.	Arg.	REVISIONES		PLANO No. 6		Dibujo No.: PG-06	
Fecha: Feb/93				No. 0				Rev. No. 1	

Electrificadora del Chocó	AJUSTE DE DISEÑOS PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO CHOCO				STRYCON LTDA
	DISTRIBUCION DE SISMOS EN LOS CIRCULOS DE INFLUENCIA EN EL PROYECTO				Marzo 1993
					CUADRO No. 1
INTENSIDADES (En escala modifi cada de Mercalli)	PRIMER CIRCULO (R=1/2° 55km)	SEGUNDO CIRCULO (R=1° 110 km)	TERCER CIRCULO (R=1 1/2° 165 km)	TOTAL PARCIAL	DISTRIBUCION DE SISMOS A PARTIR DE II
III	3	5	3	11	122
III - IV	2	-	1	3	
IV	3	8	16	27	
IV - V	1	1	1	3	
V	11	6	12	29	
V - VI	6	4	4	14	
VI	2	2	5	9	
VI - VII	-	1	3	4	
VII	6	1	2	9	
VII - VIII	8	4	1	13	7
VIII	2	-	1	3	
VIII - IX	-	-	-	-	
IX	-	1	3	4	
IX - X	-	-	-	-	
X	-	-	-	-	
X - XI	-	-	-	-	
XI	-	-	-	-	
XI - XII	-	-	-	-	
XII	-	-	-	-	
TOTALES	44	33	52	129	

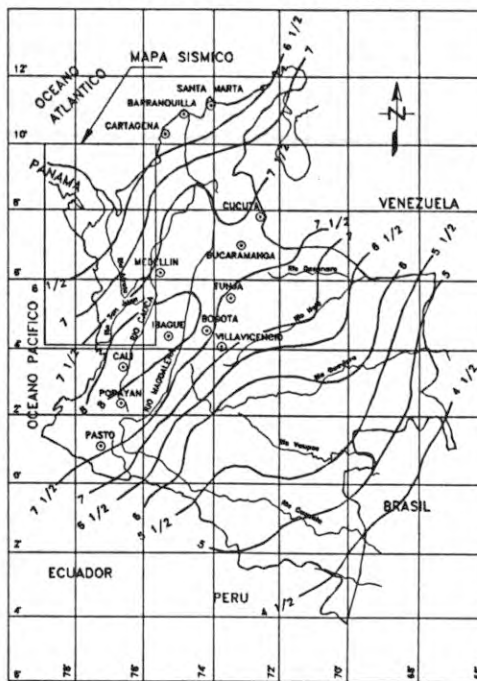
NOTA:
Este cuadro está referido al Dibujo SIS-1.

NOTA:

Este cuadro está referido al Dibujo SIS-1.



MAPA DE RIESGO SISMICO
(Ramírez J. E. 1.977)



CONVENCIONES

- CAPITALES
- 4 1/2 — INDICE PROMEDIO DE RIESGO SISMICO.

NOTA: EL INDICE PROMEDIO DE RIESGO SIGNIFICA QUE EN LA ZONA PUEDE OCURRIR UN SISMO DE INTENSIDAD MERCALLI MAYOR O IGUAL A LA INDICADA.

OTROS SIMBOLOS

- LIMITE INTERNACIONAL
- LIMITE DEPARTAMENTAL
- CURSO DE RIOS
- CAPITALES DE DEPARTAMENTOS.

SISMOS: INTENSIDAD EN LA ESCALA MODIFICADA DE MERCALLI, EN NUMEROS ROMANOS DE I A XII.

- VI
-
- n-VI
-
- n-III
- n-IV
- n-V

EPICENTRO REGISTRADO UNA VEZ PARA UNA MISMA INTENSIDAD.

EPICENTRO REGISTRADO n VECES PARA UNA MISMA INTENSIDAD.

EPICENTRO REGISTRADO n VECES PARA DIFERENTES INTENSIDADES.

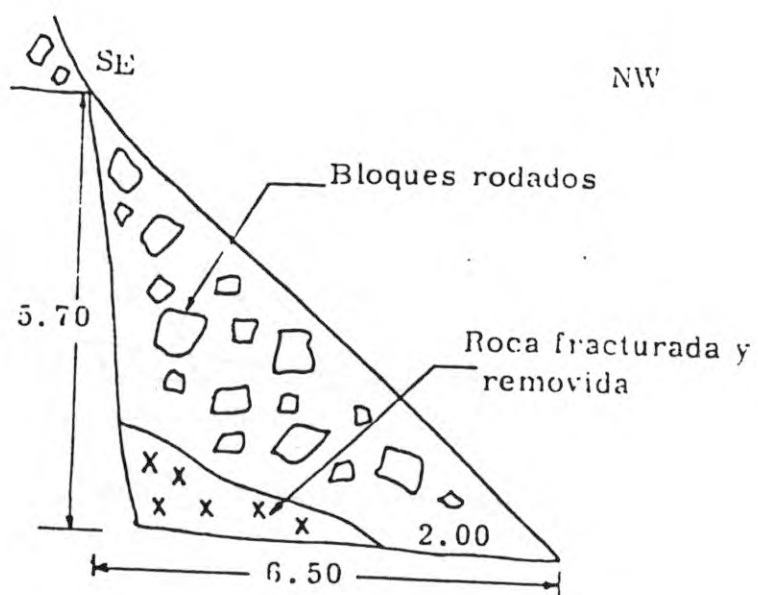
NOTA: ESTE MAPA HA SIDO ELABORADO CON BASE EN "REGISTRO SISMOGRAFICO DE COLOMBIA, 1950-1959" (INEDITO) UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, FACULTAD DE INGENIERIA, DPTO. CIVIL, SANTAFE DE BOGOTA D.C.; COMPLETADO CON DATOS DE LA MISMA UNIVERSIDAD. (REGISTROS SISMICOS EN EL TERRITORIO COLOMBIANO) Y ACTUALIZADO HASTA JULIO DE 1974 CON DATOS DE LA COMPANIA WESTON GEOPHYSICAL RESEARCH, INC. WESTBORO, USA.

NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON BASE EN EL PLANO DE C & S LTDA No. 88-2-307 DE Agosto / 1980

Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-8 (INFERIOR)

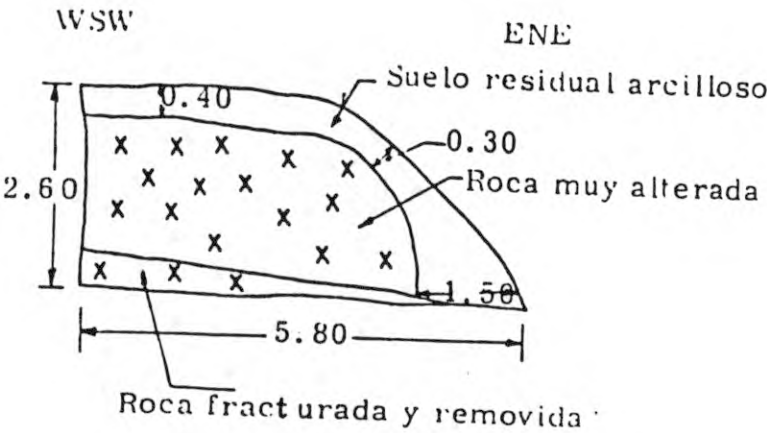
FIGURA No. 11



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-9

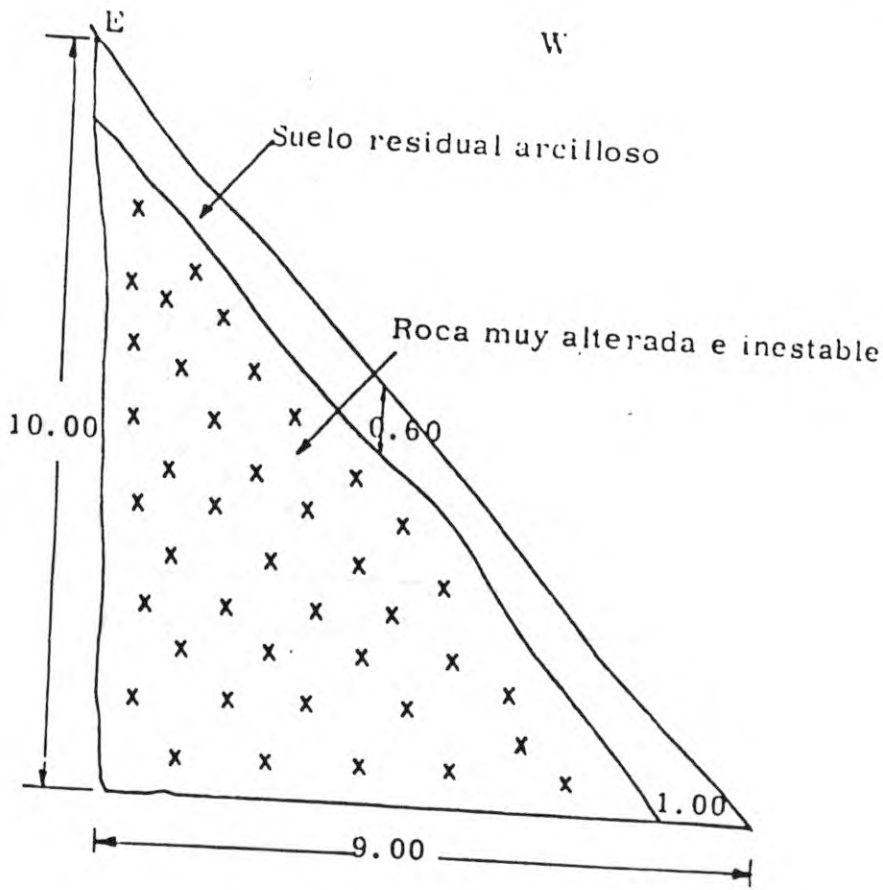
FIGURA No. 12



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-10

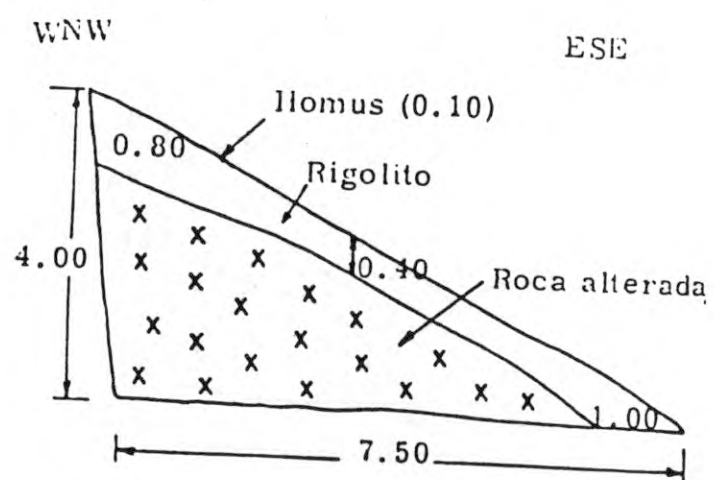
FIGURA No. 13



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-11

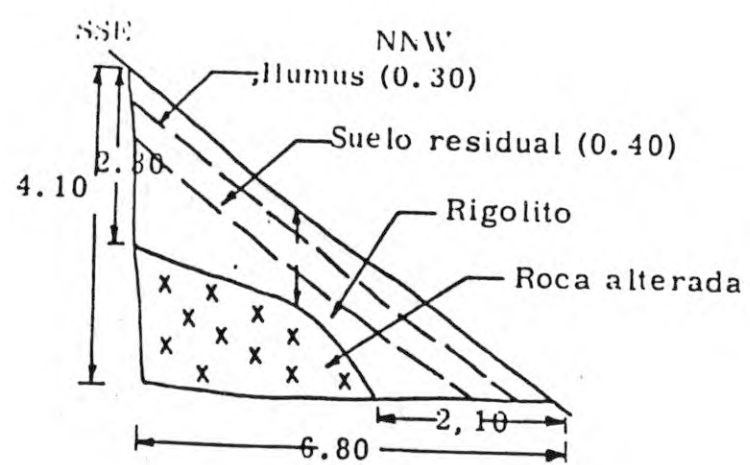
FIGURA No. 14



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-12

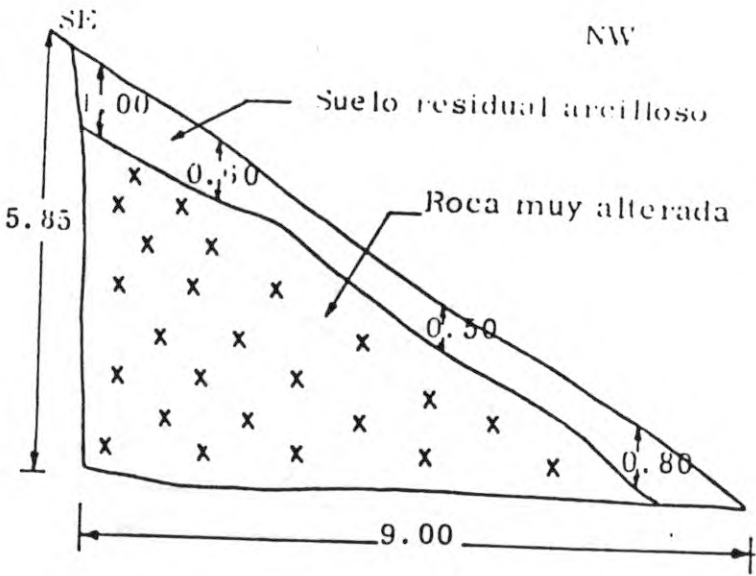
FIGURA No. 15



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-13

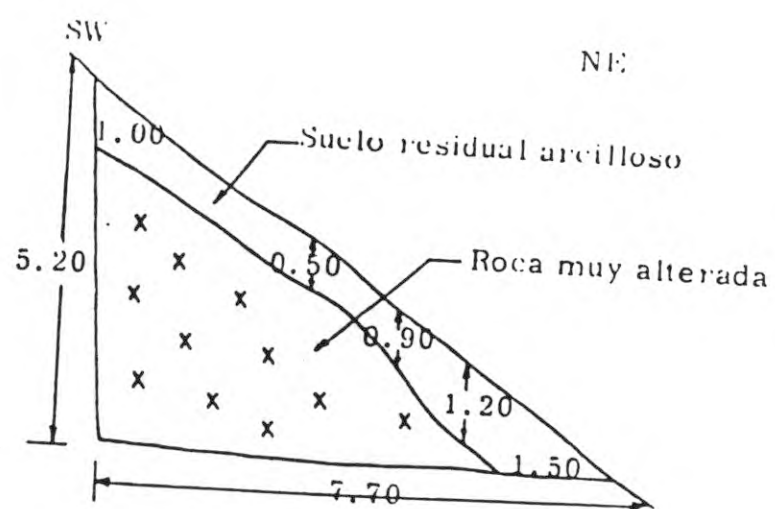
FIGURA No. 16



Electrificadora
del Chocó

DISEÑOS PCH BAHIA SOLANO
REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-14

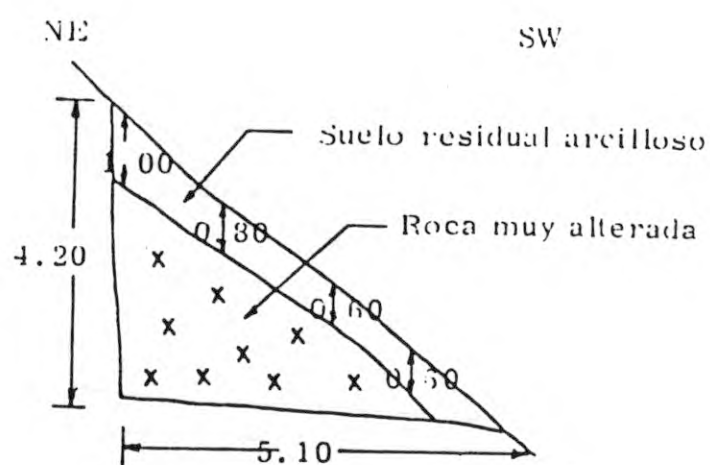
FIGURA No. 17

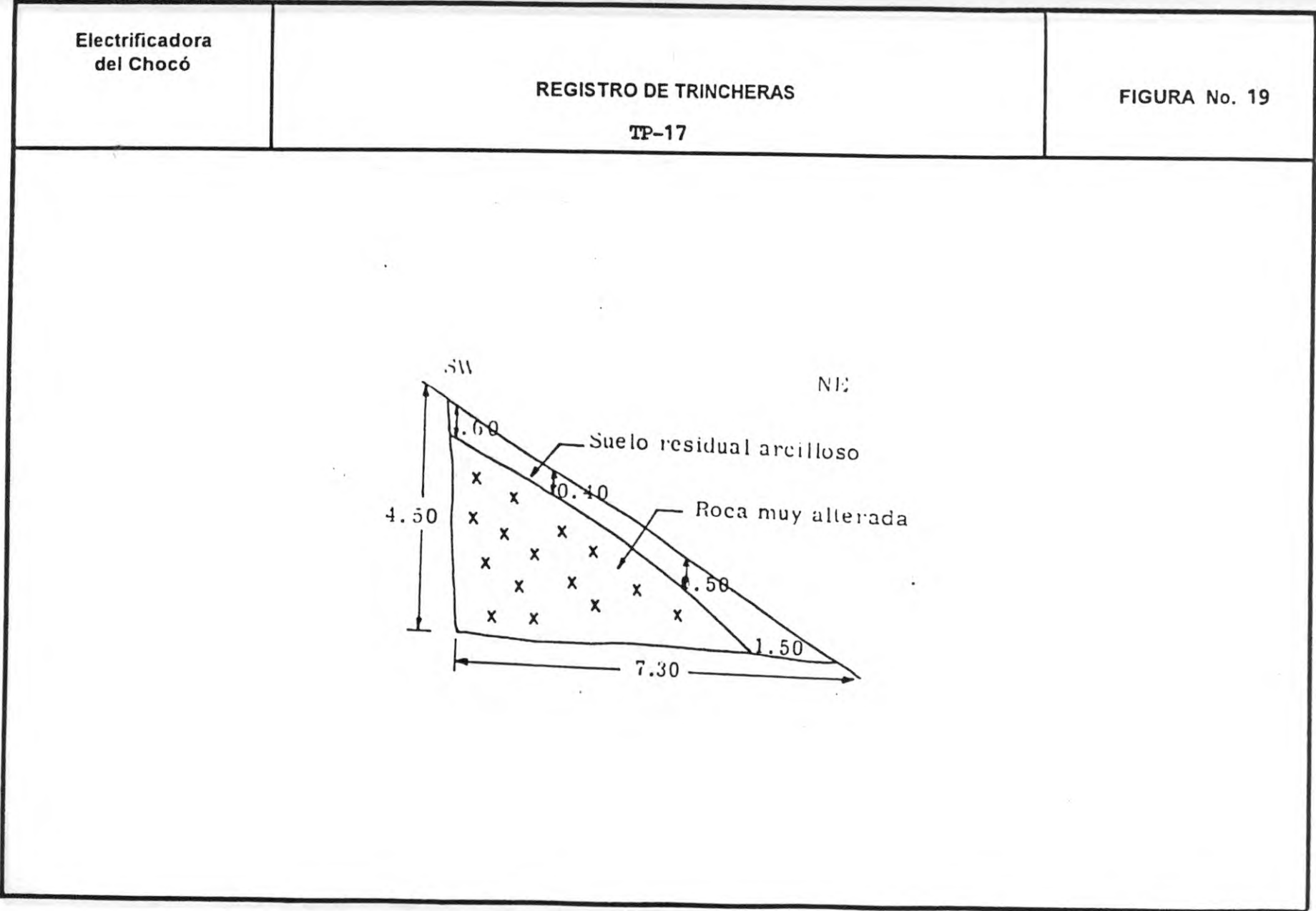


Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-16

FIGURA No. 18

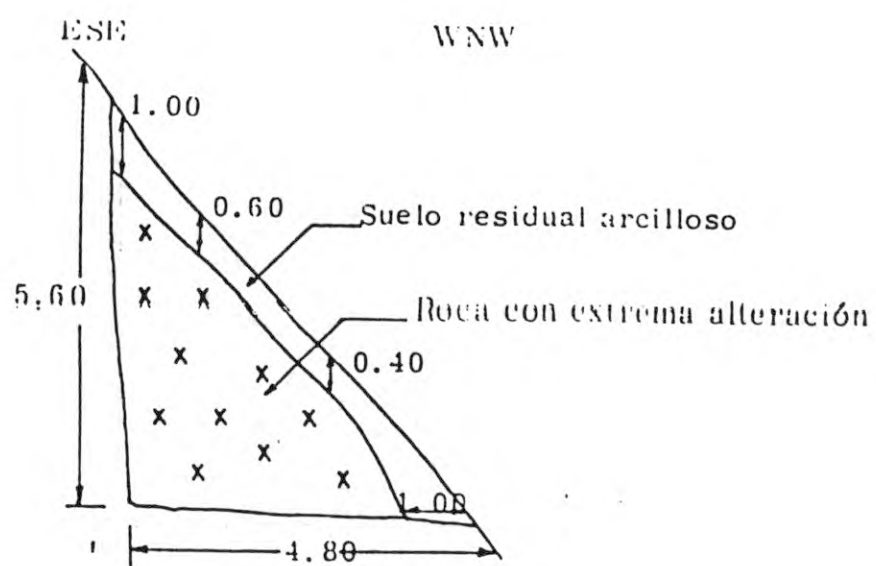




Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-18

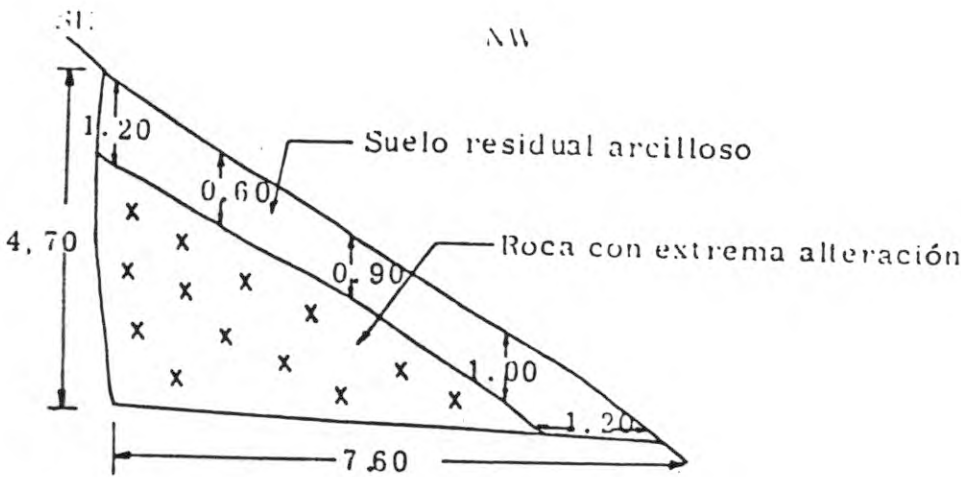
FIGURA No. 20



Electrificadora
del Chocó

DISEÑOS PCH BAHIA SOLANO
REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-19

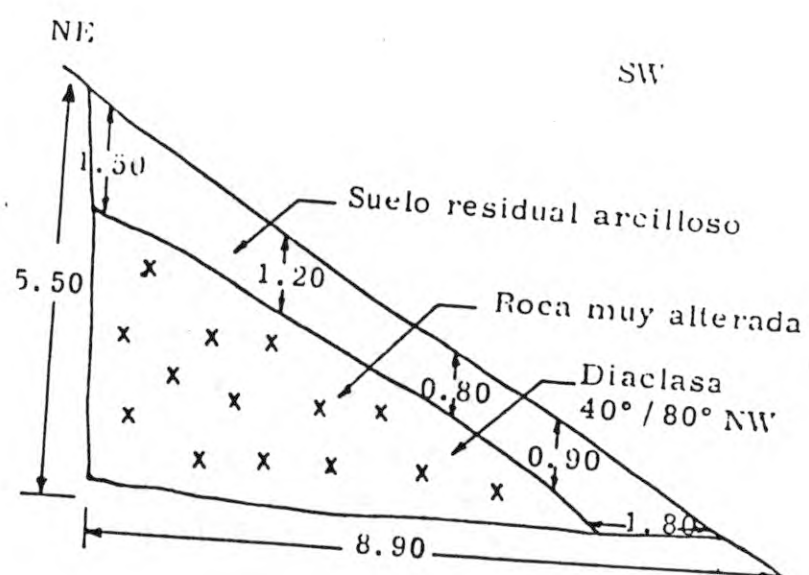
FIGURA No. 21



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-20

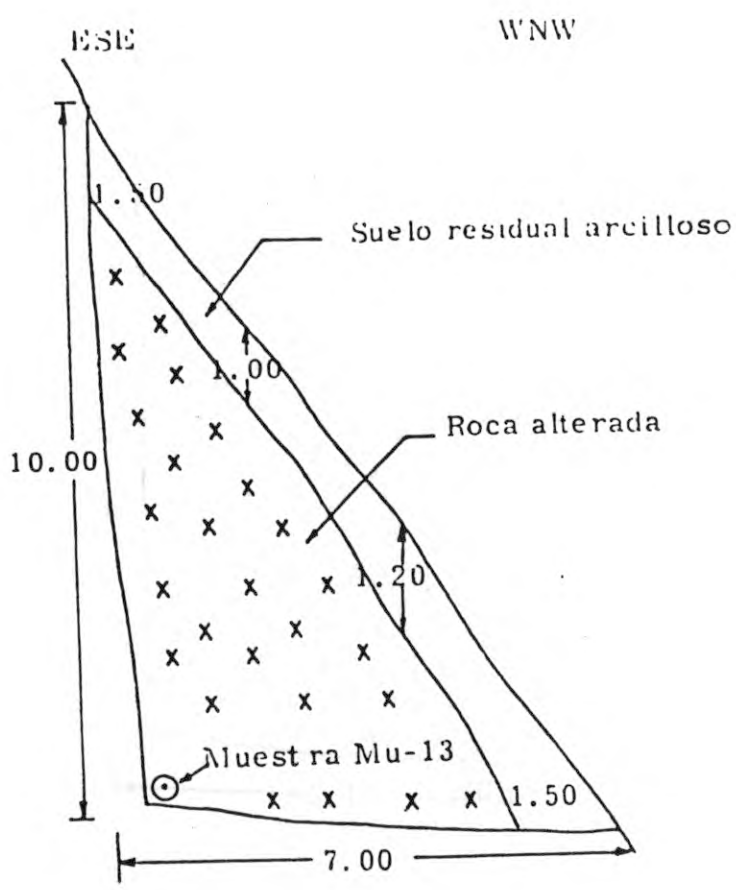
FIGURA No. 22



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-21

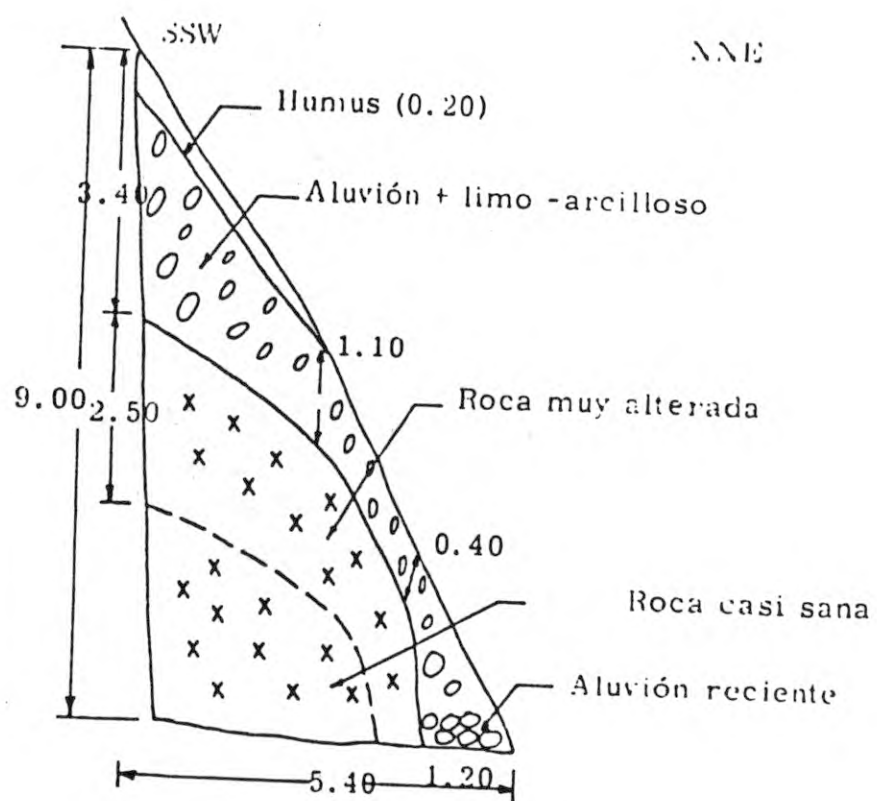
FIGURA No. 23

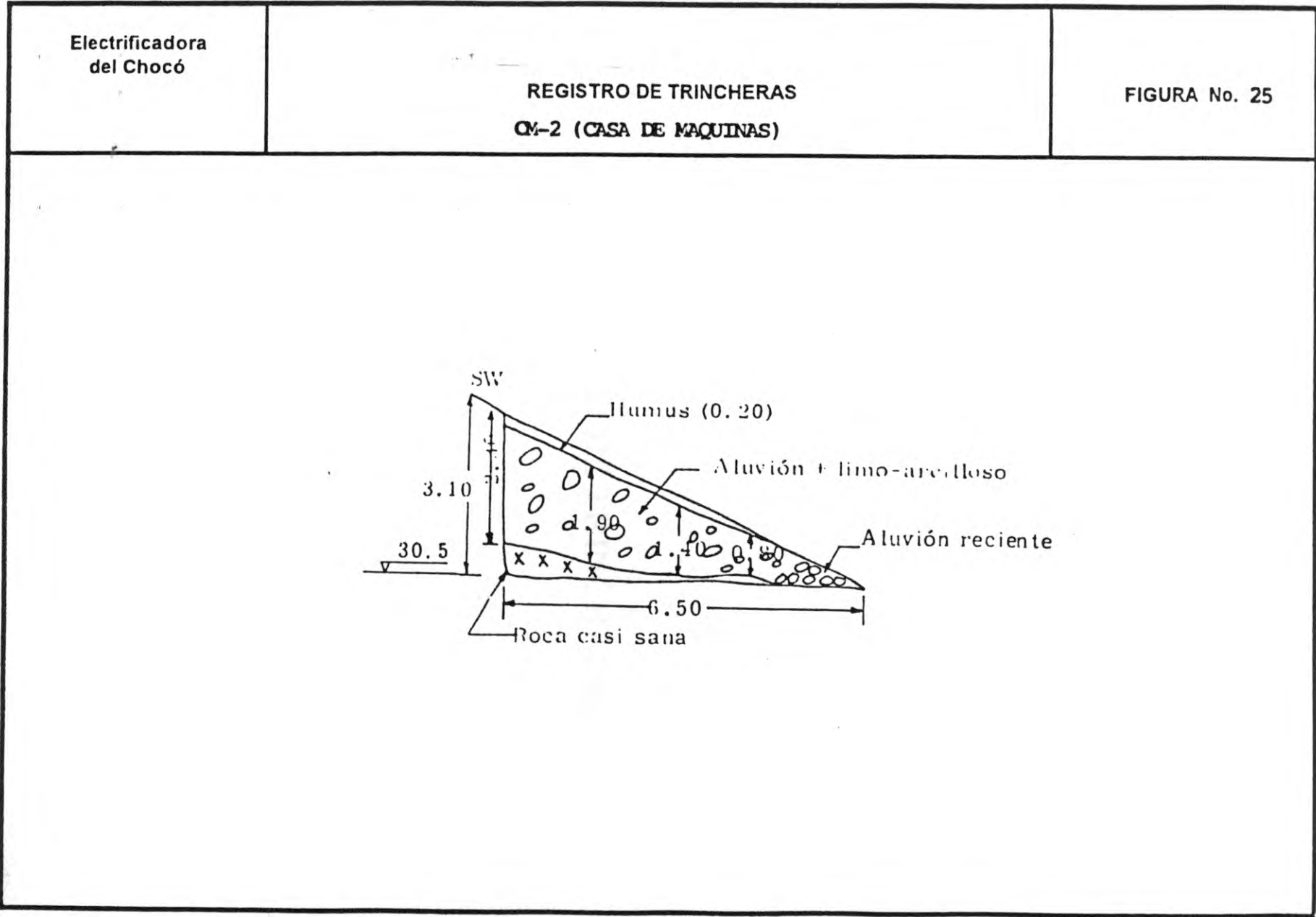


Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
CM-1 (CASA DE MAQUINAS)

FIGURA No. 24





REGISTRO DE TRINCHERAS

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

REGISTRO DE TRINCHERAS

CONTENIDO

1.0 TRINCHERA BOCATOMA

2.0 TRINCHERAS TUBERIA DE PRESION

3.0 TRINCHERAS CASA DE MAQUINAS

FIGURAS:

FIGURA No. 1 a 25: Registro de Trincheras

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH

MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

REGISTRO DE TRINCHERAS

Debido a la poca compactación y consistencia de los niveles superiores del suelo residual, presentes en casi la totalidad de las trincheras ejecutadas, y a la pésima conservación de las estructuras y texturas de la roca madre, las trincheras se representan de manera condensada, registrando sus características en una sola pared, a escala aproximada 1:100.

1.0 TRINCHERAS BOCATOMA

Estribo Izquierdo (Figura No. 1)

Localizada a 1.50 m al W del Delta 1 Azimut 153°. Pendiente natural: 44° aproximadamente.

Descripción: delgada capa (0.05 m) de suelo vegetal orgánico (humus), suelo residual pardo amarillento, con abundantes restos vegetales, deleznable, pegajoso y húmedo. Su espesor es poco considerable debido a la pendiente y en la margen escarpada de la quebrada desaparece.

Roca basáltica muy alterada y oxidada de color pardo - rojizo medio, friable, presenta algunas bolas de alteración dispersas, mejor conservadas que el resto de la roca, con costra ferruginosa de diámetro entre 10 y 40 cms.

En la parte superior de la trinchera se presentó una bola de alteración ovoidal con diámetro de 1.10 m. En el fondo de la trinchera la oxidación es algo menor y la roca alterada tiene un color más claro y menos rojizo.

Se presenta agua de escurrimiento con un caudal de unos 50 litros por minuto, proveniente de una cañada situada pocos metros al W y casi paralela a la trinchera. Esta infiltración ha oxidado la roca y demuestra el carácter permeable de la roca alterada. Fue tomada una muestra, con todas las precauciones necesarias, para ensayos de permeabilidad en laboratorio, a 9.00 m al SSE del comienzo de la trinchera y 1.70 m de su piso. Curiosamente, el resultado del laboratorio muestra una permeabilidad relativa "Muy Baja".

Las características de cohesión, compactación y consolidación de esta roca alterada son muy pobres. Las diaclasas de dirección 115° e inclinación de 64° al NE en la pared W y de dirección 165° e inclinación de 68° al W en la pared E, se pueden observar por la patina de oxidación en sus planos algo más oscura que el resto de la roca.

Se tomó la muestra Mu-9 en el piso de la trinchera a los 9.60 m de avance de la excavación, y su análisis mineralógico en laboratorio dió el siguiente resultado:

Granulometría de la muestra analizada 0.16 - 0.20 mm.

Fracción pesada (densidad mayor que 1.82): 87%

Compuesta por: 64% Magnetita, 22% Epidota, 9% Hematita, 2% Hipersteno, 2% Augita y 1% Anfíbol.

Fracción liviana (densidad menor que 1.82): 13%

Compuesta por: 44% Fragmentos oxidados, 37% feldespatos y 19% cuarzo.

Esta muestra antes de ser tamizada fue sometida a lavado, lo cual deforma parcialmente su composición mineralógica cuantitativa, puesto que quedan dominando los minerales menos solubles en agua, pero su composición refleja como roca madre, una roca volcánica básica del tipo basalto.

Estribo Derecho (Figura No. 2)

Esta trinchera enfrenta la anterior en la margen derecha de la quebrada Mutatá. Su pendiente es variable: en la margen de la quebrada es escarpada, luego tiene una pendiente de unos 43° , y en su parte alta se reduce a unos 12° .

Descripción: una delgada capa (0.2 m) de suelo vegetal orgánico (humus) cubre el suelo arcilloso, en especial en la parte de menor pendiente.

Suelo residual arcilloso pardo-amarillento con abundantes raíces, deleznable, pegajoso y húmedo, de mayor espesor que en la trinchera anterior, debido a la menor pendiente.

Roca basáltica muy alterada de color gris-verdoso claro, friable, presentando bolas de alteración ovoidales menos alteradas que el resto de la roca, de diámetro entre 5 y 20 cmts, y en número que aumenta al profundizar la excavación. Se observaron en la pared W de la trinchera la diaclasa de dirección 213° e inclinada 56° al SE, y en la pared E las diaclasas $113^\circ/60^\circ$ SW, $124^\circ/76^\circ$ SW y $325^\circ/68^\circ$ NE por sus planos señalados por patina de oxidación, y en algunos casos por presentar superficies de deslizamiento preferencial. En el fondo de la trinchera la excavación se dificulta, pero no se alcanzó el nivel inferior del suelo residual. Se hicieron varios ensayos de perforación, tanto horizontal como verticalmente, con un barreno manual, pero debido a la abundancia de bolas de alteración de mayor dureza, no se logró avance significativo.

Para tratar de lograr el nivel de roca sana, se excavó un apique con barretón en el piso de la trinchera, a 3.80 m hacia el NNW del comienzo de la misma, sin obtener el fin deseado. Este apique permitió comprobar la permeabilidad de la roca, puesto que se obtuvieron los siguientes resultados: Con el nivel de agua de la quebrada Mutatá más alto que el piso de la trinchera, causado por represamiento de la quebrada con un vertedero, la infiltración proveniente de la misma es del orden de unos 8 litros por minuto, este dato se obtuvo como promedio de varias mediciones.

Al desaparecer el vertedero por efectos de crecidas de la quebrada, y con un nivel de agua por debajo del piso de la trinchera, después de haber ampliado el apique a 0.80 x 0.80 m y profundidad de 0.96 m, como resultado promedio de repetidas mediciones, se obtuvieron 1.76 litros por minuto de infiltración de agua proveniente de la parte alta de la trinchera con dirección N-S.

Una muestra tomada, con las precauciones necesarias, para efectuarle ensayos de permeabilidad en laboratorio, dió como resultado aleatorio una permeabilidad relativa "Muy Baja".

Las características de cohesión, consolidación y compactación de esta roca alterada, correspondiente al nivel intermedio del suelo residual, son muy pobres.

2.0 TRINCHERAS TUBERIA DE PRESION

Se excavaron trincheras a lo largo de la línea de conducción, procurando no crear zonas de inestabilidad guiándose por el relieve topográfico. En los casos en que se motivaron derrumbes potenciales, se procedió a rellenar las excavaciones para amortiguarlos, y para evitarlos la mayoría de las trincheras no se profundizaron. En la zona de inestabilidad tectónica, entre las abscisas K0+150 y K0+940, se ejecutaron trincheras con un espaciamiento máximo de unos 50 m, en los sitios más vulnerables y que parecían dar los mejores resultados sobre las características de las rocas alteradas.

TP - 1 (Figura No. 3)

Descripción: En la parte inferior de la trinchera, con menor pendiente natural una capa de unos 0.40 m. de suelo vegetal orgánico cubre la ladera. En la parte superior escarpada una vegetación inferior (enredaderas y herbáceas) cubre la roca fracturada. Debajo de la capa de humus, se formó un suelo residual arcilloso pardo-amarillento, deleznable, con abundante contenido vegetal, su espesor aumenta hacia la parte inferior de la ladera.

La roca en superficie esta muy meteorizada, es de color pardo-verdoso, se presenta en la parte exterior muy fracturada (fragmentos de 10 a 40 cms) de manera confusa, con muy pobre cohesión, consolidación y compactación.

A la profundidad de 1m la fracturación disminuye (bloques angulares de 0.50 a 1 m), y se ordena geométricamente siguiendo los alineamientos de las diaclasas 318°/62° NE, 358°/vertical y 60°/82° NW. La alteración en la superficie de la roca continúa por lixiviación a través de las fracturas. Sus características de compactación mejoran, pero su consolidación y cohesión son pobres.

La muestra Mu-11, tomada en el fondo del escalón superior de esta trinchera, fue analizada micropetrográficamente en el laboratorio, dando como resultado: Descripción Macroscópica: Roca volcánica, color verde, muy alterada en su superficie, tomando un color marrón. Los constituyentes son máficos esencialmente.

Texturas, estructuras: Vítreo - porfirítica.

Constituyentes: matriz 37%, Piroxeno 33%, Ceolitas 24%, Sodalita 5% y Opacos 1%.

Descripción petrográfica: la matriz es palagonítica (rica en hierro), con cierta orientación de flujo encerrando cristales de piroxeno tipo augita, feldespato de tipo sodalita y agregados amigdaloides de ceolitas de hábito radial del tipo natrolita posiblemente. Los opacos son cristales enhedrales de pirita con bordes hematíticos. La ausencia de félsicos y la textura caracterizan un volcánico ultramáfico. Se presentan vesículas pequeñas.

Origen de la roca: Igneo volcánico.

Clasificación: Limburgita porfirítica.

TP-2 (Figura No. 4)

Absica K0+157.20, Azimut 15°, Pendiente 45° aproximadamente.

Descripción: 0.20 m, Suelo residual, arcilloso pardo-rojizo, con alto contenido orgánico.

Derrumbe: Bloques de basalto alterados, rodados, de contorno generalmente angular, con volúmenes de hasta 1.00 m³; englobados en matriz de roca completamente alterada, friable, permeable y con pésimas características de cohesión, consolidación y compactación.

TP -3 (Figura No. 5)

Abscisa; K0+208, Azimut 156°, Pendiente natural: 34° aproximadamente.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo-rojizo, con alto contenido orgánico (raíces) y cantos angulares de basalto alterado. Roca basáltica alterada, de color gris pardo claro, con manchas pardo-rojizas oscuras de oxidación en superficies de diaclasa 310°/76° NE. La roca alterada es friable, permeable y presenta pobres características de cohesión y consolidación.

TP -4 (Figura No. 6)

Abscisa K0+270, Azimut 138°, Pendiente natural: 45° aproximadamente.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo-rojizo con contenido orgánico (raíces). Roca basáltica muy alterada, de color gris pardo claro, con manchas pardo-rojizas oscuras de oxidación al SE. Roca muy alterada, friable, permeable y presenta pobres características de compactación, cohesión y consolidación.

TP-5 (Figura No. 7)

Abscisa K0+311.70, Azimut: 50°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo rojizo, con alto contenido orgánico (raíces), deleznable, sin cantos basálticos.

La roca basáltica muy alterada, de color gris pardo claro, friable, permeable y con pobres características de compactación, cohesión y consolidación.

TP-6 (Figura No. 8)

Abscisa: K0+369.40, Azimut 12°.

Descripción: Suelo residual arcilloso pardo-rojizo, con alto contenido orgánico (raíces), deleznable.

Roca basáltica alterada de color gris-pardo, con manchas pardo-rojizas oscuras de oxidación, con restos de raíces en su parte S. La roca alterada está suelta, es permeable y presenta pobres características de compactación, cohesión y consolidación.

TP-7 (Figura No. 9)

Abscisas: K0+410 a K0+418, Azimut 40°. Pendiente natural: 33°.

Descripción: delgada capa de suelo residual arcilloso pardo rojizo, con raíces y zonas dispersas de roca alterada y suelta (Rigolito).

Debajo de este suelo tenemos roca basáltica alterada y oxidada, de color pardo con numerosas venillas de cuarzo con azimut 120° e inclinación 70° al NE, esta zona con un espesor de 1.50 mts en la parte N de la trinchera, presenta en la parte baja una capa de arcilla, gris clara impermeable, sobre la cual corre agua de infiltración con caudal aproximado de 10 lts/min.

Debajo de la delgada capa de arcilla la roca se presenta alterada, y friable de color gris claro, con pésimas características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-8 (Superior) (Figura No. 10)

Abscisa: K0+460, Azimut 143°, Pendiente natural 54°.

Esta trinchera se dividió por su inestabilidad, en una superior, continuada por otra inferior. El derrumbe en el cual se sitúa esta trinchera, está compuesto de bloques rodados y alterados de roca basáltica de contorno angular, englobados en una masa de roca completamente alterada y suelta, sin suelos vegetales de cobertura.

Por debajo tenemos una roca basáltica gris medio, con numerosas venillas de cuarzo, bastante fracturada en forma dispersa y presentando aberturas que demuestran remoción tectónica causada por una falla. No se puede conceptuar con seguridad si se encuentra "in situ" por hallarse tan removida.

TP-8 (Inferior) (Figura No. 11)

Azimut: 150°, Pendiente natural 41°.

Derrumbe constituido por bloques rodados, angulares de basalto alterado, englobados en matriz de rigolito permeable y casi nulas características de cohesión, compactación y consolidación. La roca subyacente también está fracturada dispersamente, y removida por la acción de una falla.

TP-9 (Figura No. 12)

Abscisas: K0+520 a K0+526, Azimut 73°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo-rojizo con abundantes raíces. Roca basáltica muy alterada y friable, de color exterior pardo amarillento, con muy pobres características de cohesión, compactación y consolidación. En el fondo de esta trinchera, se encuentra la roca menos alterada, de color gris medio y abundante venillas dispersas de cuarzo lechoso. Esta roca se halla fracturada y removida por causas tectónicas, y representa el nivel inferior de los suelos residuales.

TP-10 (Figura No. 13)

Abscisas: K0+576,73 a K0+586,40. Azimut 85° Pendiente natural: 48°.

Descripción: Suelo residual arcilloso pardo amarillento con abundantes raíces. Roca basáltica gris clara alterada, con casi nulas características de cohesión, compactación y consolidación.

TP-11 (Figura No. 14)

Abscisas: K0+636,64 a K0+645, Azimut 120°, Pendiente natural: 28°. Delgada capa (0.10 mts) de suelo vegetal orgánico (humus). Roca completamente alterada y suelta (Rigolito) Roca basáltica gris clara, alterada, con pobres características de cohesión, compactación y consolidación.

TP-12 (Figura No. 15)

Abscisa: K0+704. Azimut 163°. Pendiente natural 31°. Descripción: suelo vegetal orgánico (humus) con espesor de 0.30 mts. Suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca completamente alterada y suelta (Rigolito) con raíces. Roca basáltica alterada, con patina de oxidación parda, venillas de cuarzo dispersas y pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-13 (Figura No. 16)

Abscisas: K0+780 a K0+792,50, Azimut 130°. Pendiente natural 33°. Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca basáltica gris clara, alterada, con bolas de alteración, que presenta muy pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-14 (Figura No. 17)

Abscisa K0+870, Azimut 53°, Pendiente natural 34°. Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca basáltica gris clara, con patina de oxidación parda, alterada, con muy pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-16 (Figura No. 18)

Abscisa: K1+035, Azimut 30°. Pendiente natural 39°. Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca basáltica gris, con venillas de cuarzo lechoso dispersas, muy alterada, con pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-17 (Figura No. 19)

Abscisa K1+163, Azimut 30°. Pendiente natural 32°. Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca basáltica gris clara, con patina de oxidación parda, alterada, con pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-18 (Figura No. 20)

Abscisas K1+268 a K1+273, Azimut 108°. Pendiente natural 49°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces.

Roca basáltica gris clara casi completamente alterada, con pésimas características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-19 (Figura No. 21)

Abscisa: K1+350, Azimut 142°. Pendiente natural 32°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con muy abundantes raíces.

Roca basáltica gris clara, casi completamente alterada, con pésimas características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-20 (Figura No. 22)

Abscisa: K1+450, Azimut 32°. Pendiente natural 32°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces.

Roca basáltica gris pardo amarillento, con patina de oxidación parda, en la parte baja de la trinchera se observó la diaclasa de azimut 40° e inclinación 80° al NW. La roca está alterada con pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

TP-21 (Figura No. 23)

Abscisa: K1+550, Azimut 110°. Pendiente natural 55°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con raíces.

Roca basáltica gris clara, con patina de oxidación parda, alterada, con pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

La muestra Mu-13 tomada al fondo de esta trinchera, fue analizada micropetrográficamente en laboratorio, dando el siguiente resultado:

Descripción macroscópica: Roca de aspecto volcánico, color verde claro a carmelito por el alto grado de alteración en que se encuentra. La matriz es afanítica. alta porosidad, texturas estructuras: Vítreo - amigdaloides.

Constituyentes: Matriz 77%, Ceolitas 16%, Piroxeno 7%.

Descripción petrográfica: La matriz se presenta totalmente alterada a hidróxidos amorfos y gibsita, por su posible composición vítreo - básica original, producto de cenizas y polvo volcánico. Se observa claramente una orientación en láminas producto de flujo piroclástico. Las ceolitas presentes se encuentran en cuerpos amigdaloides.

El piroxeno es de tipo augita pero en tamaños muy finos.

Origen de la roca: Explosivo.

Clasificación: Toba de cenizas composición basáltica.

3.0 TRINCHERAS CASA DE MAQUINAS

CM-1 (Figura No. 24)

Azimut: 17°. Pendiente natural 59°.

Descripción: En la parte superior de la trinchera, tenemos una cobertura de unos 0.20 m. de suelo vegetal orgánico (humus), sobre el aluvión antiguo del río Boroboro; constituido este por bloques, cantos y gravas de roca basáltica, englobados en una matriz limo - arcillosa parda oscura permeable.

En el piso de la trinchera se encuentra un relleno de aluvión reciente, depositado por la quebrada Mutatá, y constituido por bloques y cantos de roca basáltica.

Debajo de los aluviones tenemos la roca basáltica muy alterada y friable, con patina de oxidación pardo rojiza. La roca subyacente se encuentra casi sana, con color gris medio y patina de oxidación pardo rojiza, con venillas de cuarzo lechoso dispersas y se presenta bastante fracturada por las diaclasas: 25°/30° SE con estrias de deslizamiento, 8°/80° E, 172°/30° W, 132°/74° W y 140°/68° NE a vertical.

Esta roca presenta buenas características de compactación, pero por su fracturación debida a causas tectónicas, sus características de cohesión y consolidación no son confiables. Respresenta el nivel inferior de los suelos residuales.

CM-2 (Figura No. 25)

Azimut: 35°. Pendiente natural 25°.

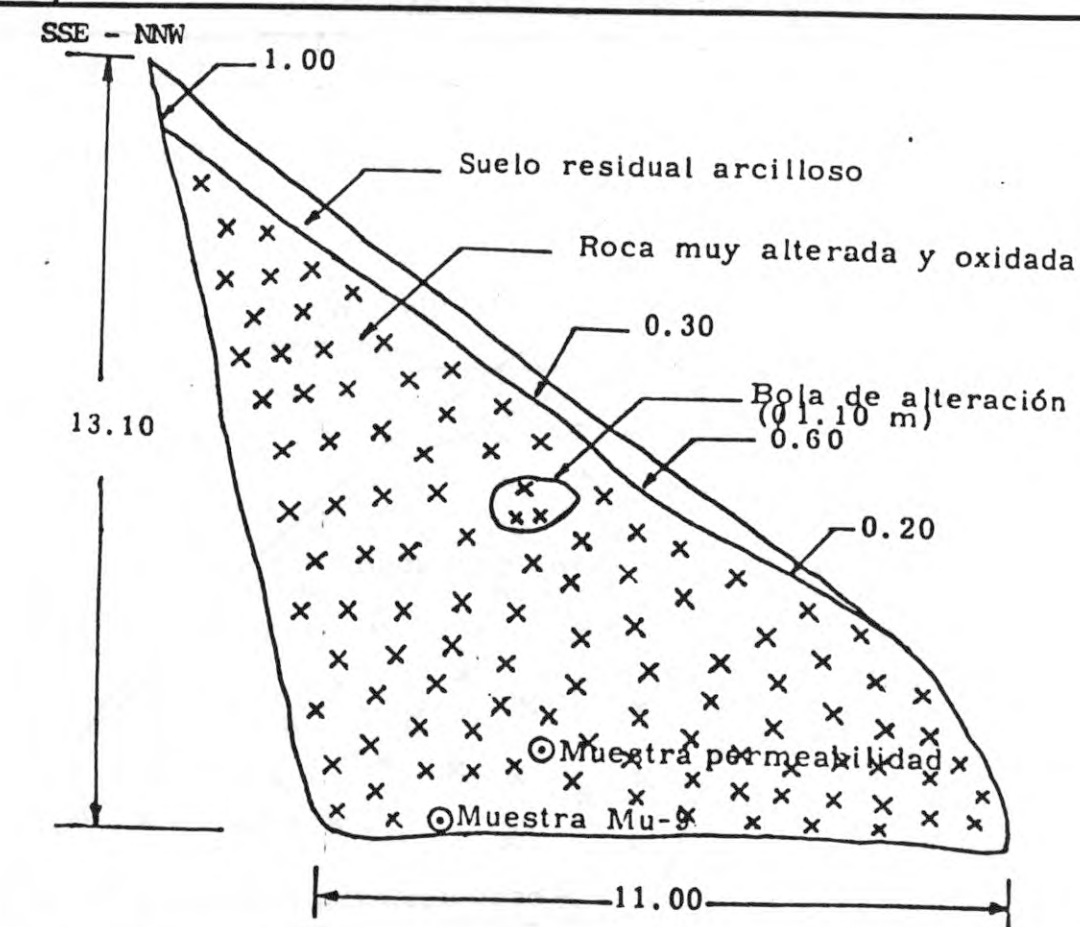
Descripción: delgada capa (10 a 20 cms) de suelo vegetal orgánico (humus) cubre la casi totalidad de la trinchera.

Debajo del humus se encuentra en aluvión antiguo del río Boroboro, constituido por bloques, cantos y gravas con matriz limo-arcillosa. En la parte más baja de la trinchera se presenta el aluvión reciente de la quebrada Mutatá, formado por bloques y cantos de basalto sin matriz fina. La roca basáltica subyacente de color gris medio, con patina de oxidación pardo-rojiza y venillas de cuarzo lechoso dispersas, se encuentra casi sana, bastante fracturada por las diaclasas 35°/70° SE y 105°/vertical. Este basalto, como en la trinchera Cm-1, presenta buena compactación y debido a la fracturación su cohesión y consolidación son pobres.

Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TRINCHERAS BOCATOMA - ESTRIBO IZQUIERDO

FIGURA No. 1



Estribo Izquierdo

.- Localizada a unos 1.50 m. al W del Delta 1

Electrificadora
del Chocó

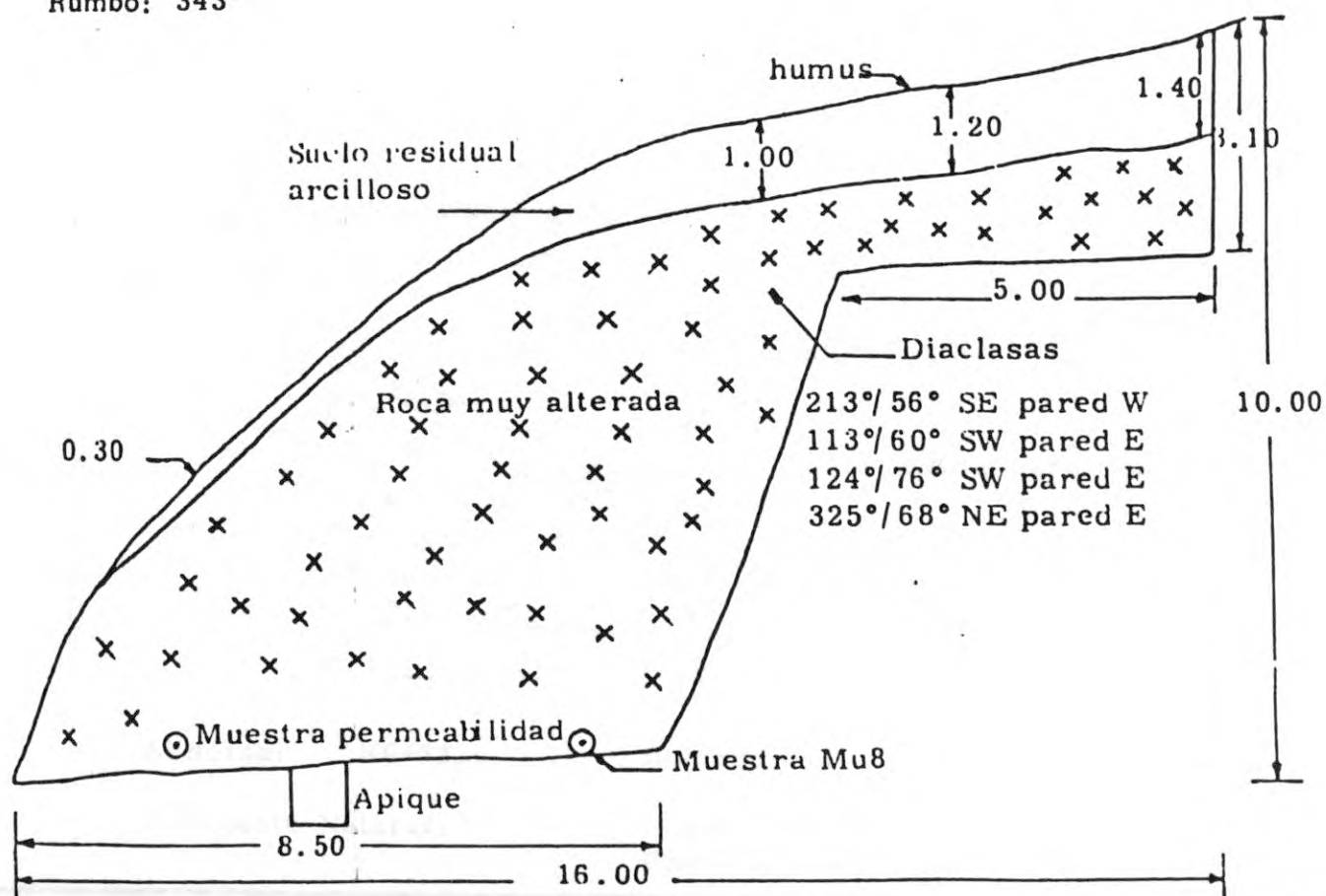
REGISTRO DE TRINCHERAS
TRINCHERAS BOCATOMA - ESTRIBO DERECHO

FIGURA No. 2

Estribo Derecho:

Rumbo: 343°

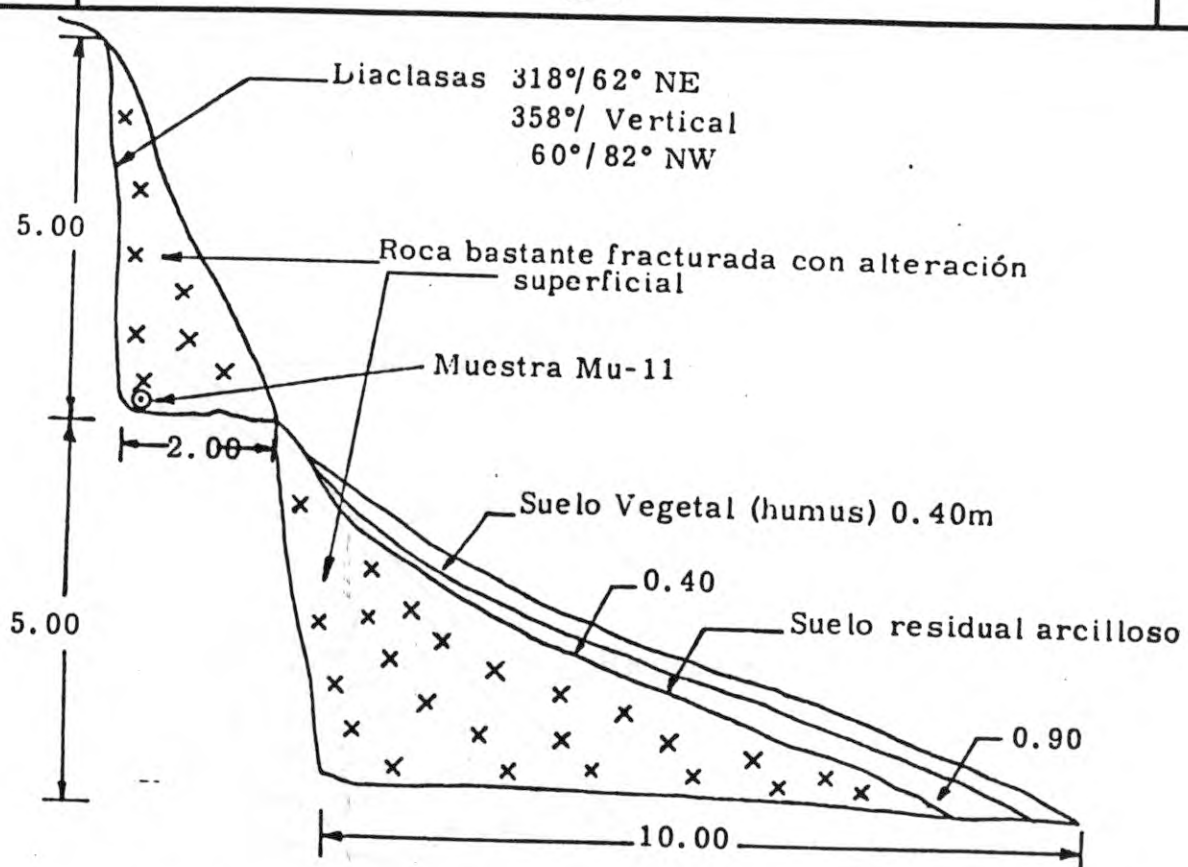
SSE - NNW



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-1

FIGURA No. 3



Abscisa: K0+63.4

Rumbo: 32°

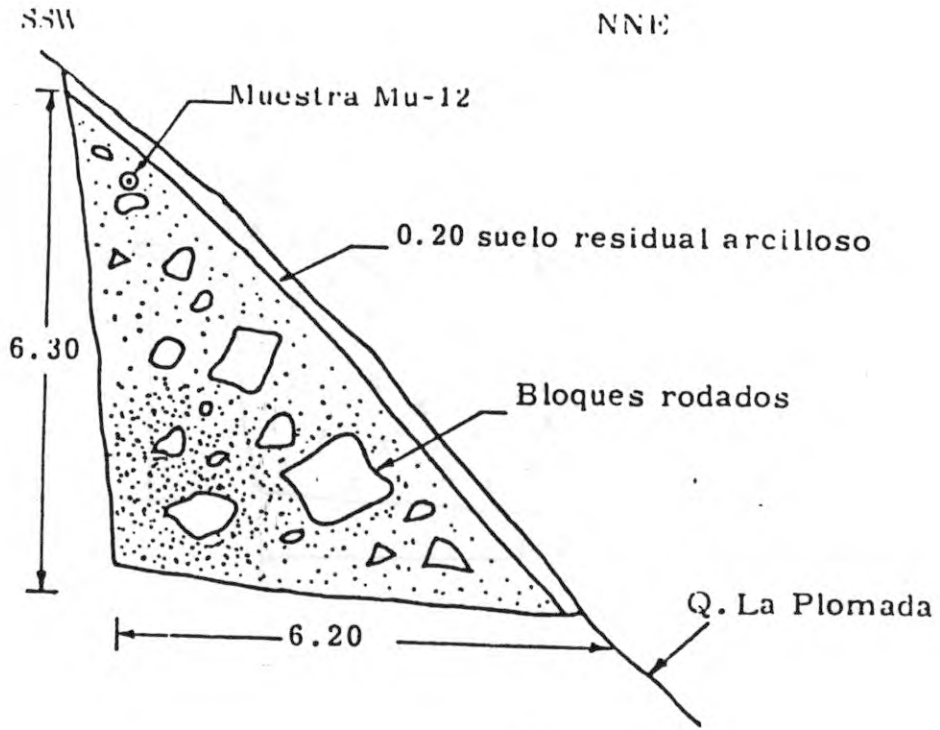
Pendiente Natural:

Parte baja 25°aprox.
Parte alta 65°aprox.

Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-2

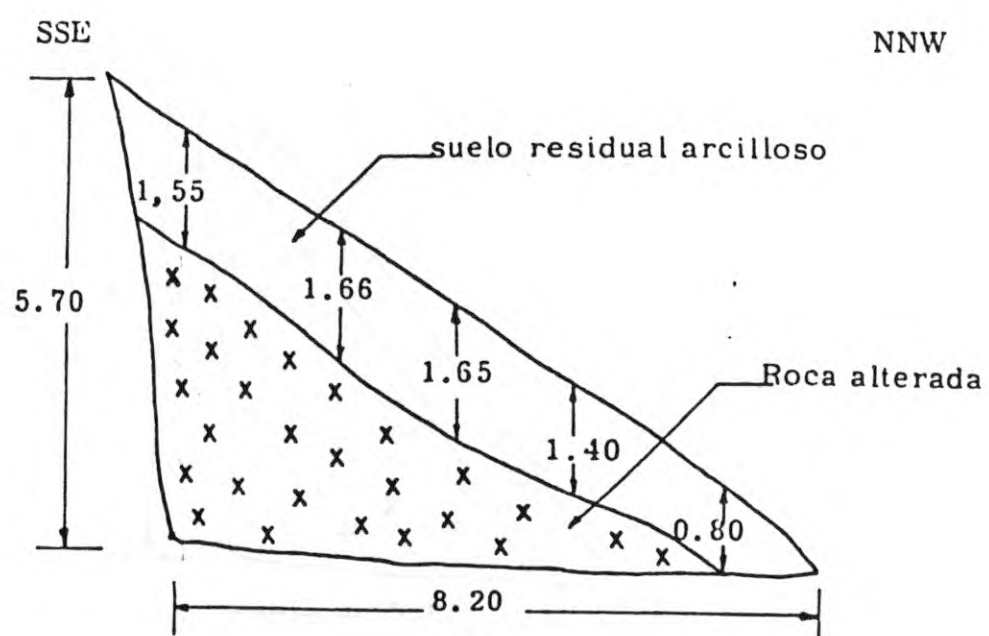
FIGURA No. 4



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-3

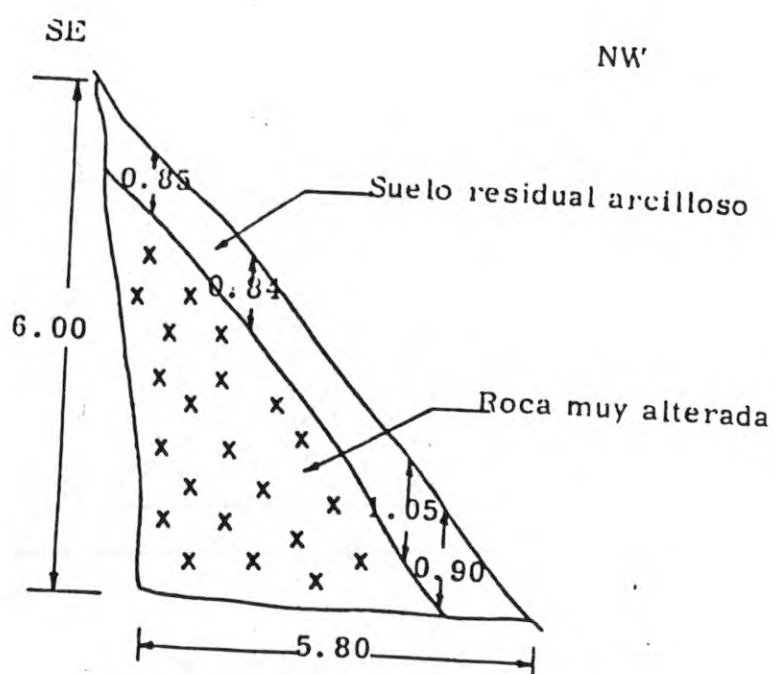
FIGURA No. 5



Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-4

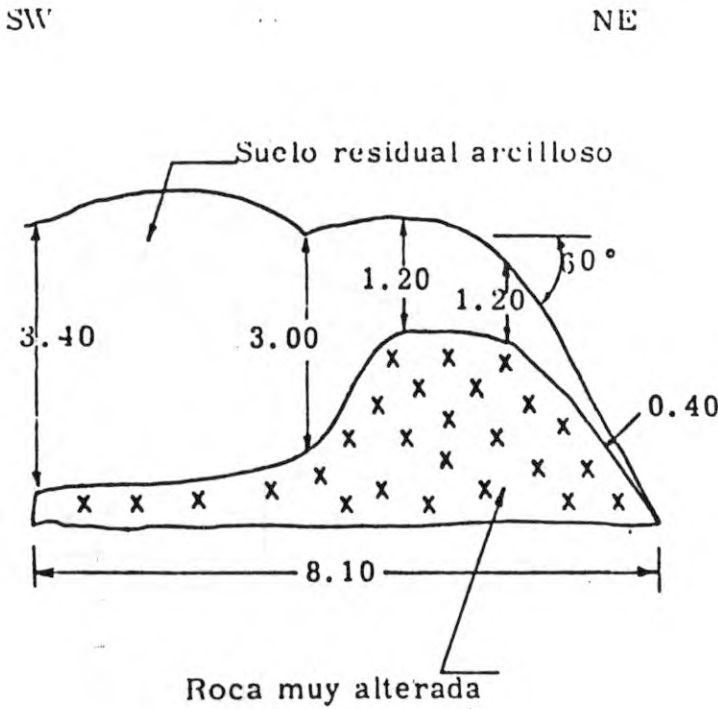
FIGURA No. 6

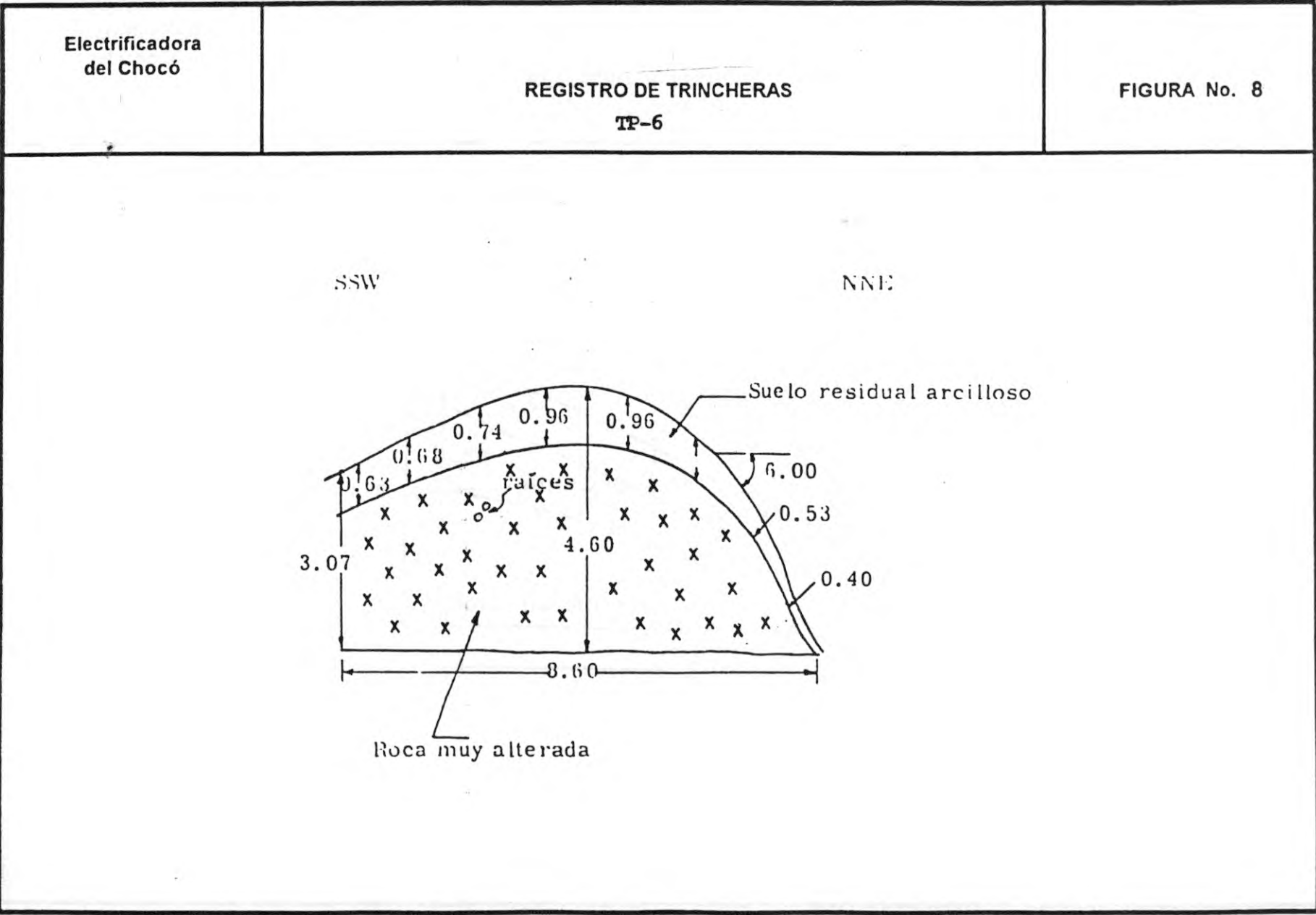


Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-5

FIGURA No. 7

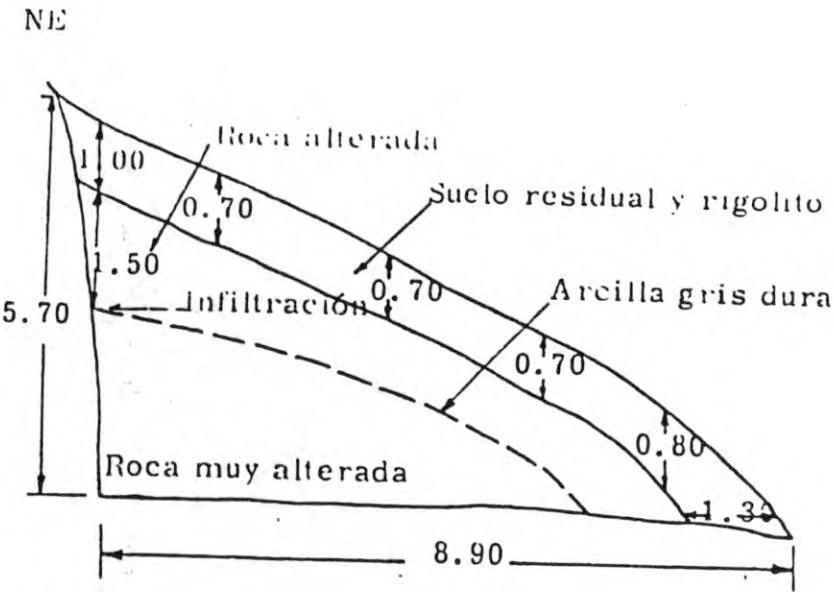


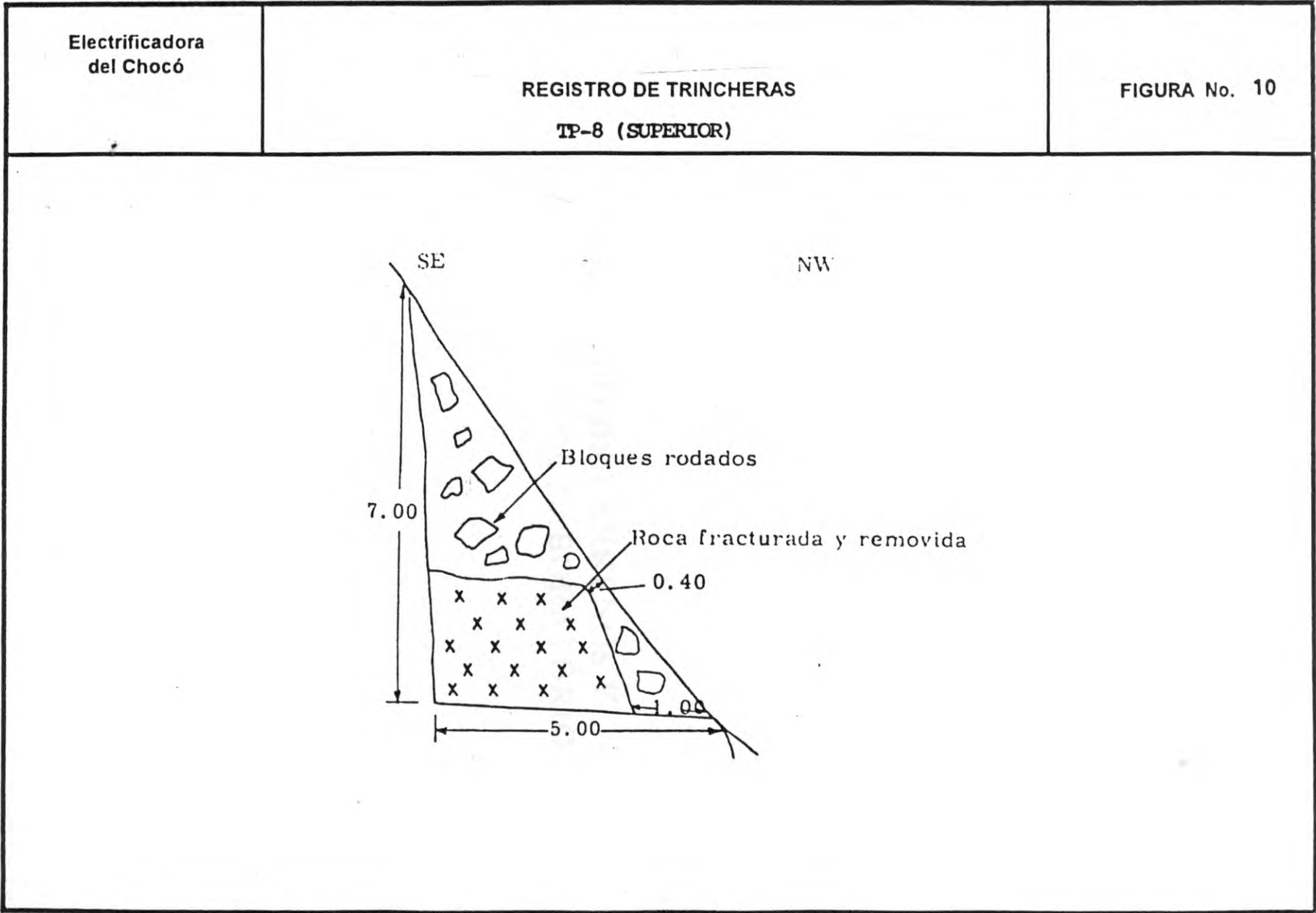


Electrificadora
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS
TP-7

FIGURA No. 9





**REGISTRO DE BARRENOS Y
RESULTADOS DE LABORATORIO**

OBRA Pequeña Central Hidroeléctrica SITIO Bahia Solano MUESTRA Ej-1- ducto
DESCRIPCION Areca fina - Limo Arcilloso - Conchito claro - amarillo
HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 0.80 m. FECHA Enero 28/93

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	32	23	15
Vidrio No.	11	31	6	43
P ₁	28.70	28.02	29.66	27.99
P ₂	25.23	24.18	25.56	24.16
P ₃	13.28	13.00	13.05	13.23
% Humedad	29.0	30.8	32.8	35.0

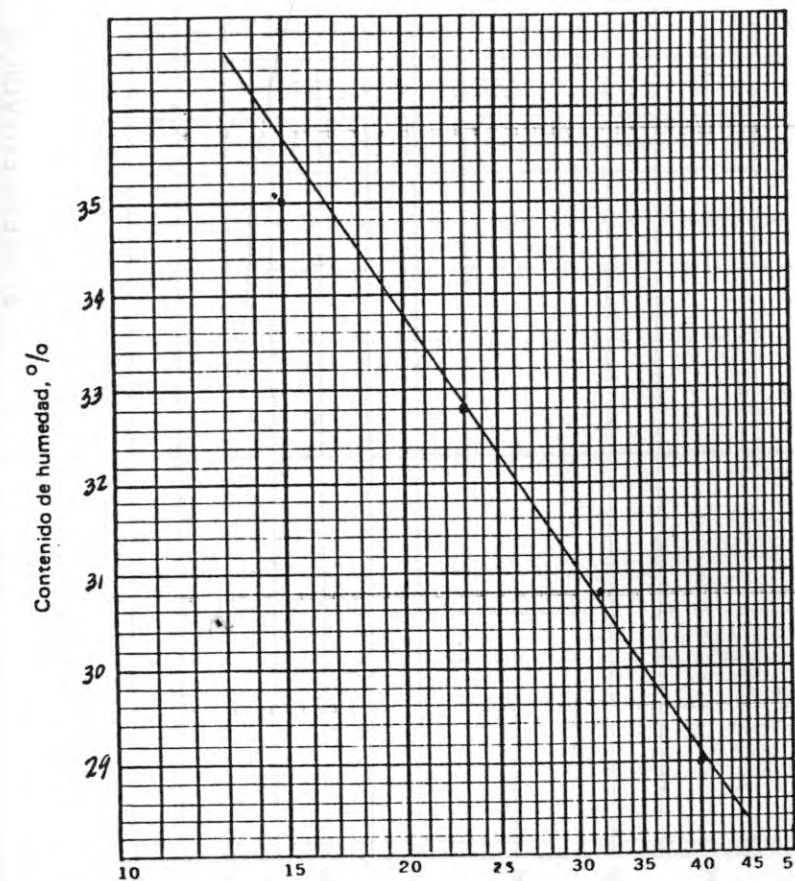
LIMITE PLASTICO

Humedad Natural

Vidrio No.	62	50	
P ₁	18.69	18.38	140.1
P ₂	17.56	17.32	117.0
P ₃	12.99	12.94	—
% Humedad	24.7	24.2	19.7

GRADACION

P ₁ = 99.6 gr.		P ₂ = 91.1 gr.	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
1/2	—	—	100.
3/8	0.9	0.9	99.1
4	1.7	1.7	97.4
10	12.0	12.0	85.4
40	36.7	36.8	48.6
100	15.6	15.7	32.9
200	6.3	6.3	26.6



RESULTADOS

Límite Líquido 32.8 %
Límite Plástico 24.5 %
Índice Plasticidad 7.9 %

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.O. _____
U.S.C.S. -SM-

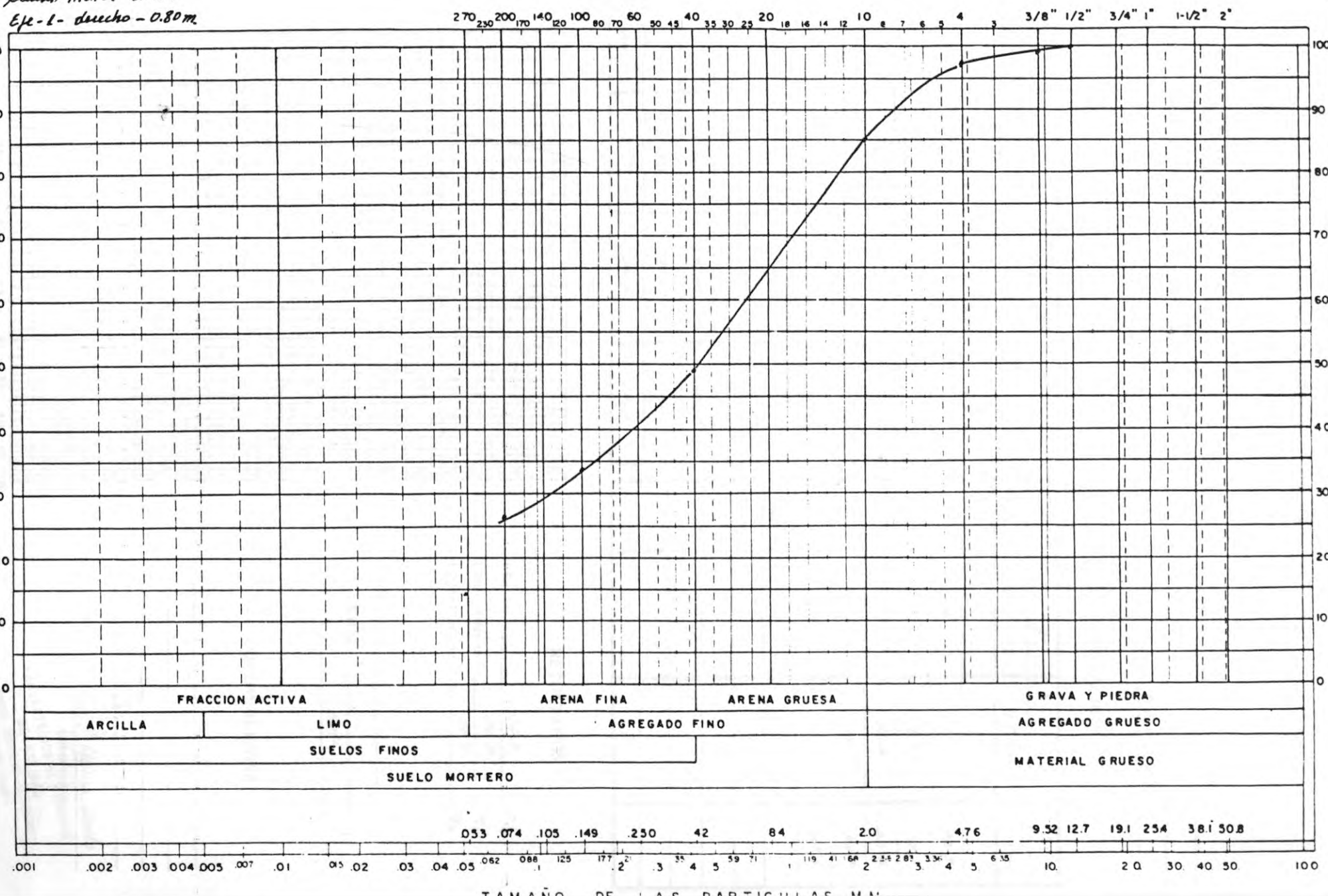
OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
ENSAYOS - DISEÑOS

Miguel Guerra Ariza
Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC' DEL ANALISIS MECANICO

Central Hidro. Itica
Eje - l - derecho - 0.80 m.



OBRA Pequeña Central Hidroeléctrica SITIO Bahia Solano MUESTRA Eje-1- derecho
DESCRIPCION Arena fina - Limo arcilloso - cascalito oscuro
HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.00 m. FECHA Enero 28/93

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	48	28	20	15
Vidrio No.	88	0	40	15
P ₁	27.97	26.79	28.61	20.80
P ₂	24.19	23.16	24.30	21.44
P ₃	13.02	13.12	13.15	13.46
% Humedad	33.8	36.2	38.7	39.7

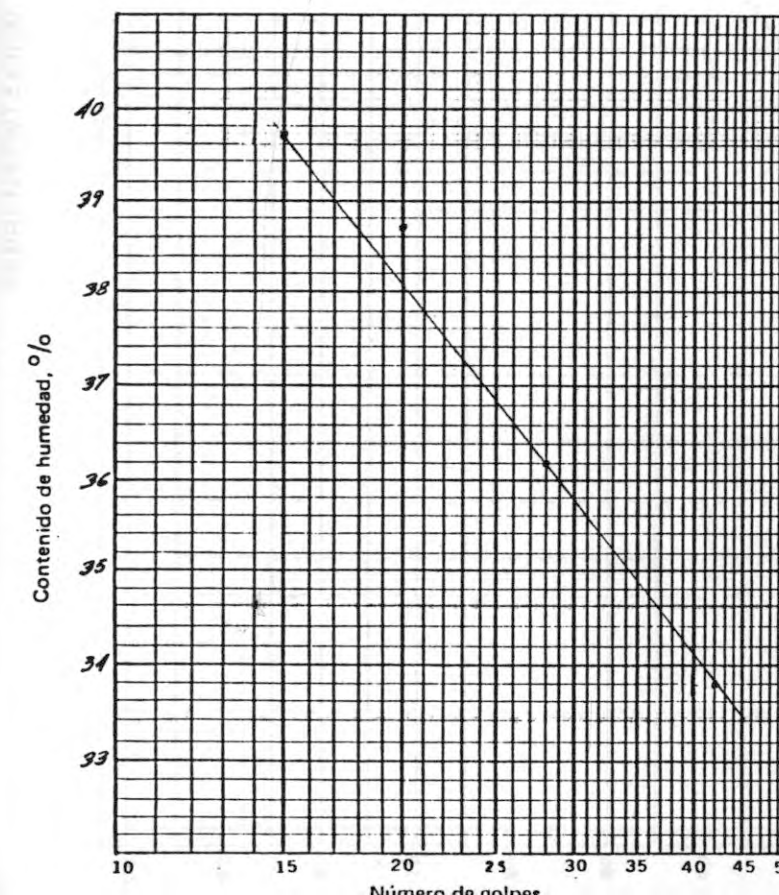
LIMITE PLASTICO

Humedad Natural

Vidrio No.	65	70	
P ₁	18.91	19.90	191.1
P ₂	17.84	18.50	168.8
P ₃	13.68	13.30	—
% Humedad	25.7	26.9	13.2

GRADACION

P ₁	55.1 gr.	P ₂	gr.
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	0.7	1.3	98.7
10	4.7	8.5	90.2
40	17.3	31.4	58.8
100	12.2	22.1	36.7
200	5.0	9.1	27.6
fondo.			



RESULTADOS

Límite L/uido 36.8 %
Límite Plástico 26.3 %
Indice Plasticidad 10.5 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

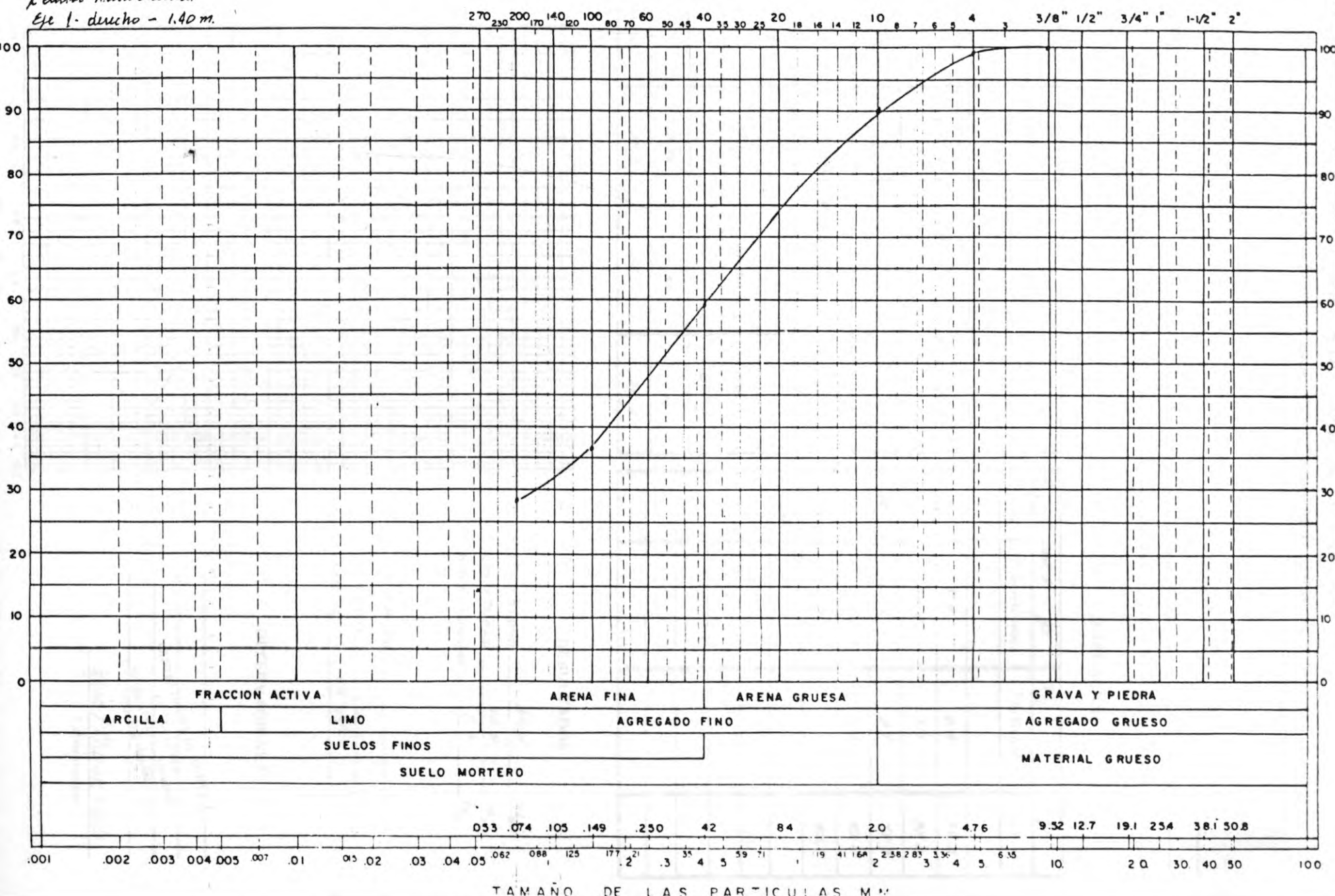
U.S.C.S. -SM-

OBSERVACIONES

Misael Guana Avila
Laboratorio de Control
LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
ENSAYOS - DISEÑOS

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Control Hidráulica
Eje 1- derecho - 1.40 m.



OBRA PCH - Estación Solano SITIO _____ MUESTRA Eje N° 1 Derecha
DESCRIPCION _____
HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.60 m. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	41	32	23	10
Vidrio No.	22	25	42	52
P ₁	24.91	24.27	26.44	24.35
P ₂	22.44	21.85	23.45	21.77
P ₃	13.28	13.08	13.10	13.45
% Humedad	27.0	27.6	28.9	31.0

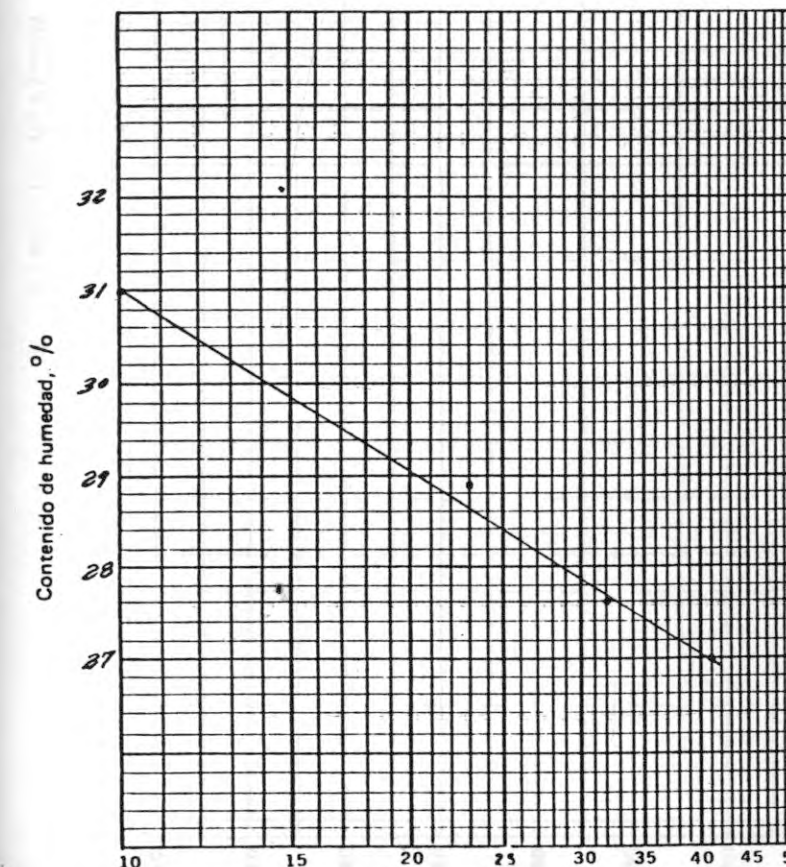
LIMITE PLASTICO

Humedad Natural

Vidrio No.	87	51	
P ₁	17.96	18.54	357.3
P ₂	17.10	17.65	287.3
P ₃	12.90	13.36	—
% Humedad	20.5	20.7	24.4

GRADACION

P ₁	180.9 gr.	P ₂	gr.
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	9.0	0.5	99.5
10	33.6	1.9	97.6
40	66.6	3.7	95.7
100	9.4	0.5	93.4
200	9.8	0.5	92.9
fondo			



RESULTADOS

Límite Líquido 28.4 %
Límite Plástico 20.6 %
Índice Plástico 7.8 %

Índice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

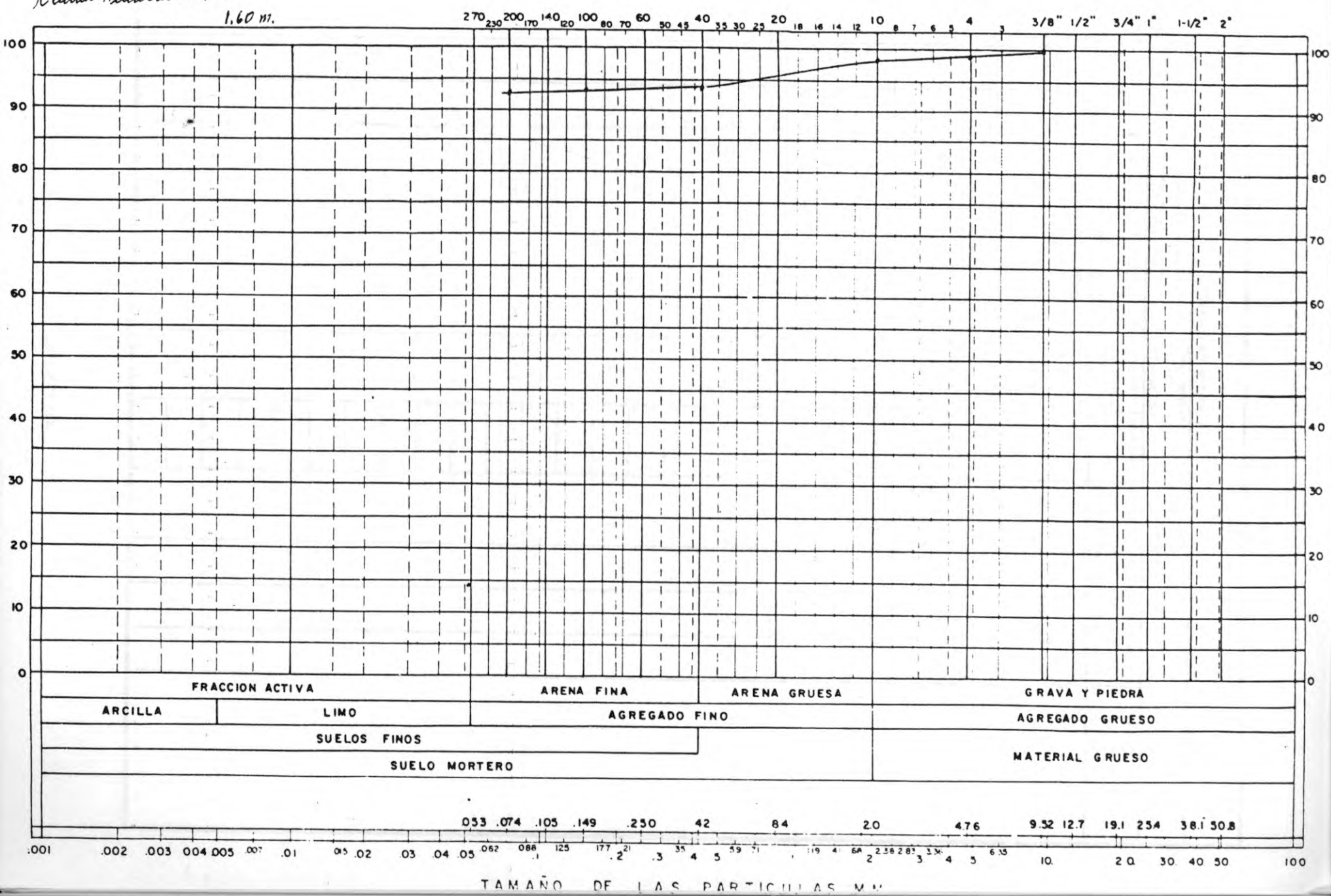
U.S.C.S. CL-MI

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
ENSAYOS - DISEÑOS
Miguel Guerra Avila
Laboratorista

Central Hidroelétrica

1.60 m.



Electrificadora del Chocó S.A.				REGISTRO DE PERFORACION				Fecha: _____ de _____			
Localización <u>Verano - Eje 1 Central</u>				Coordenadas N _____ E _____				Barreno No <u>1</u>			
Angulo <u>Vertical</u>				Perforador _____				Elevación _____			
Supervisor: _____				Perforador _____				Elevación _____			
Profundidad	No. de gol	Simbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim	Golpes/30 cm	Fecha	Profundidad m	Descripción y Observaciones	
	para cms								Desde	Hasta	
0 m	% de recobra			Descripción del material			para revestimiento.				
0.5				Arena arcillosa							
1.0				color amarillo							
1.5				claro							
				Arena arcillosa							
				zona oscura							
				arcilla gris oscura							

LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

FORMULARIO N° 2

OBRA PCH. Buña Solano SITIO Bocatoz N° 1 T2.2 MUESTRA _____

DESCRIPCION _____

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.20 M. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	20	14
Vidrio No.	100	73	38	14
P ₁	25.43	23.41	25.40	25.09
P ₂	21.97	20.40	21.78	21.33
P ₃	13.33	13.09	13.23	12.69
% Humedad	40.1	41.2	42.3	43.5

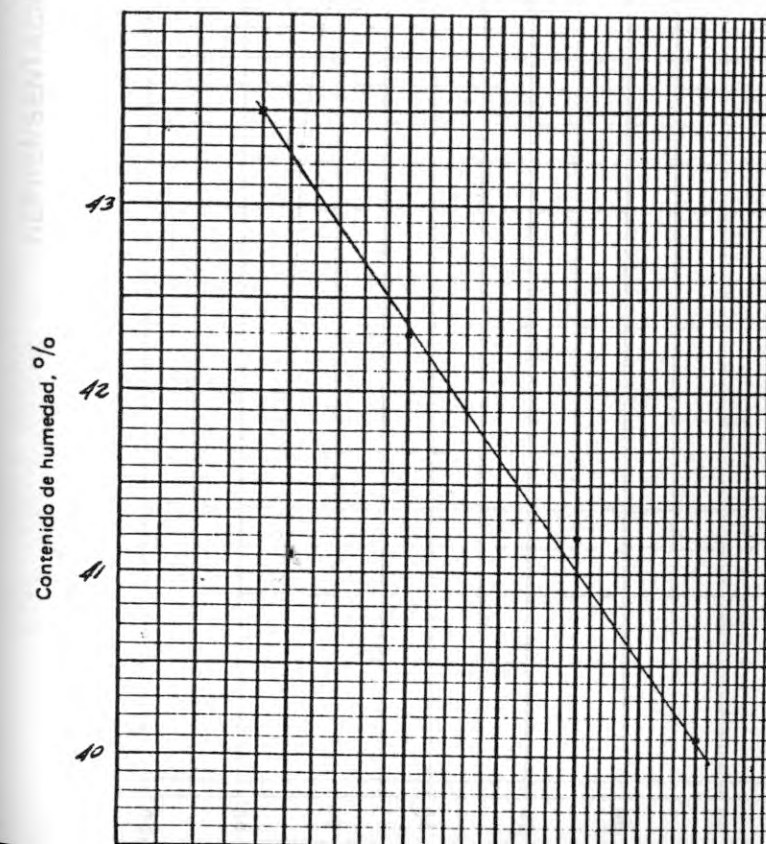
LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	80	50	
P ₁	18.79	19.00	301.5
P ₂	17.48	17.71	230.1
P ₃	13.12	13.10	—
% Humedad	30.1	28.0	31.0

GRADACION

P ₁	126.8	P ₂	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	0.8	0.6	99.4
10	11.1	8.7	90.7
40	50.5	39.8	50.9
100	21.3	16.8	34.1
200	6.9	5.4	28.7
Fondo.			



RESULTADOS

Límite Líquido 41.7 %

Límite Plástico 29.2 %

Índice Plasticidad 12.5 %

Índice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

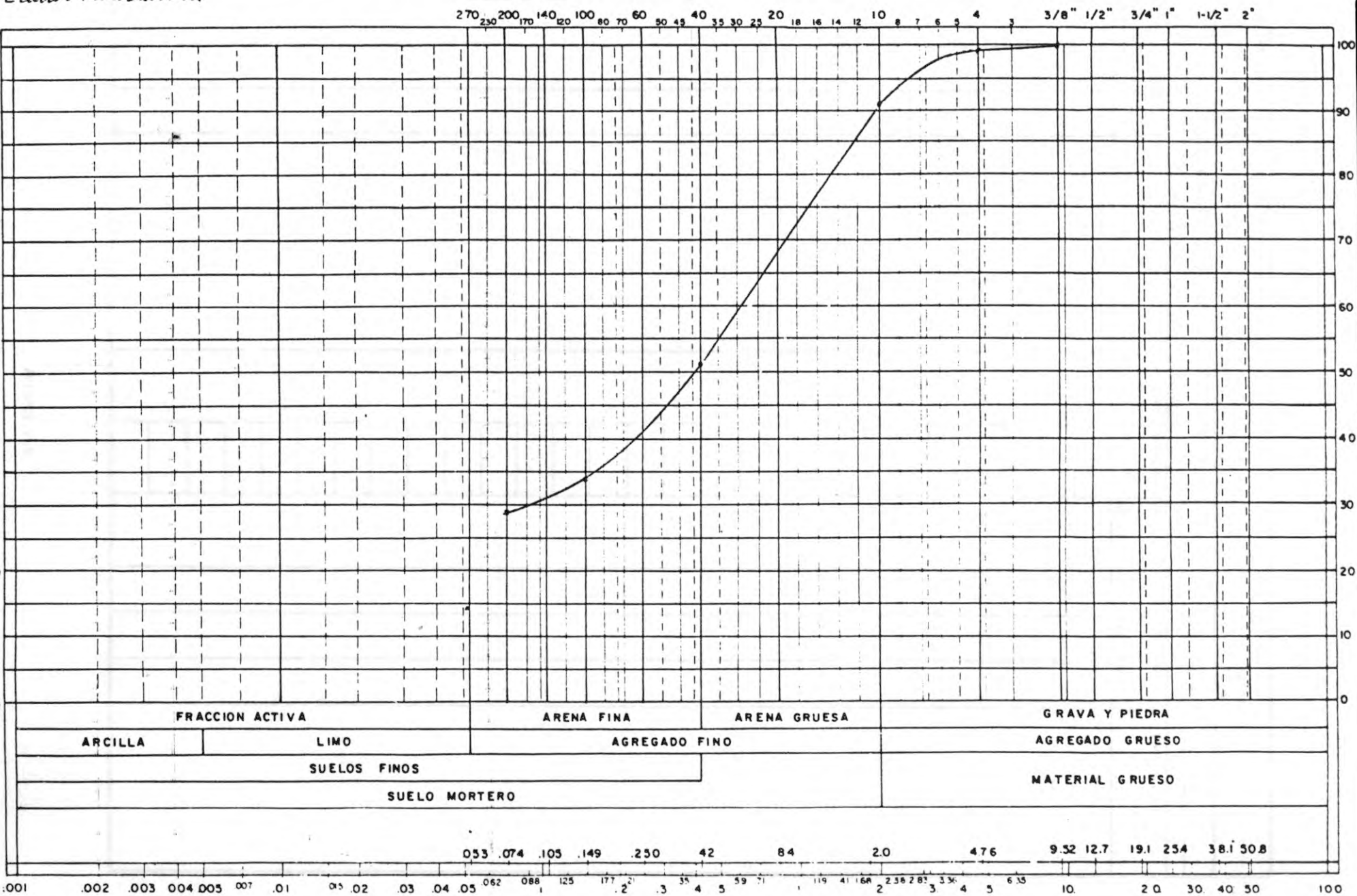
U.S.C.S. -SC-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
DISEÑOS - ESTUDIOS
Miguel Guerra Arilla
Laboratorista

REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO

Control Hidrologico



TAMAÑO DE LAS PARTICULAS MM

OBRA PCH-Bahia Solano SITIO Talud Bocutoma Der MUESTRA _____
DESCRIPCION Arena limosa
HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 0.80 m. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	31	25	13
Vidrio No.	18	30	27	45
P ₁	25.84	25.84	26.22	24.88
P ₂	21.71	21.46	21.90	20.80
P ₃	13.22	13.21	13.04	12.93
% Humedad	48.7	49.4	50.5	51.8

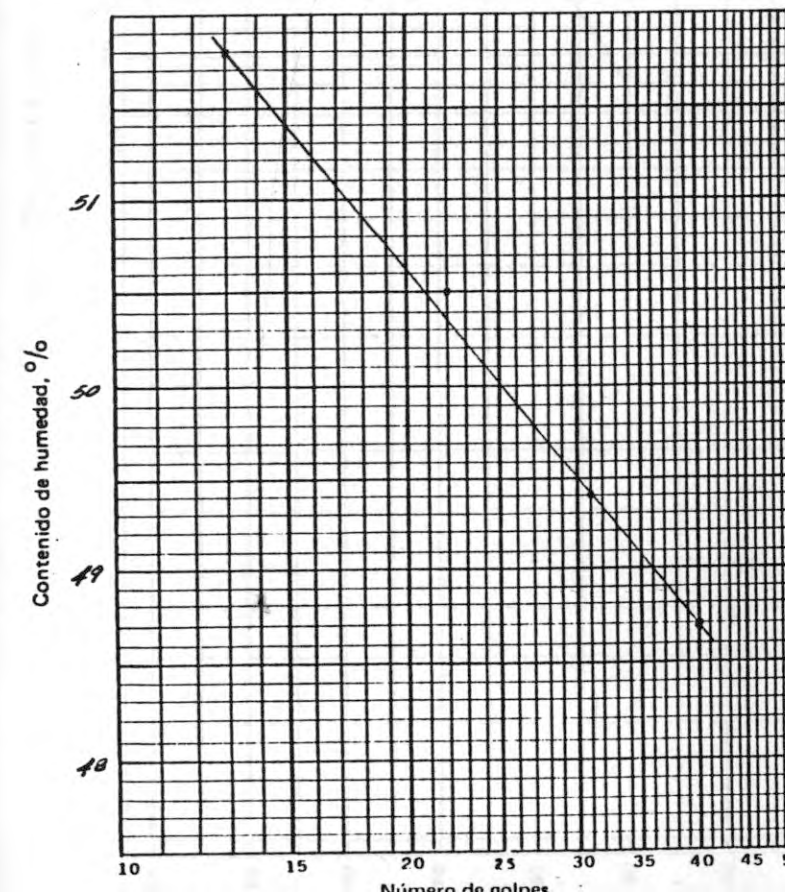
LIMITE PLASTICO

Humedad Natural

Vidrio No.	66	41	
P ₁	17.88	18.21	255.7
P ₂	16.61	16.82	142.7
P ₃	13.24	13.11	—
% Humedad	39.7	37.5	79.2

GRADACION

P ₁	% Retenido	P ₂	% Retenido
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
10	1.3	1.4	98.6
40	15.8	17.3	81.3
100	22.4	24.6	56.7
200	7.5	8.2	43.5
Fondo.			



RESULTADOS

Límite Líquido 50.0 %
Límite Plástico 37.6 %
Índice Plasticidad 12.4 %

Índice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C.S. - SM -

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL

DE CALIDAD

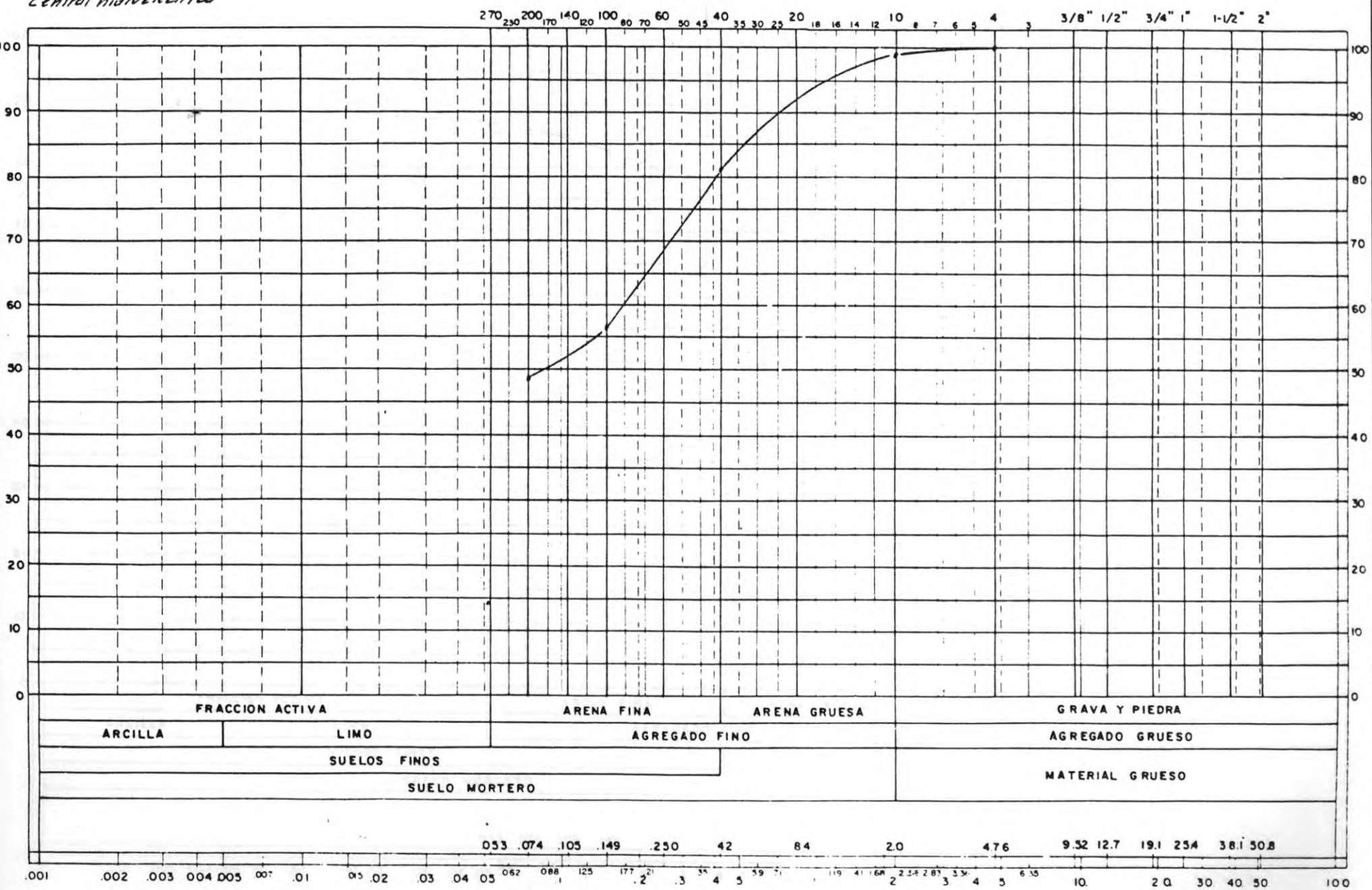
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

ENSAYOS - DISEÑOS

Miguel Guerra Quila
Laboratorista

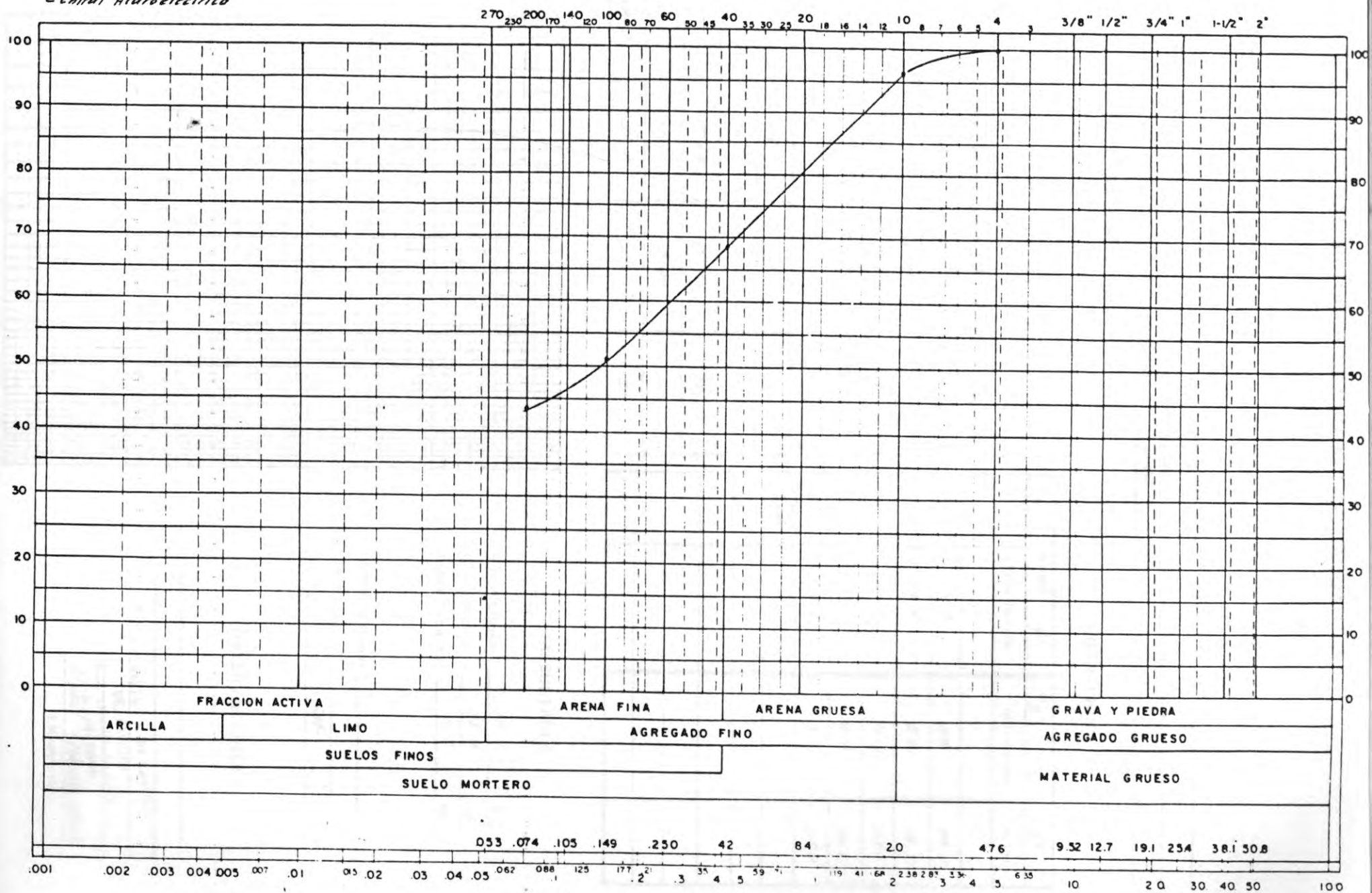
REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Central hidroeléctrica



REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Central Hidroeléctrica



Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

DESCRIPCION	FECHA	VALOR	MONEDA
...	...	...	...

LIMITE DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO *Humedad Natural*

Límite Plástico 32.8 %

A.A.S.H.O. _____

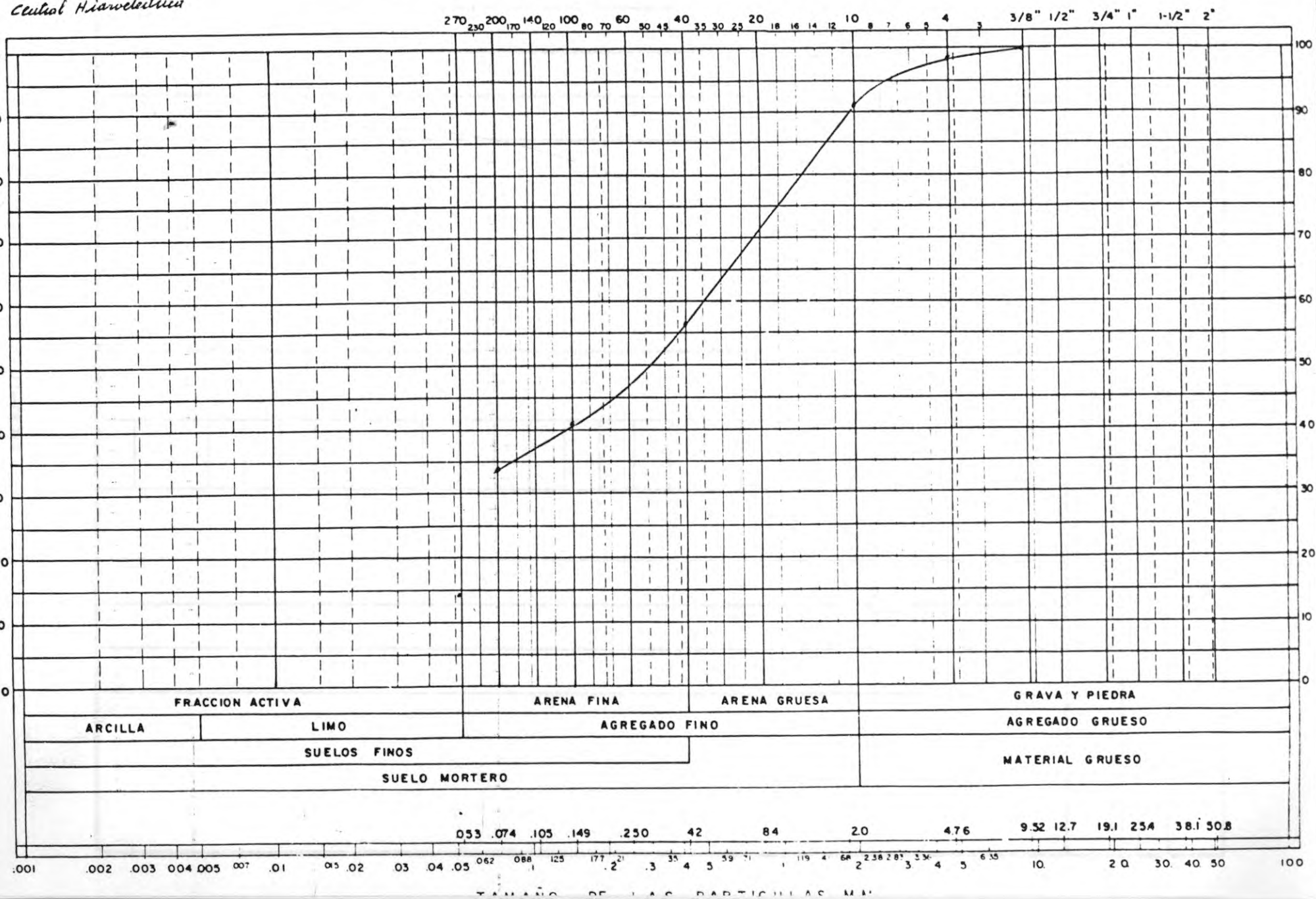
DE CALIDAD
CINTAS - LANCETOS - FAYALIENTOS

Laboratorista

Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Central Huanabaitica



LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

BOYERMO N° 4

OBRA PCH Boria Salano SITIO Blud Bocatoma Izq MUESTRA _____

DESCRIPCION _____

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.20 m. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	29	19	13
Vidrio No.	94	101	19	106
P ₁	26.00	24.92	26.12	25.74
P ₂	22.93	21.93	22.44	21.84
P ₃	13.45	13.49	13.55	13.28
% Humedad	32.4	35.4	41.4	45.6

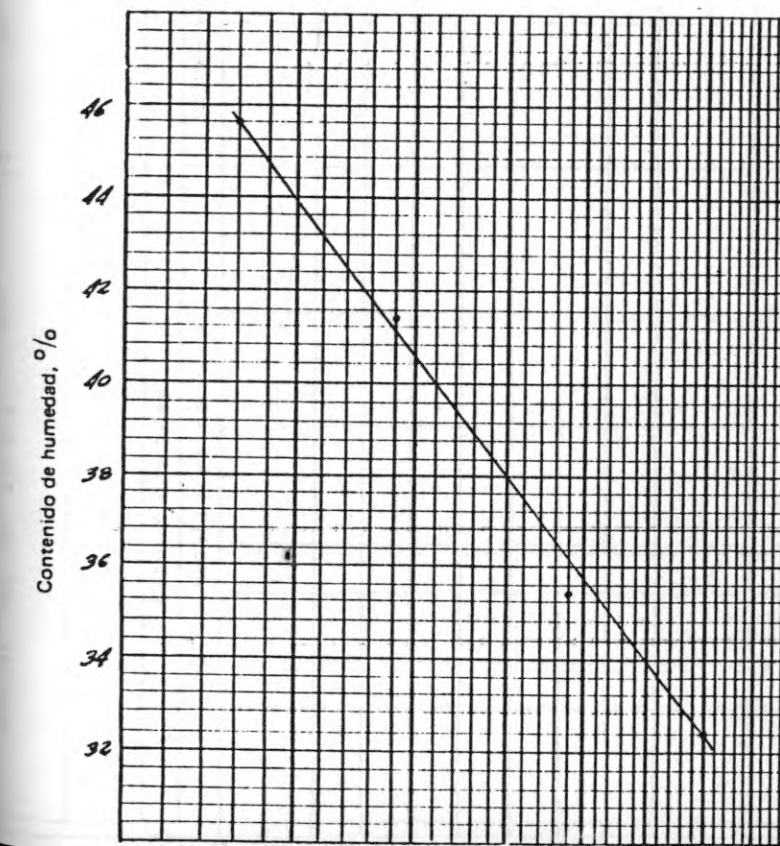
LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	59	31	
P ₁	18.55	18.11	620.7
P ₂	17.50	17.15	474.9
P ₃	13.04	13.00	—
% Humedad	23.5	23.1	30.7

GRADACION

P ₁	112.7	P ₂	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
10	1.4	1.2	98.8
40	28.7	25.5	74.3
100	23.3	20.7	52.6
200	8.3	7.4	45.2
Fondo.			



RESULTADOS

Límite Líquido 38.0 %

Límite Plástico 23.3 %

Índice Plasticidad 14.7 %

Índice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

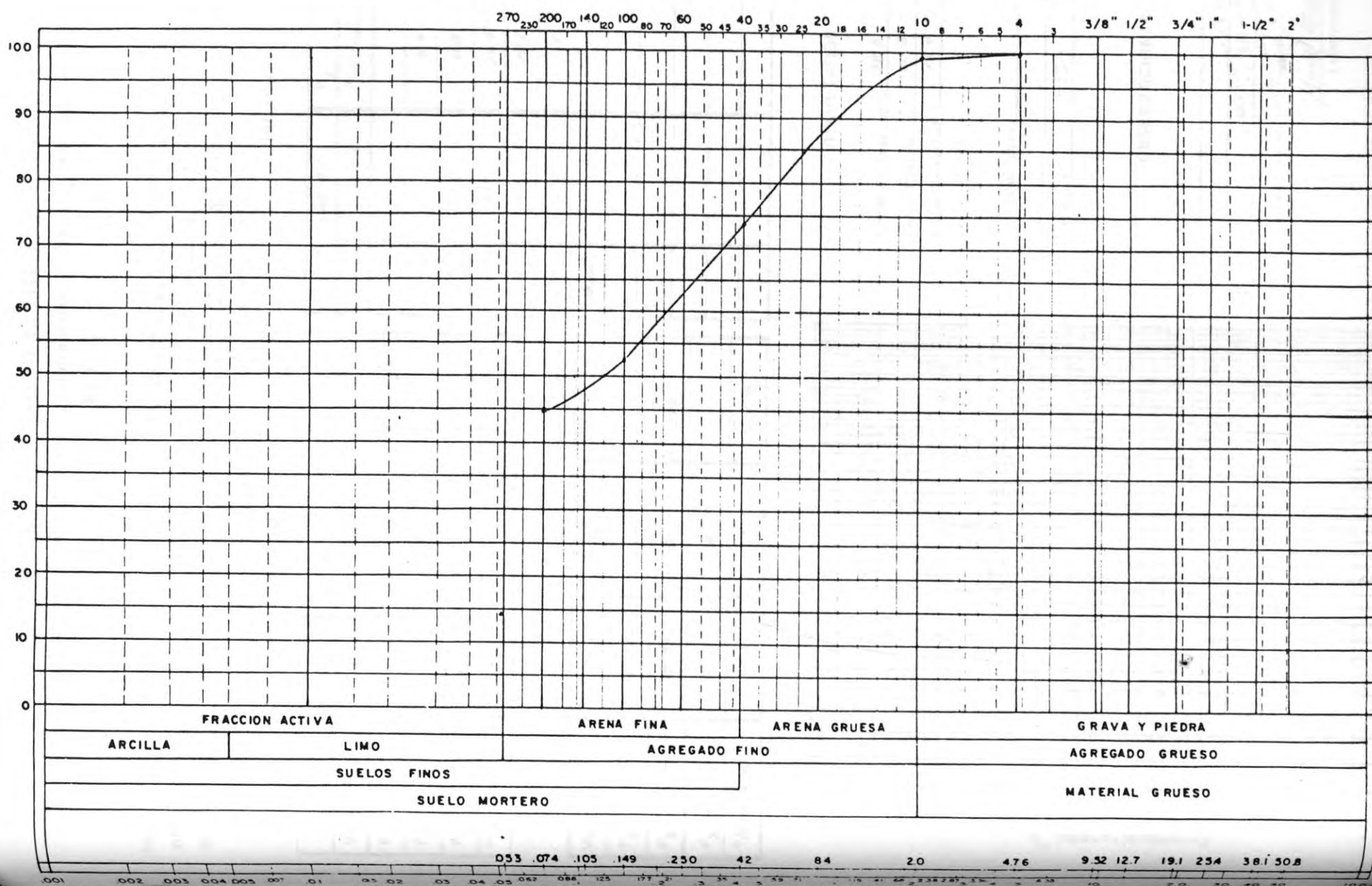
U.S.C.S. -SC-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
MATERIAS - SUELOS

Miguel Guerra Avila
Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC' DEL ANALISIS MECANICO



LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Boletero N° 4

OBRA PCN - Boletero MUESTRA BOLETERO

DESCRIPCION _____

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 3.10 M. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	20	10
Vidrio No.	96	4	86	71
P ₁	26.56	25.66	26.26	27.28
P ₂	23.24	22.50	22.92	23.60
P ₃	13.04	13.01	13.10	13.27
% Humedad	32.5	33.3	34.0	35.6

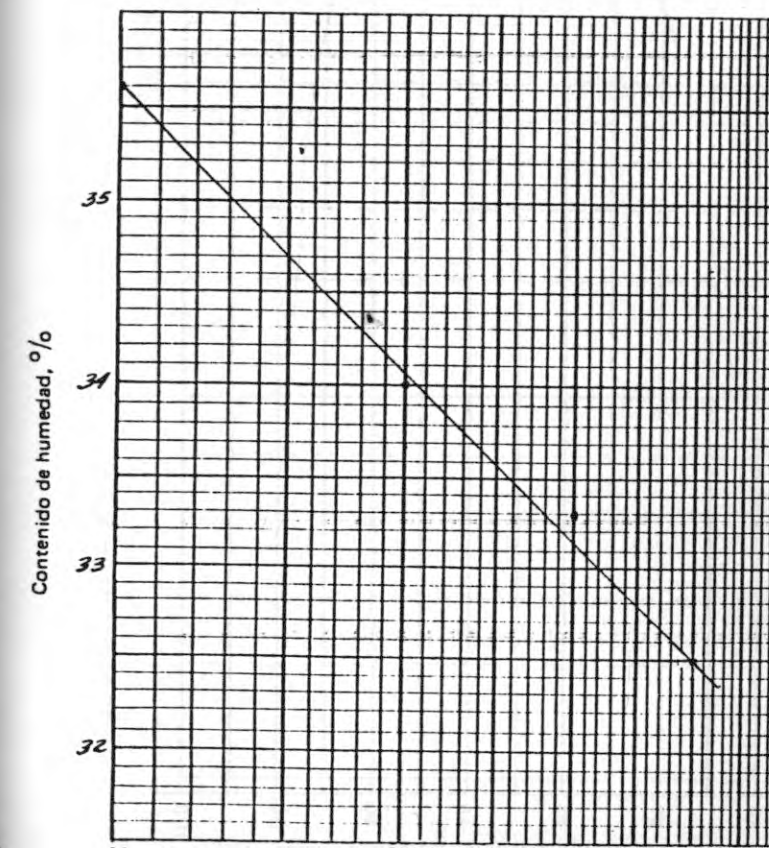
GRADACION

P ₁	102.23	P ₂	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	0.2	0.2	99.8
10	0.8	0.8	99.0
40	24.9	24.4	74.6
100	20.1	19.7	54.9
200	6.5	6.4	48.5
Fondo			

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	72	57	
P ₁	20.00	19.81	244.9
P ₂	18.83	18.66	193.1
P ₃	12.97	13.01	—
% Humedad	20.0	20.4	26.8



RESULTADOS

Límite Líquido 33.6 %

Límite Plástico 20.2 %

Índice Plasticidad 13.4 %

Índice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C.S. -SC-

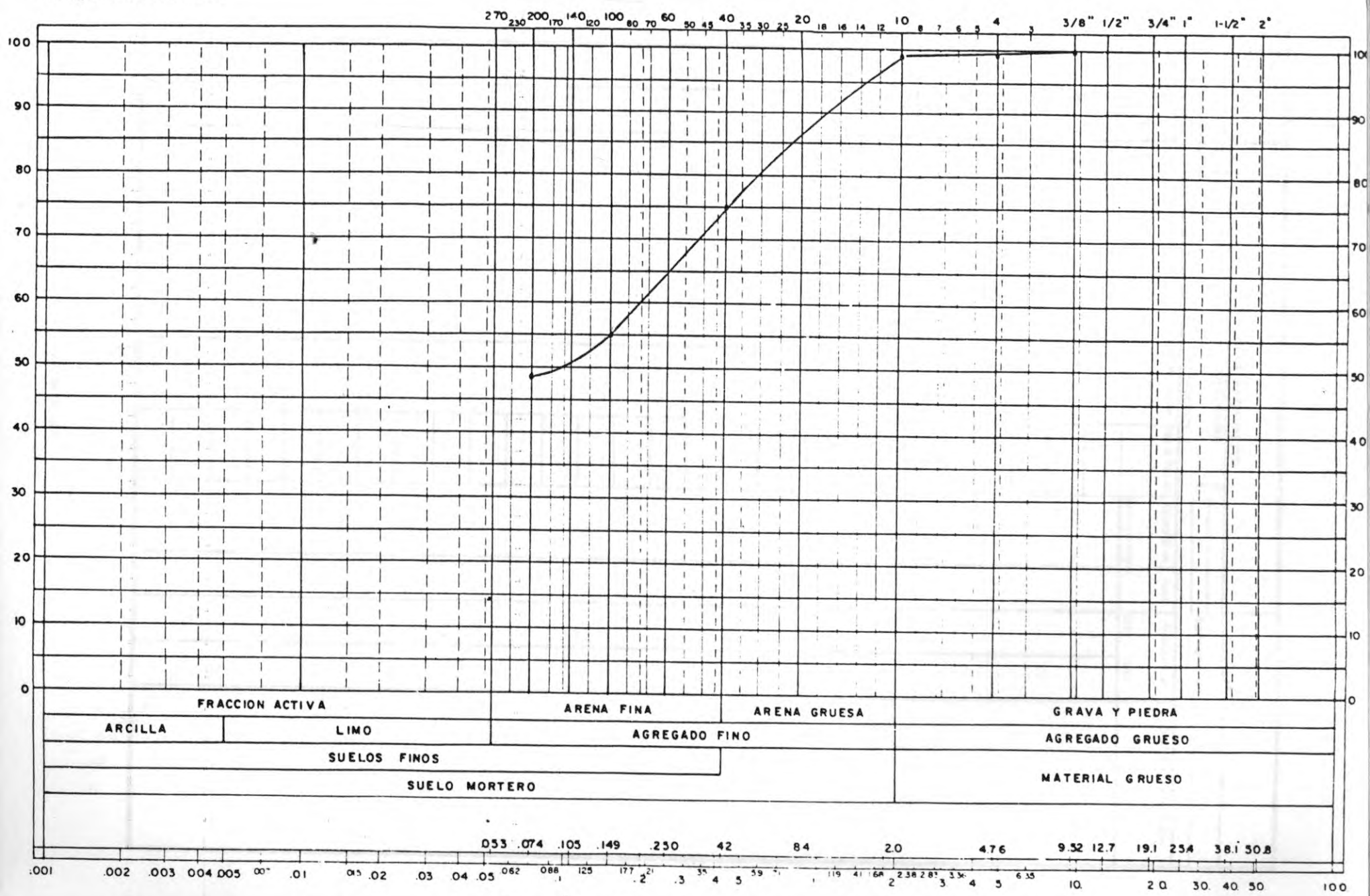
OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
DISEÑOS - ESTUDIOS

Misal Guerra Avila
Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Central Hidroeléctrica



Electrificadora del Chocó S.A.				REGISTRO DE PERFORACION				Fecha: _____ de _____			
Localización: <u>Tolud Boratima Leg.</u>				Coordenadas N _____ E _____				Barreno No. <u>4</u>			
Supervisor: _____				Perforador _____				Elevación _____			
Profundidad	No. de gol.	Simbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim.	Golpes/30 cm	Fecha	Profundidad m	Descripción y Observaciones	
m	% de recobra			Descripción del material			para revestimiento.		Desde	Hasta	
5				Arcilla arenosa							
10				Arenosa							
15				Arcilla arenosa							
20				Arenosa, con fragmentos de roca							
25											
30											
35											
40											
45											
50											
55											
60											
65											
70											
75											
80											
85											
90											
95											
100											

LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

PROYECTO Nº 5

OBRA PC-Enlucado SITIO 20 mti d. 2 MUESTRA _____
 DESCRIPCION arena limosa
 HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 2.00 m. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	21	14
Vidrio No.	48	90	95	8
P ₁	28.93	29.46	29.92	29.19
P ₂	24.97	25.37	25.65	21.98
P ₃	13.00	13.21	13.97	13.08
% Humedad	33.1	33.6	34.3	35.4

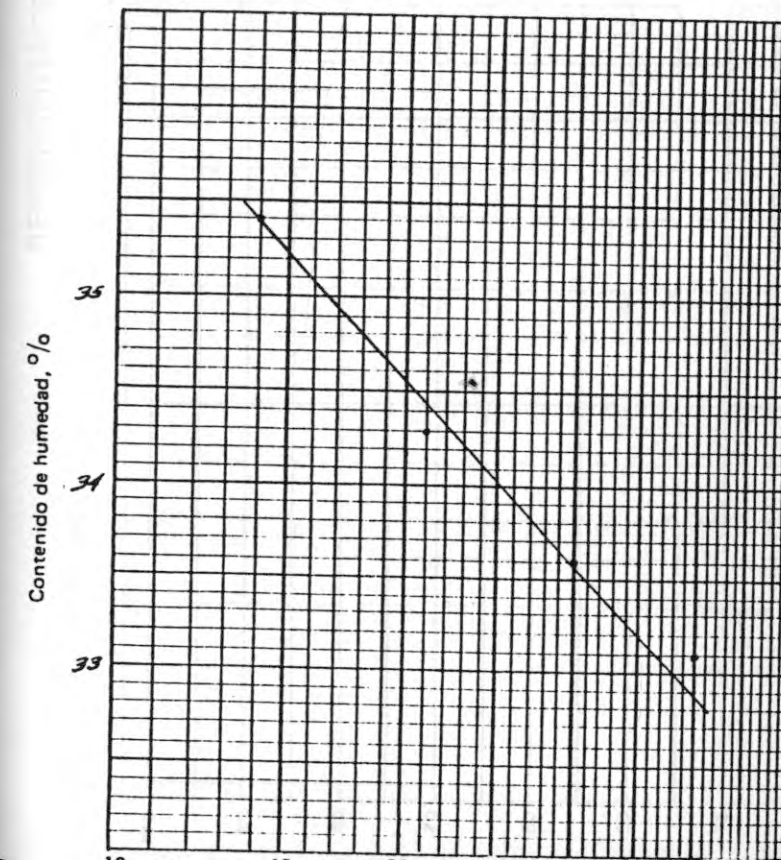
LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	32	99	
P ₁	17.16	17.81	203.8
P ₂	16.31	16.90	179.3
P ₃	12.81	13.29	—
% Humedad	24.3	25.2	13.7

GRADACION

P ₁	64.91	P ₂	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	1.9	2.9	97.1
10	7.8	11.8	88.2
40	24.1	37.1	62.9
100	10.5	16.2	83.8
200	3.8	5.8	94.2
fondo			



RESULTADOS

Límite Líquido 34.0 %
 Límite Plástico 24.8 %
 Índice Plasticidad 9.2 %

Índice de Grupo _____
 A.A.S.H.O. _____
 U.S.C.S. - SM -

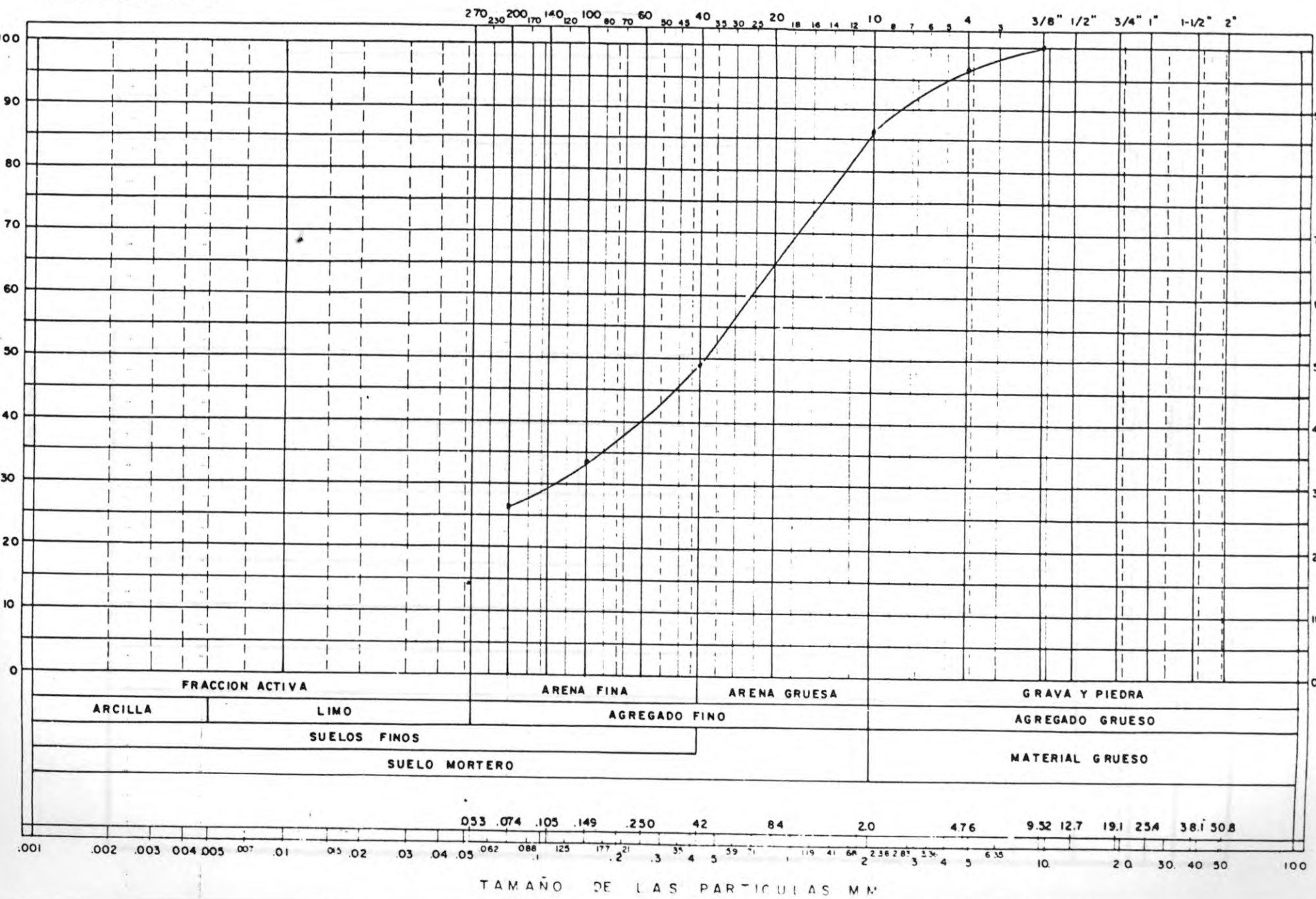
OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
 DE CALIDAD
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
 DISEÑOS - ESTUDIOS

Miguel Guerra Ariza
 Laboratorista

Central Hidroeléctrica

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO



Electrificadora del Chocó S.A.				REGISTRO DE PERFORACION						Fecha: Hoja No. <u> </u> de <u> </u>	
Localización <u>a 200 m. del puente de la carretera</u>				Coordenadas N <u> </u> E <u> </u>						Barreno No <u> 5 </u>	
Angulo <u>Vertical</u>				Supervisor: <u> </u>		Perforador <u> </u>		Elevación <u> </u>			
Profundidad	No. de gol.	Simbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim.	Golpes/30 cm	Fecha	Profundidad m	Descripción y Observaciones	
	para cms								Desde	Hasta	
m	% de recobra			Descripción del material			para revestimiento				
0.5				<u>arena de color</u> <u>gris oscuro</u>							<u>Al final de</u> <u>la perforación</u> <u>se lava agua</u>
1.0											
1.5											
2.0											
2.5											
3.0											
3.5											
4.0											
4.5											
5.0											
5.5											
6.0											
6.5											
7.0											
7.5											
8.0											
8.5											
9.0											
9.5											
10.0											
10.5											
11.0											
11.5											
12.0											
12.5											
13.0											
13.5											
14.0											
14.5											
15.0											
15.5											
16.0											
16.5											
17.0											
17.5											
18.0											
18.5											
19.0											
19.5											
20.0											

LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

BOYERMO N° 6

OBRA PCH-Bowin Solano SITIO Casa de Maquina MUESTRA ape de Turbina

DESCRIPCION Grava Limpia

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 0.50 M. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	31	20	13
Vidrio No.	97	29	81	26
P ₁	24.94	23.75	23.69	24.51
P ₂	21.51	20.47	20.41	20.86
P ₃	13.48	13.01	12.82	13.13
% Humedad	42.7	44.0	45.8	47.2

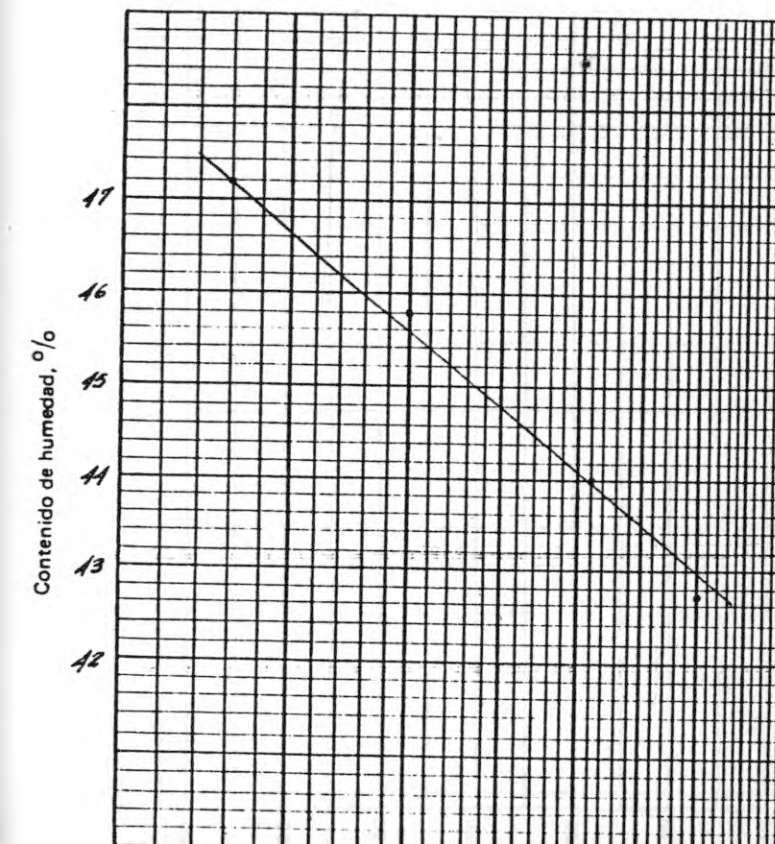
GRADACION

P ₁	230.9	P ₂	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
3/4	53.1	23.0	77.0
1/2	47.0	20.3	56.7
3/8	15.3	6.6	50.1
4	33.0	14.3	35.8
10	26.5	11.5	24.3
40	19.8	8.6	15.7
100	12.1	5.2	10.5
200	5.1	2.2	8.3
Fondo			

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	63	75	
P ₁	21.06	22.91	210.9
P ₂	18.75	19.99	176.5
P ₃	13.16	13.20	—
% Humedad	41.3	43.0	19.5



RESULTADOS

Límite Líquido 44.8 %

Límite Plástico 42.2 %

Índice Plasticidad 2.6 %

Índice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C.S. -GM-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL

DE CALIDAD

SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

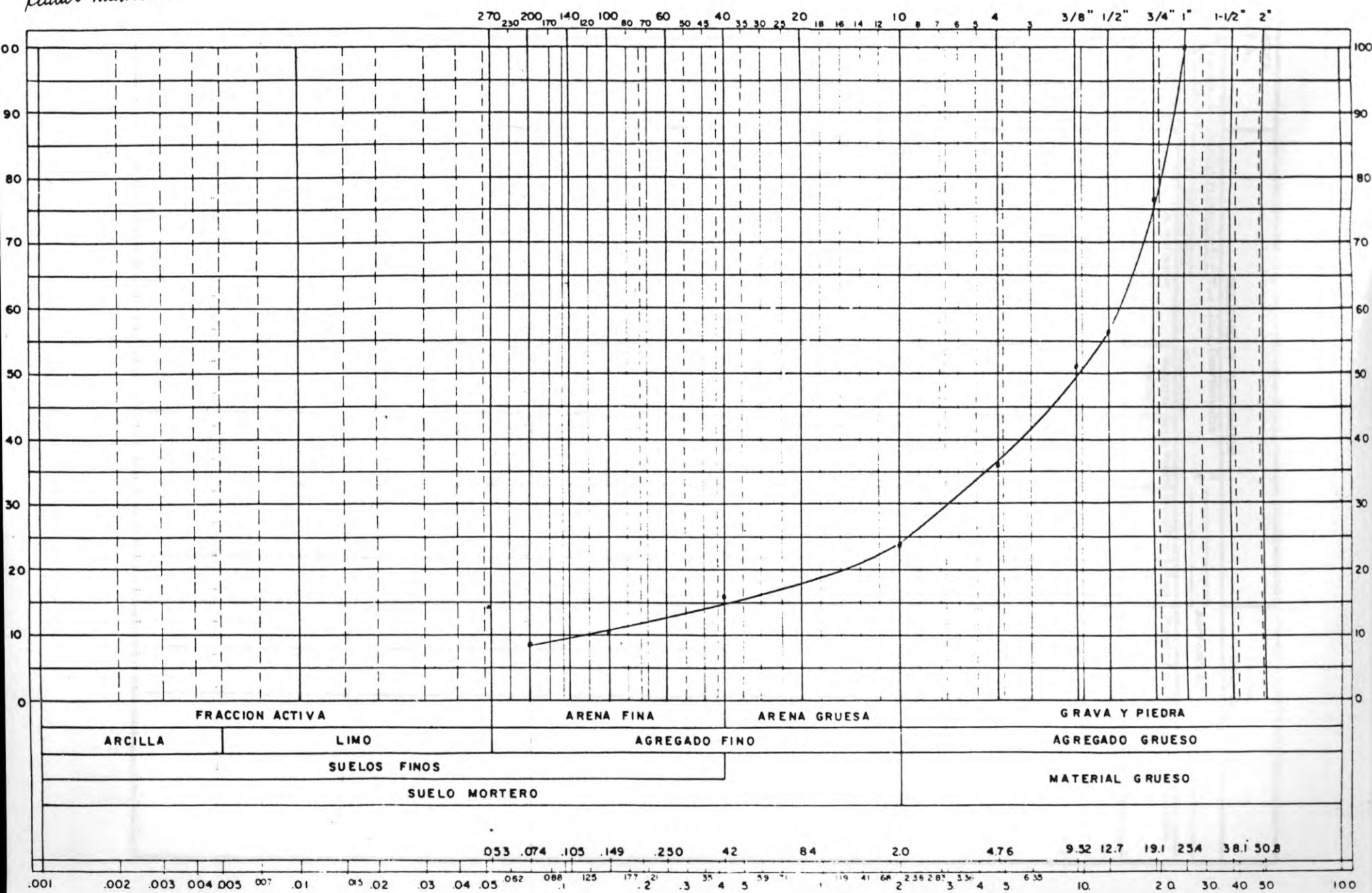
ENSAYOS - DISEÑOS

Miguel Guerra Ariza

Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Centrol hidrometrica



LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD
suelos-concretos-pavimentos-ensayos-diseños

Barreno N° 7

OBRA: Pequeña Central Hidroeléctrica

DESCRIPCION: Arena gruesa - limoso - arcilloso
oscuro

MUESTRA No. Casa de Maquinas - 0.70 m.

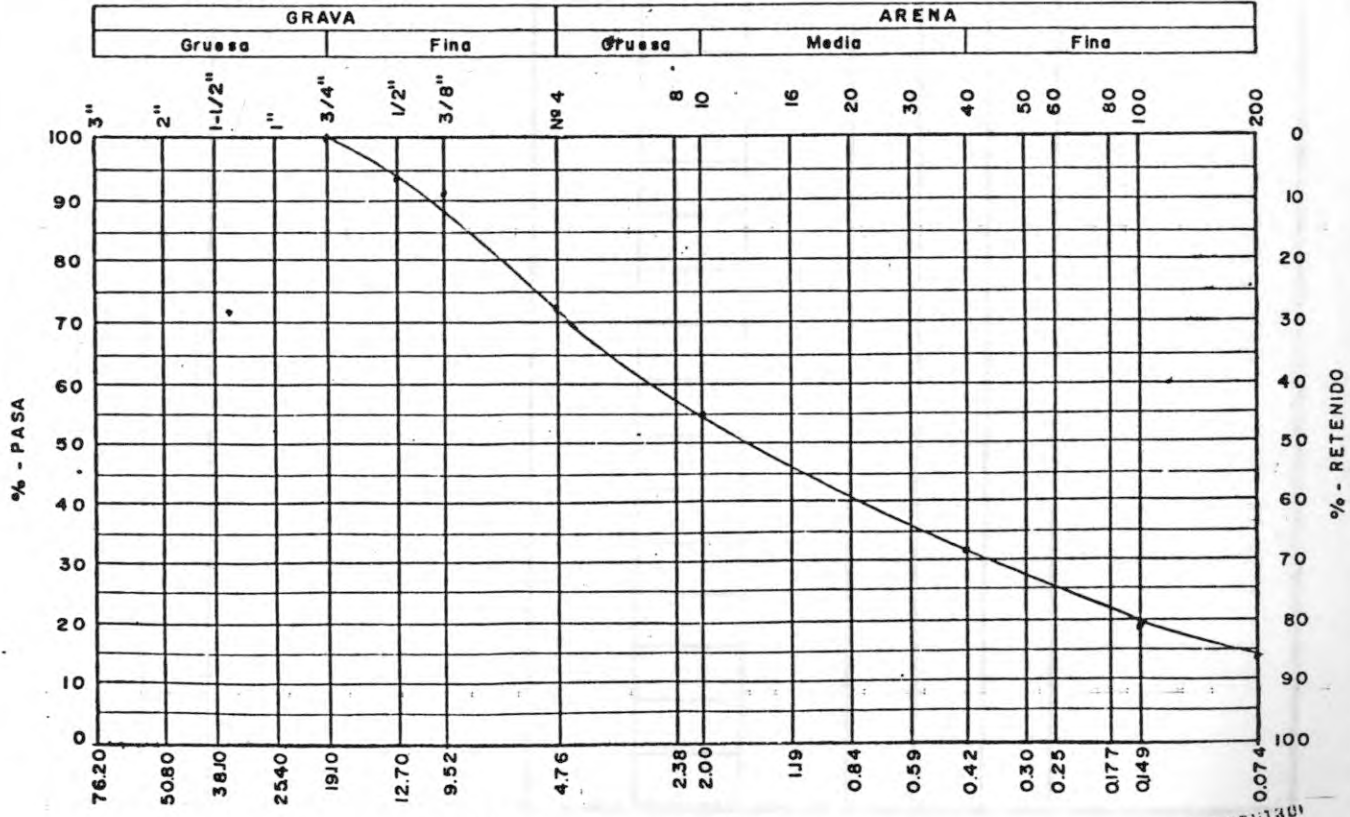
FECHA: Enero 28/93

SOLICITANTE: Stricon Ltda.

tamiz	peso retenido	% retenido	% pasa	tamiz	peso retenido	% retenido	% pasa
3"				No. 16			
2"				" 30			
1-1/2"				" 40	26.5	23.0	32.1
1"				" 50			
3/4"			100.	" 80			
1/2"	6.7	5.8	44.2	" 100	15.2	13.2	18.9
3/8"	4.1	3.6	40.6	" 200	5.2	4.5	18.4
No. 4	20.8	18.1	72.5				
" 10	20.0	17.4	55.1				

peso total de la muestra 115. grs.

módulo de finura (arena) _____



OBSERVACIONES: NL- NP-

Contenido de Humedad = 18.0%

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS-CONCRETOS-PAVIMENTOS
ENSAYOS-DISEÑOS

laboratorista Miguel Guerra Ariza

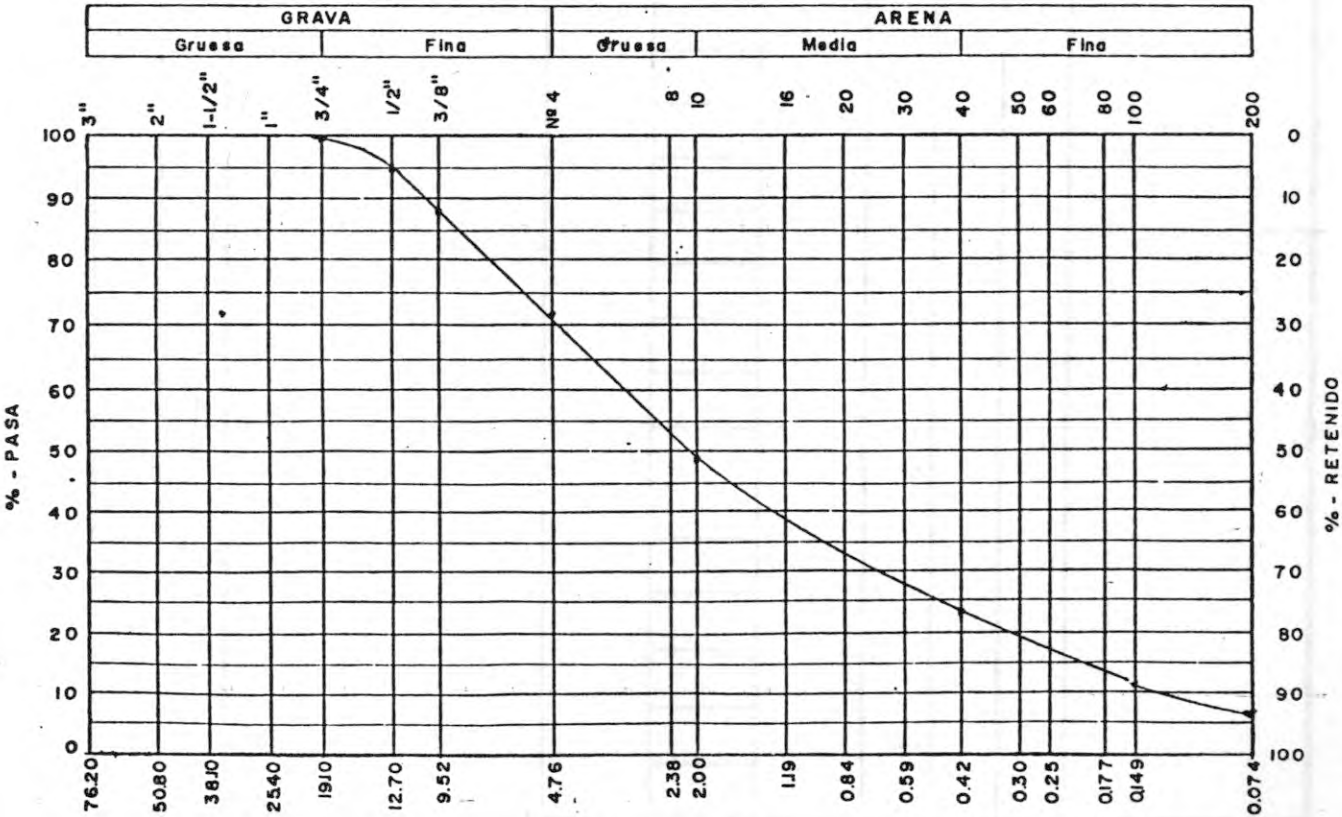
LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD
suelos-concretos-pavimentos-ensayos-diseños
Barveño N° 8

OBRA: Pequeña Central Hidroeléctrica -
DESCRIPCION: Arena gruesa - algo limosa - gris oscuro
con puntos amarillos

MUESTRA No. 0.80 m. Casa de Maquinaria - Tulud
FECHA: Enzo 28/43
SOLICITANTE: STYCON Ltda.

tamiz	peso retenido	% retenido	% pasa	tamiz	peso retenido	% retenido	% pasa
3"				No. 16			
2"				" 30			
1-1/2"				" 40	33.3	25.6	73.0
1"				" 50			
3/4"			100.0	" 80			
1/2"	6.0	4.9	95.1	" 100	15.9	12.2	87.8
3/8"	9.3	7.2	92.9	" 200	4.4	3.8	96.2
No. 4	21.1	16.2	83.8				
" 10	30.0	23.1	76.9				

peso total de la muestra 129.9 grs. módulo de finura (arena) _____



OBSERVACIONES: NL - NP - Humedad Natural = 17.0 %

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
ENSAYOS - DISEÑOS

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Parreno N^o 9

OBRA PEH-Bahia Solano SITIO Via MUESTRA _____

DESCRIPCION	PROYECTO	FECHA	OTRO
Limos y arenas finas			

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.20 m. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	41	30	23	14
Vidrio No.	72	83	76	60
P ₁	21.18	25.35	25.59	26.51
P ₂	20.59	20.72	20.72	21.38
P ₃	12.97	13.24	12.99	13.57
% Humedad	60.2	61.9	63.0	63.7

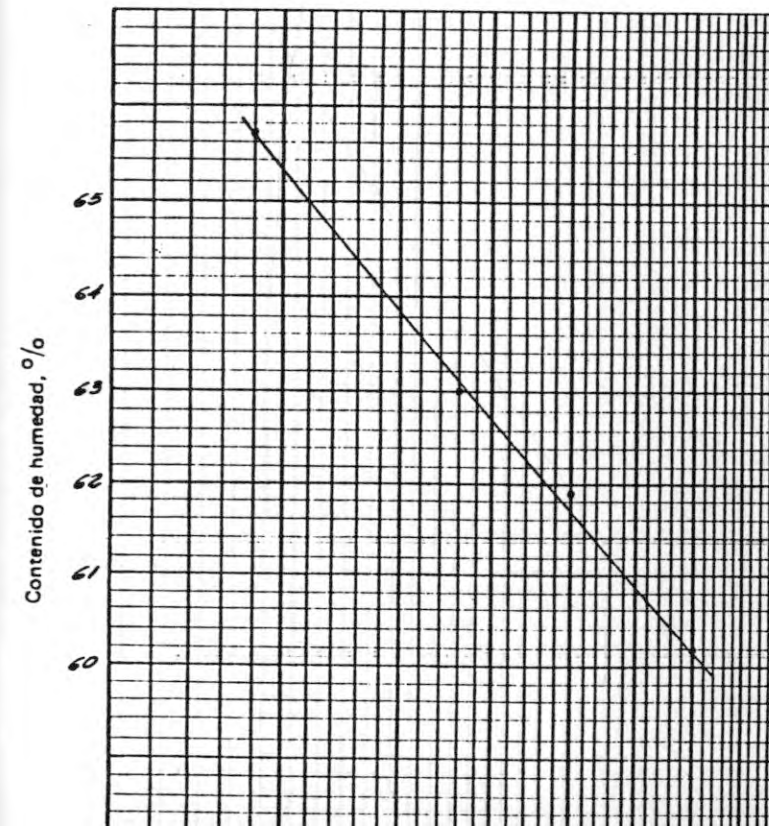
GRADACION

[illegible]

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	71	92	
P ₁	19.10	18.60	185.6
P ₂	17.53	17.00	115.2
P ₃	13.41	12.88	—
% Humedad	38.1	38.8	61.1



RESULTADOS

Límite Líquido 62.7 %

Límite Plástico 38.5 %

Indice Plasticidad 24.2 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C.S. -MH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SOLIDOS - LÍQUIDOS - GASES
ANÁLISIS - PESAJES

Misael Guerra Ovila
Laboratorista

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Barve no N^o 9

OBRA PCH- Rubia Solano SITIO Via MUESTRA _____

[illegible]

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.90 M FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	33	22	14
Vidrio No.	46	93	91	53
P ₁	26.05	85.91	26.55	26.00
P ₂	21.12	21.04	21.44	20.95
P ₃	13.34	13.46	13.61	13.40
% Humedad	63.4	64.2	65.3	66.9

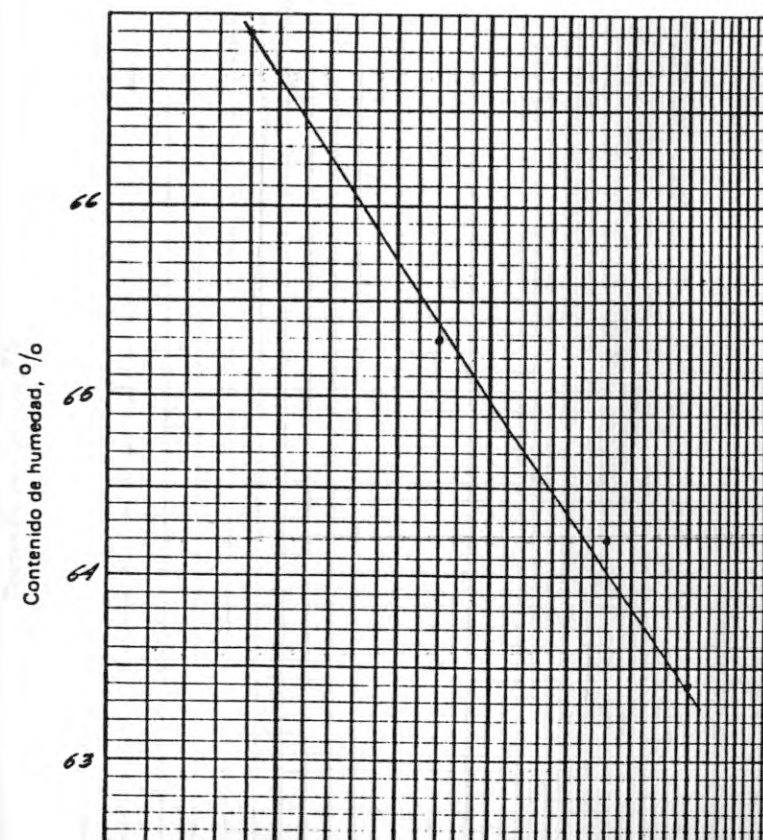
GRADACION

[illegible]

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	17	12	
P ₁	18.14	19.25	182.3
P ₂	16.65	17.54	109.4
P ₃	13.11	13.45	—
% Humedad	42.1	41.8	66.6



RESULTADOS

Límite Líquido 64.9 %

Límite Plástico 12.0 %

Indice Plasticidad 22.9 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C.S. -MH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
ENSAYOS - QUÍMICA

María Guzmán Avila
Laboratorista

LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Barrero N° 9

OBRA 1.ª Etapa de la obra SITIO Via MUESTRA _____

DESCRIPCION _____

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 2.40 M. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	25	15
Vidrio No.	34	103	4	84
P ₁	28.05	24.85	26.77	28.36
P ₂	22.00	20.31	21.17	22.10
P ₃	12.85	13.57	13.01	13.15
% Humedad	66.1	67.4	68.6	69.9

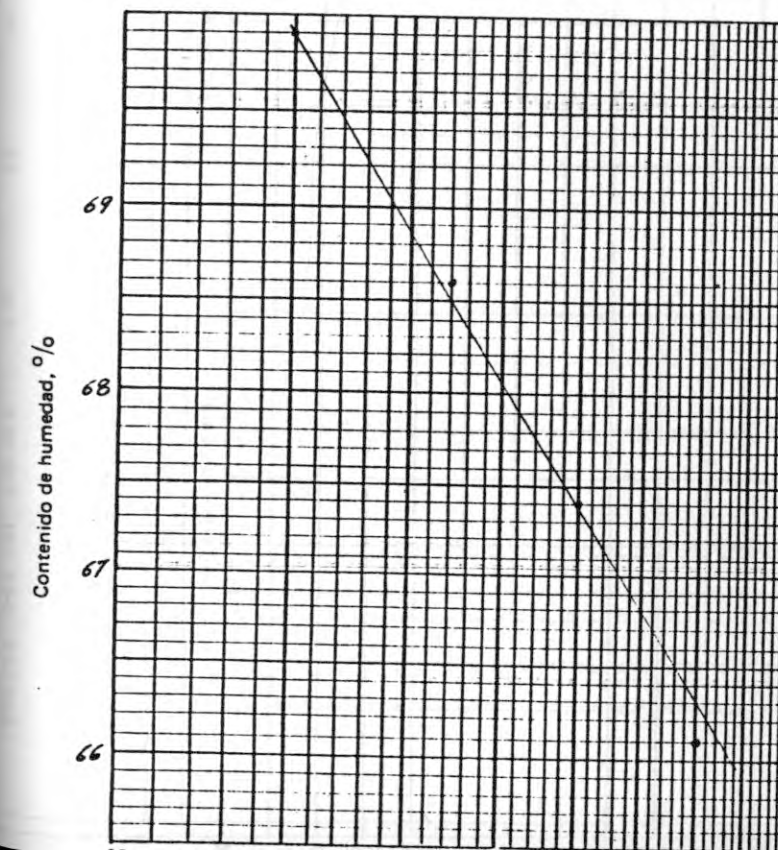
LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	36	3	
P ₁	18.40	18.55	212.5
P ₂	16.87	16.99	128.8
P ₃	13.12	13.10	—
% Humedad	40.8	40.1	65.0

GRADACION

P ₁	81.8	P ₂	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
40	3.9	4.8	95.2
100	10.5	12.8	87.2
200	3.0	3.7	96.3
Fondo			



RESULTADOS

Límite Líquido 68.0 %
 Límite Plástico 10.5 %
 Índice Plasticidad 27.5 %

Índice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

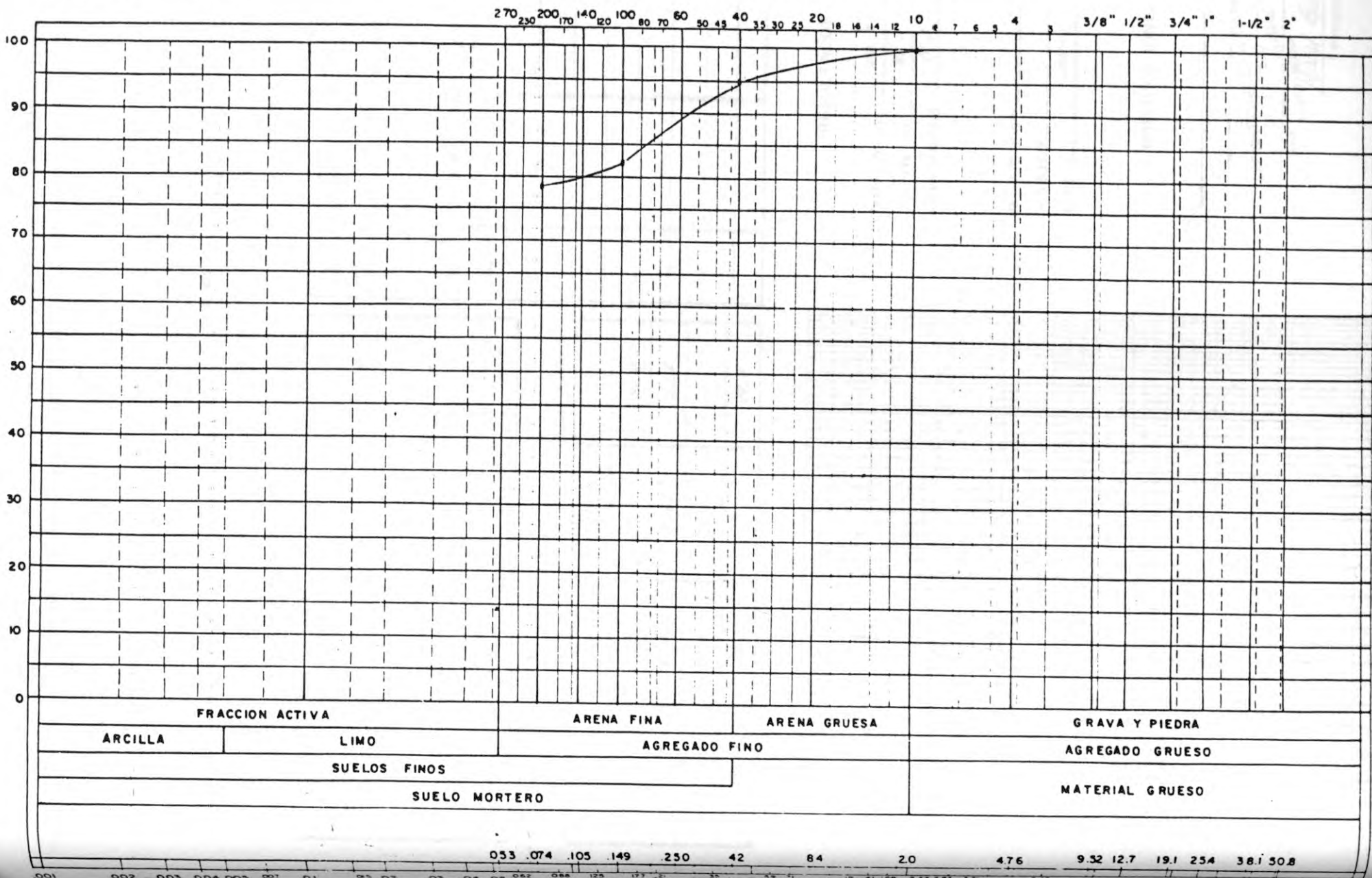
U.S.C.S. -MH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
 DE CALIDAD
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
 ENSAYOS - DISEÑOS
Alisa Guerra Ovila
 Laboratorio

Control Hn. eléctrica

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO



Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Зависимо № 9

OBRA PCH-Parque Solar SITIO Vica MUESTRA _____

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
...	...	...	...	...

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 3.60 m. FECHA _____

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	39	28	20	13
Vidrio No.	43	56	13	10
P ₁	24.90	20.51	24.45	23.38
P ₂	20.37	20.80	20.00	19.21
P ₃	13.20	13.58	13.25	13.05
% Humedad	63.4	65.2	65.9	67.9

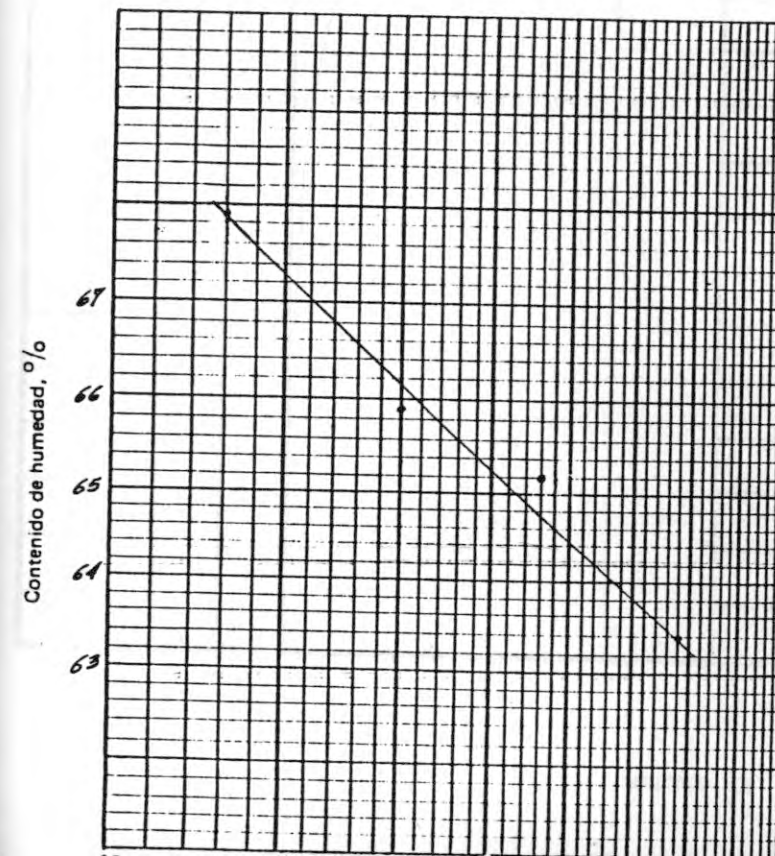
GRADACION

[illegible]

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	85	89	num. natural
P ₁	17.92	18.12	231.4
P ₂	16.18	16.61	132.6
P ₃	13.46	13.41	—
% Humedad	47.7	47.2	74.5



RESULTADOS

Límite Líquido 65.3 %

Límite Plástico 47.5 %

Indice Plasticidad 17.8 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C.S. -MH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
ENSAYOS - DISEÑOS

ENSAYOS - ~~PLASAS~~
Plasas Guerra Avila
Laboratorista

Electrificadora del Chocó S.A.				REGISTRO DE PERFORACION					Fecha: _____ de _____		
Localización <u>Via</u>				Coordenadas N _____ E _____					Hoja No. _____ de _____		
Angulo <u>Vertical</u>				Perforador _____					Barreno No <u>9</u>		
Supervisor: _____				Elevación _____							
Profundidad m	No. de gol para cms	Símbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim	Golpes/30 cm para revestimiento.	Fecha	Profundidad m		Descripción y Observaciones
				Descripción del material					Desde	Hasta	
0											
5											
10											
15											
20											
25											
30											
35											
40											
45											
50											
55											
60											
65											
70											
75											
80											
85											
90											
95											
100											

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Barveo N^o 10

OBRA PCH Bahía Solano SITIO Via MUESTRA _____

DESCRIPCION	Arenas limosas
-------------	----------------

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.20 m FECHA _____

LIMITE LIQUIDO

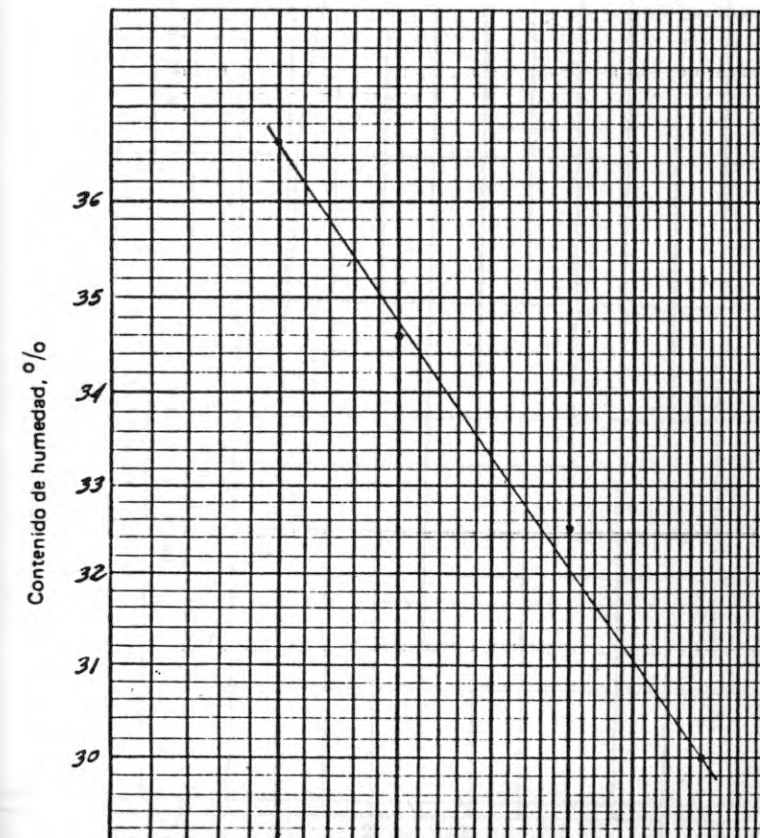
Número de Golpes	41	30	20	15
Vitrina No.	74	47	70	20
P ₁	26.40	24.40	23.40	27.13
P ₂	23.49	21.61	20.81	23.29
P ₃	13.53	13.02	13.32	12.81
% Humedad	30.0	32.5	34.6	36.6

GRADACION

[illegible]

Hum. Natural

Vidrio No.	67	77	
P ₁	19.85	21.48	204.4
P ₂	18.16	19.73	202.5
P ₃	12.99	14.35	—
°/o Humedad	32.7	32.5	40.4



RESULTADOS

Límite Líquido 33.3 %

Límite Plástico 32.6 %

Indice Plasticidad 0.7 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C.S. - SM -

OBSERVACIONES

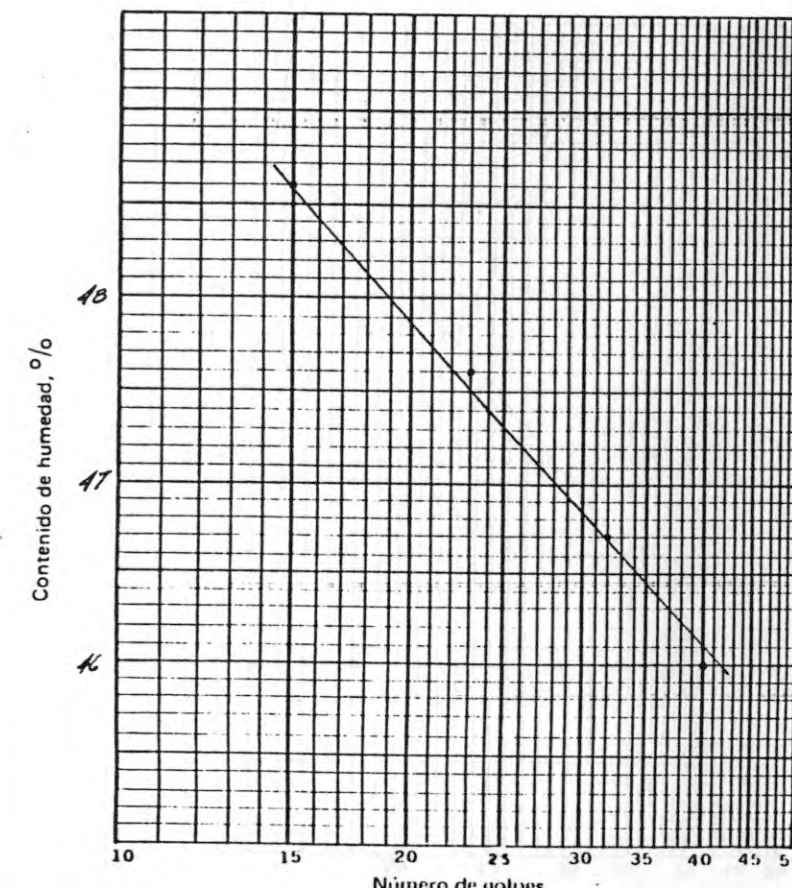
LABORATORIOS DE CONTROL
DE CALIDAD Isaías Guerra Quila
BUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS 1. laboratorista
ANÁLISIS - DISEÑOS

BUELOS • CONCRETOS • PAVIMENTOS
MAQUINARIA • DISEÑOS

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.80 m. FECHA _____

[illegible]

Vidrio No.	61	9	
P ₁	18.27	10.57	369.1
P ₂	17.08	17.26	239.8
P ₃	13.43	13.10	—
°/o Humedad	32.6	31.5	53.9



Laboratprista

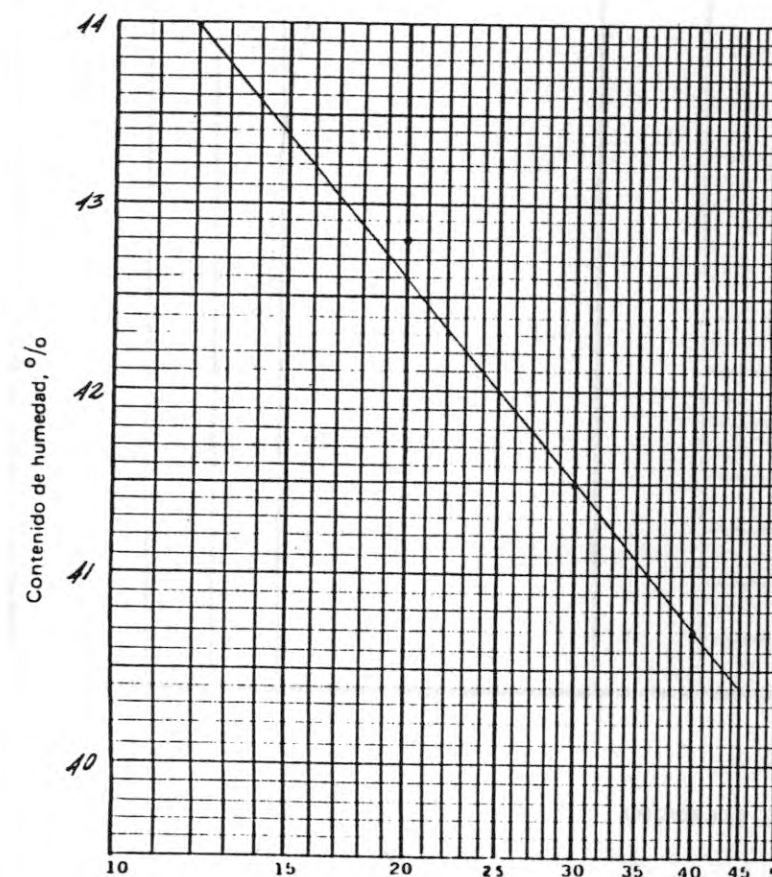
HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 2.10 m. FECHA _____

GRADACION

[illegible]

Hum. Natural

Vidrio No.	39	23	
P ₁	18.86	18.30	185.1
P ₂	17.63	17.19	121.5
P ₃	13.48	13.41	—
% Humedad	29.6	29.4	52.3



Laboratorista

Electrificadora del Chocó S.A.				REGISTRO DE PERFORACION				Fecha: _____ de _____			
Localización <u>Vigia</u>				Coordenadas N _____ E _____				Barreno No <u>10</u>			
Angulo <u>Vertical</u>				Supervisor: _____ Perforador _____ Elevación _____							
Profundidad	No. de gol.	Simbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim.	Golpes/30 cm	Fecha	Profundidad m		Descripción y Observaciones
m	% de recobro			Descripción del material			para revestimiento.	Desde	Hasta		
0.5				Arena fina							
1.0				Color rosada							
1.5				Arena fina							
2.0				Color rosado							
2.5				Arena fina							
3.0				Color rosado							
3.5				Arena fina							
4.0				arenilla							
4.5											
5.0											
5.5											
6.0											
6.5											
7.0											
7.5											
8.0											
8.5											
9.0											
9.5											
10.0											
10.5											
11.0											
11.5											
12.0											
12.5											
13.0											
13.5											
14.0											
14.5											
15.0											
15.5											
16.0											
16.5											
17.0											
17.5											
18.0											
18.5											
19.0											
19.5											
20.0											

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S.A.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MME
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - ICEL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE BAHIA
SOLANO - CHOCO

VOLUMEN II DE III

APENDICE 3: BIOFISIOGRAFIA

STRYCON LTDA
Ingenieros Consultores
Calle 137 No. 19A- 11, Tel. 2749495, Santa Fe de Bogotá, D.C.
Julio, 1993

BIOFISIOGRAFIA

1. INTRODUCCION

Como la actualización del diseño no depende en general de los puntos relacionados en este capítulo, se asumió básicamente la información existente, elaborada por la firma Consultoría y Sistemas Ltda, ampliada en algunos casos con la información recopilada durante la visita técnica efectuada por la Comisión de Ingenieros y técnicos de STRYCON LTDA, en el mes de Noviembre de 1992, al sitio de la obra.

2. OROHIDROGRAFIA

La subcuenca de la zona del proyecto está conformada por la Quebrada Mutatá que desemboca al Río Boroboro y este a su vez desemboca en el Río Valle.

2.1 QUEBRADA MUTATA

La quebrada Mutatá se divide en 3 sectores; el sector alto que la constituye una pequeña hoya de contorno ovoidal alargado. Las cumbres que rodean la cuenca son poco escarpadas y presentan contornos y cimas subangulares. La quebrada fluye con una dirección general SW, recibiendo arroyos y torrentes con direcciones casi normales a ésta.

Su cauce es relativamente estrecho y profundo, pues se ha excavado en los solubles suelos residuales. Forma pequeños meandros y pozos poco profundos, que muestran la roca basáltica muy alterada en el fondo, y deposita pequeños playones arcillo-arenosos con gravas y cantos sub-redondeados.

Los saltos son originados por fallas geológicas y diaclasas perpendiculares al cauce; el primer salto que es el más importante, tiene aproximadamente 50 metros de caída vertical, siguiéndole muy cercanos, otros dos de unos 25 metros de caída cada uno, completando en este sector aproximadamente 100 metros de caída.

Sigue la quebrada en raudal sobre un caos de varios bloques, y se presentan otros tres saltos separados entre si unos 100 metros, con una caída aproximada de 35 metros en cada uno. Continúa la quebrada en raudal con su cauce más encañonado e inaccesible, donde se deben presentar otros saltos, habiéndose observado el último de unos 30 metros de caída.

El sector bajo de la quebrada Mutatá corresponde a su trayecto final, sobre el plano aluvial antiguo del río Boroboro y su desembocadura al mismo, fluye con dirección NW con poca pendiente.

2.2 RIO BOROBORO

El río Boroboro, aguas arriba de la quebrada Mutatá fluye con dirección general NW, de poca pendiente, sus laderas son escarpadas formando un valle aluvial estrecho en el cual desarrolla meandros y deposita playones de arenas oscuras, gravas y cantos y conforma rápidos de bajo fondo.

En su trayecto aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Mutatá, el río Boroboro corre con dirección general NW, con cauce de poca pendiente, formando un amplio valle aluvial con grandes meandros y extensos depósitos de arenas oscuras, gravas y cantos sub-redondeados.

En su curso más bajo y hasta su desembocadura en el río El Valle, el río Boroboro se divide en varios brazos, con su cauce casi plano, en un amplio valle cenagoso y con densa vegetación.

3. CLIMATOLOGIA

Las temperaturas y precipitaciones, bastante altas, incluyen en la formación de una asociación climática que favorece una rápida regeneración natural de la vegetación.

Para la caracterización climatológica de la zona se ha tenido en cuenta la información de la estación climatológica ordinaria Panamericana, operada por el Himat, la cual se escogió como representativa de la climatología de la zona, debido a los años de información (35 años), y a la poca variación de las características climatológicas de una estación a otra.

En general la zona tiene un clima húmedo, con lluvias durante todo el año cuyas principales características se resumen a continuación:

3.1 PRECIPITACION

Con un valor máximo de 685 mm, en el mes de Octubre y un valor anual de 5036 mm.

3.1.1 Número de días de precipitación

Octubre es el mes más lluvioso, con 26 días de lluvia al mes, para un total de 246 días al año.

3.2 NUBOSIDAD

La nubosidad es homogénea en el transcurso del año, oscila entre 5 y 7 octos.

3.3 TEMPERATURA

La temperatura mínima se presenta en el mes de Abril, con un valor de 19.3°C, y un valor máximo de 34.6 °C, en el mes de Marzo, con un valor medio anual de 25.55 °C.

3.4 BRILLO SOLAR

Enero, Febrero y Marzo, son los meses en los cuales se presenta mayor brillo solar, alcanzando un máximo de 93.60 horas de brillo en el mes de Febrero, y un mínimo de 53.30 horas de brillo en el mes de Noviembre.

3.5 EVAPORACION

Con valores que alcanzan 92 mm, en el mes de Marzo y 57 mm en el mes de Noviembre.

3.6 HUMEDAD RELATIVA

La zona de proyecto tiene gran humedad, con valores que oscilan entre 88 y 92%, con un valor medio anual de 90.8%.

3.7 PUNTO DE ROCIO

Con valores homogéneos que oscilan entre 23.70 y 23.90 °C, con un valor medio de 23.8 °C.

3.8 TENSION DE VAPOR

Como valores homogéneos que oscilan entre 29.3 y 29.7 mb, con un valor medio anual de 29.5 mb.

3.9 VELOCIDAD DEL VIENTO

Con valores máximos en el mes de Febrero alcanzando una velocidad de 2.1 m/s a las 13 horas, y un valor mínimo de 0.4 m/s en el mes de Noviembre a las 7 horas, y en el mes de octubre a las 19 horas.

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S.A.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MME
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - ICEL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE BAHIA
SOLANO - CHOCO

VOLUMEN II DE III

ANEXO 2: LABORATORIOS

STRYCON LTDA
Ingenieros Consultores
Calle 137 No. 19A- 11, Tel. 2749495, Santa Fe de Bogotá, D.C.
Julio, 1993

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA**

No. 432-93

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL**

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

INFORMACION SOBRE MUESTRA:

ENVIADA POR STRYCON LTDA DIRECCION Calle 137 No. 19 A 11 TELEFONO 274 94 95

CLASE DE MUESTRA AGUA

SITIO Y FECHA DE TOMA Boroboro

ESTADO DEL TIEMPO _____ PROFUNDIDAD _____

TEMPERATURA °C _____ CAUDAL _____

OBSERVACIONES Atn. Ricardo Striedinger

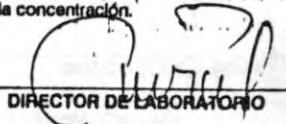
ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD	ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD
ACIDEZ TOTAL	mg/L CaCO ₃		HIERRO		
ALCALINIDAD A FENOLTALEINA	mg/L CaCO ₃		I.V.L	Indice	
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO ₃		LITIO		
ALUMINIO			MAGNESIO		
ANTIMONIO			MANGANESO		
ARSENICO			MERCURIO		
ACTIVIDAD METANOGENICA	gr-DQO/gr-SSV-d		MOIBDENO		
BORO	mg/L B		NITRATOS	mg/L NO ₃	0.6
BARIO			NITRITOS	mg/L NO ₂	0.003
CADMIO			NITROGENO AMONIAICAL	mg/L N	0.1
CALCIO			NITROGENO ORGANICO	mg/L N	
CIANUROS	mg/L CN		NITROGENO TOTAL (NTK)	mg/L N	1.8
CINC			ORTOFOSFATOS	mg/L P	
COLOR RESIDUAL	mg/L Cl		OXIGENO DISUELTO	mg/L O ₂	
CLORUROS	mg/L Cl		PH [JONES H ⁺]	PH	
COAGULACION			PLATA		
COBRE			PLOMO		
COLOR	U. pt /Co		POTASIO		
COLIFORMES FECALES	U.F.C. 100 ml		R.A.S.		
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. 100 ml		RESIDUOS DE PESTICIDAS	ug/L	
CONDUCTANCIA ESPECIFICA	microm HOS cm - 25°C		S.A.A.M.	mg/L	
CROMO HEXVALENTE			SELENIO		
CROMO TOTAL			SILICATOS	mg/L Si	
D.B.O. 5 DIAS	mg/L O ₂		SODIO		
DIGESTION DE LA MUESTRA			SOLIDOS DISUELTOS	mg/L SD	
D.Q.O.	mg/L O ₂	28	SOLIDOS FIJOS	mg/L SF	
DUREZA CALCICA	mg/L CaCO ₃	16	SOLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L 1 hr	
DUREZA MAGNESICA	mg/L CaCO ₃	52	SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L SS	
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃	68	SOLIDOS TOTALES	mg/L ST	
ESTAÑO			SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/LSTV	
ESTRONCIO			SULFATOS	mg/L SO ₄	
FENOLES	mg/L Fenol		SULFITOS	mg/L SO ₃	
FOSFORO TOTAL	mg/L P		SULFUROS	mg/L H ₂ S	
GLUCOSA	mg/L		TEMPERATURA	°C	
GRASAS Y ACEITES	mg/L	4.5	TURBIEDAD	N.T.U.	

OBSERVACIONES: _____

NOTA: Las determinaciones de metales se expresan en ug/L o mg/L dependiendo de la concentración.

7 de Junio de 1993

FECHA


DIRECTOR DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA

No. 434-93

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

INFORMACION SOBRE MUESTRA: _____
ENVIADA POR STRYCON LTDA DIRECCION Calle 137 No.19 A 11 TELEFONO 274 94 95
CLASE DE MUESTRA AGUA
BITO Y FECHA DE TOMA Rio Bocatoma
ESTADO DEL TIEMPO _____ PROFUNDIDAD _____
TEMPERATURA °C _____ CAUDAL _____
OBSERVACIONES Atn. Ricardo Striedinger

ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD	ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD
ACIDEZ TOTAL	mg/L CaCO ₃		HIERRO		
ALCALINIDAD A FENOLFTALEINA	mg/L CaCO ₃		I.V.L.	Indice	
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO ₃		LITO		
ALUMINIO			MAGNESIO		
ANTIMONIO			MANGANESO		
ARSENICO			MERCURIO		
ACTIVIDAD METANOGENICA	gr-DQO/gr-SSV-d		MOIBDENO		
BORO	mg/L B		NITRATOS	mg/L NO ₃	0.5
BARIO			NITRITOS	mg/L NO ₂	0.005
CADMIO			NITROGENO AMONIAICAL	mg/L N	
CALCIO			NITROGENO ORGANICO	mg/L N	
CIANUROS	mg/LCN		NITROGENO TOTAL (NTK)	mg/L N	1.3
CINC			ORTOFOSFATOS	mg/L P	
COLOR RESIDUAL	mg/L Cl		OXIGENO DISUELTO	mg/L O ₂	
CLORUROS	mg/L Cl	17	PH [IONES H ⁺]	PH	
COAGULACION			PLATA		
COBRE			PLOMO		
COLOR	U. pt /Co		POTASIO		
COLIFORMES FECALES	U.F.C. 100 ml	160	R.A.S.		
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. 100 ml	250	RESIDUOS DE PESTICIDAS	ug/L	
CONDUCTANCIA ESPECIFICA	microm HOS cm - 25°C		S.A.A.M.	mg/L	
CROMO HEXVALENTE			SELENIO		
CROMO TOTAL			SILICATOS	mg/L Si	
D.B.O. 5 DIAS	mg/L O ₂		SODIO		
DIGESTION DE LA MUESTRA			SOLIDOS DISUELTOS	mg/L SD	110
D.Q.O.	mg/L O ₂		SOLIDOS FIJOS	mg/L SF	
DUREZA CALCICA	mg/L CaCO ₃	46	SOLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L 1 hr	
DUREZA MAGNESICA	mg/L CaCO ₃	21	SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L SS	10
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃	67	SOLIDOS TOTALES	mg/L ST	120
ESTANO			SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/LSTV	
ESTRONCIO			SULFATOS	mg/L SO ₄	3.5
FENOLES	mg/L Fenol		SULFITOS	mg/L SO ₃	
FOSFORO TOTAL	mg/L P		SULFUROS	mg/L H ₂ S	
GLUCOSA	mg/L		TEMPERATURA	°C	
GRASAS Y ACEITES	mg/L		TURBIEDAD	N.T.U.	

OBSERVACIONES: Antes Bocatoma Oxígeno disuelto mg/L-O₂ 5.8

NOTA: Las determinaciones de metales se expresan en ug/L o mg/L dependiendo de la concentración.

7 de Junio de 1993
FECHA

DIRECTOR DE LABORATORIO

Carrera 1a. N° 18A - 10 A.A. 8976 Fax (57)12841890 Bogotá, Colombia

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA

No. 436-93

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

INFORMACION SOBRE MUESTRA:

ENVIADA POR STRYCON LTDA DIRECCION Calle 137 No.19 A 11 TELEFONO 274 94 95

CLASE DE MUESTRA AGUA

SITIO Y FECHA DE TOMA M3

ESTADO DEL TIEMPO _____ PROFUNDIDAD _____

TEMPERATURA °C _____ CAUDAL _____

OBSERVACIONES Atn. Ricardo Striendinger

ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD	ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD
ACIDEZ TOTAL	mg/L CaCO ₃		HIERRO		
ALCALINIDAD A FENOLFTALEINA	mg/L CaCO ₃		I.V.L	Indice	
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO ₃		LITIO		
ALUMINIO			MAGNESIO		
ANTIMONIO			MANGANESO		
ARSENICO			MERCURIO		
ACTIVIDAD METANOGENICA	gr-DQO/gr-SSV-d		MOLIBDENO		
BORO	mg/L B		NITRATOS	mg/L NO ₃	
BARIO			NITRITOS	mg/L NO ₂	
CADMIO			NITROGENO AMONIACAL	mg/L N	
CALCIO			NITROGENO ORGANICO	mg/L N	
CIANUROS	mg/LCN		NITROGENO TOTAL (NTK)	mg/L N	
CINC			ORTOFOSFATOS	mg/L P	
COLOR RESIDUAL	mg/L Cl		OXIGENO DISUELTO	mg/L O ₂	
CLORUROS	mg/L Cl		PH [IONES H ⁺]	PH	
COAGULACION			PLATA		
COBRE			PLOMO		
COLOR	U. pt /Co		POTASIO		
COLIFORMES FECALES	U.F.C. 100 ml	86	R.A.S.		
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. 100 ml	150	RESIDUOS DE PESTICIDAS	ug/L	
CONDUCTANCIA ESPECIFICA	mkrom HOS cm - 25°C		S.A.A.M.	mg/L	
CROMO HEXAVALENTE			SELENIO		
CROMO TOTAL			SILICATOS	mg/L Si	
D.B.O. 5 DIAS	mg/L O ₂		SODIO		
DIGESTION DE LA MUESTRA			SOLIDOS DISUELTOS	mg/L SD	
D.Q.O.	mg/L O ₂		SOLIDOS FIJOS	mg/L SF	
DUREZA CALCICA	mg/L CaCO ₃		SOLIDOS SEDIMENTABLES	ml/L 1 hr	
DUREZA MAGNESICA	mg/L CaCO ₃		SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L SS	
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃		SOLIDOS TOTALES	mg/L ST	
ESTAÑO			SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/LSTV	
ESTRONCIO			SULFATOS	mg/L SO ₄	
FENOLES	mg/L Fenol		SULFITOS	mg/L SO ₃	
FOSFORO TOTAL	mg/L P		SULFUROS	mg/L H ₂ S	
GLUCOSA	mg/L		TEMPERATURA	°C	
GRASAS Y ACEITES	mg/L		TURBIEDAD	N.T.U.	

OBSERVACIONES: Rio Boroboro O.D mg/L-O₂=6.2

NOTA: Las determinaciones de metales se expresan en ug/L o mg/L dependiendo de la concentración.

7 de Junio de 1993

FECHA

DIRECTOR DE LABORATORIO

Carrera 1a. N° 18A - 10 A.A. 8976 Fax (57)12841890 Bogotá, Colombia

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA

No. 431-93

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

INFORMACION SOBRE MUESTRA:

ENVIADA POR STRYCON LTDA DIRECCION Calle 137 No.19 A 11 TELEFONO 274 94 94

CLASE DE MUESTRA AGUA

SITIO Y FECHA DE TOMA Confluencia

ESTADO DEL TIEMPO _____ PROFUNDIDAD _____

TEMPERATURA °C _____ CAUDAL _____

OBSERVACIONES Atn. Ricardo Striedinger

ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD	ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD
ACIDEZ TOTAL	mg/L CaCO ₃	5.9	HIERRO	mg/L - Fe	0.02
ALCALINIDAD A FENOLFTALEINA	mg/L CaCO ₃		I.V.L	Indice	
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO ₃	66	LITIO		
ALUMINIO			MAGNESIO		
ANTIMONIO			MANGANESO	mg/L - Mn	0.2
ARSENICO			MERCURIO		
ACTIVIDAD METANOGENICA	gr-DQO/gr-SSV-d		MOLIBDENO		
BORO	mg/L B		NITRATOS	mg/L NO ₃	0.5
BARIO			NITRITOS	mg/L NO ₂	0.001
CADMIO			NITROGENO AMONIAICAL	mg/L N	0.05
CALCIO			NITROGENO ORGANICO	mg/L N	
CIANUROS	mg/LCN		NITROGENO TOTAL (NTK)	mg/L N	1.2
CINCO			ORTOFOSFATOS	mg/L P	
COLOR RESIDUAL	mg/L Cl		OXIGENO DISUELTO	mg/L O ₂	
CLORUROS	mg/L Cl	15	PH [IONES H ⁺]	PH	7.2
COAGULACION			PLATA		
COBRE			PLOMO		
COLOR	U. pt /Co	5	POTASIO		
COLIFORMES FECALIS	U.F.C. 100 ml		R.A.S.		
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. 100 ml		RESIDUOS DE PESTICIDAS	ug/L	
CONDUCTANCIA ESPECIFICA	micromhos/cm - 25°C	165	S.A.A.M.	mg/L	
CROMO HEXAVALENTE			SELENIO		
CROMO TOTAL			SILICATOS	mg/L Si	
D.B.O. 5 DIAS	mg/L O ₂		SODIO		
DIGESTION DE LA MUESTRA			SOLIDOS DISUELTOS	mg/L SD	86
D.Q.O.	mg/L O ₂		SOLIDOS FIJOS	mg/L SF	
DUREZA CALCICA	mg/L CaCO ₃	40	SOLIDOS SEDIMENTABLES	ml/L 1 hr	
DUREZA MAGNESICA	mg/L CaCO ₃	14	SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L SS	15
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃	54	SOLIDOS TOTALES	mg/L ST	
ESTAÑO			SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/LSTV	
ESTRONCIO			SULFATOS	mg/L SO ₄	2.5
FENOLES	mg/L Fenol		SULFITOS	mg/L SO ₃	
FOSFORO TOTAL	mg/L P		SULFUROS	mg/L H ₂ S	
GLUCOSA	mg/L		TEMPERATURA	°C	5.0
GRASAS Y ACEITES	mg/L		TURBIEDAD	N.T.U.	

OBSERVACIONES: Fosfatos mg/L-PO₄=0.08

NOTA: Las determinaciones de metales se expresan en ug/L o mg/L dependiendo de la concentración

7 de Junio de 1993

FECHA

DIRECTOR DE LABORATORIO

Carrera 1a. N° 18A - 10 A.A. 8976 Fax (57) 12841890 Bogotá, Colombia

Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA

No. 433-93

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

INFORMACION SOBRE MUESTRA:

ENVIADA POR STRYCON LTDA DIRECCION Calle 137 No. 19 A 11 TELEFONO 274 94 95

CLASE DE MUESTRA AGUA

SITIO Y FECHA DE TOMA Casa Máquina

ESTADO DEL TIEMPO _____ PROFUNDIDAD _____

TEMPERATURA °C _____ CAUDAL _____

OBSERVACIONES Atn. Ricardo Striendinger

ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD	ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD
ACIDEZ TOTAL	mg/L CaCO ₃		HIERRO		
ALCALINIDAD A FENOLFTALEINA	mg/L CaCO ₃		I.V.L.	Indice	
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO ₃		LITIO		
ALUMINIO			MAGNESIO		
ANTIMONIO			MANGANESO		
ARSENICO			MERCURIO		
ACTIVIDAD METANOGENICA	gr-DQO/gr-SSV-d		MOLIBDENO		
BORO	mg/L B		NITRATOS	mg/L NO ₃	0.5
BARIO			NITRITOS	mg/L NO ₂	0.001
CADMIO			NITROGENO AMONIACAL	mg/L N	0.07
CALCIO			NITROGENO ORGANICO	mg/L N	
CIANUROS	mg/LCN		NITROGENO TOTAL (NTN)	mg/L N	1.1
CINC			ORTOFOSFATOS	mg/L P	
COLOR RESIDUAL	mg/L Cl		OXIGENO DISUELTO	mg/L O ₂	
CLORUROS	mg/L Cl		PH [IONES H ⁺]	PH	
COAGULACION			PLATA		
COBRE			PLOMO		
COLOR	U. pt /Co		POTASIO		
COLIFORMES FECALIS	U.F.C. 100 ml		R.A.S.		
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. 100 ml		RESIDUOS DE PESTICIDAS	µg/L	
CONDUCTANCIA ESPECIFICA	micromhos/cm - 25°C		S.A.A.M.	mg/L	
CROMO HEXAVALENTE			SELENIO		
CROMO TOTAL			SILICATOS	mg/L Si	
D.B.O. 5 DIAS	mg/L O ₂		SODIO		
DIGESTION DE LA MUESTRA			SOLIDOS DISUELTOS	mg/L SD	
D.Q.O.	mg/L O ₂	32	SOLIDOS FIJOS	mg/L SF	
DUREZA CALCICA	mg/L CaCO ₃	32	SOLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L 1 hr	
DUREZA MAGNESICA	mg/L CaCO ₃	14	SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L SS	
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃	46	SOLIDOS TOTALES	mg/L ST	
ESTAÑO			SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/LSTV	
ESTRONCIO			SULFATOS	mg/L SO ₄	
FENOLES	mg/L Fenol		SULFITOS	mg/L SO ₃	
FOSFORO TOTAL	mg/L P		SULFUROS	mg/L H ₂ S	
GLUCOSA	mg/L		TEMPERATURA	°C	
GRASAS Y ACEITES	mg/L	5.2	TURBIEDAD	N.T.U.	

OBSERVACIONES: _____

NOTA: Las determinaciones de metales se expresan en µg/L o mg/L dependiendo de la concentración.

7 de Junio de 1993

FECHA

DIRECTOR DE LABORATORIO

Carrera 1a. N° 18A - 10 A.A. 8976 Fax (57)12841890 Bogotá, Colombia

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA

No. 435-93

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

INFORMACION SOBRE MUESTRA:

ENVIADA POR STRYCON LTDA DIRECCION Calle 137 No.19 A 11 TELEFONO 274 94 95

CLASE DE MUESTRA AGUA

SITIO Y FECHA DE TOMA Sin Marcar

ESTADO DEL TIEMPO PROFUNDIDAD

TEMPERATURA °C CAUDAL

OBSERVACIONES Atn. Ricardo Striedinger

ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD	ENSAYOS	EXPRESION DE RESULTADOS	CANTIDAD
ACIDEZ TOTAL	mg/L CaCO ₃		HIERRO		
ALCALINIDAD A FENOLTALEINA	mg/L CaCO ₃		I.V.L	Indice	
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO ₃		LITIO		
ALUMINIO			MAGNESIO		
ANTIMONIO			MANGANESO		
ARSENICO			MERCURIO		
ACTIVIDAD METANOGENICA	gr-DQO/gr-SSV-d		MOLIBDENO		
BORO	mg/L B		NITRATOS	mg/L NO ₃	
BARIO			NITRITOS	mg/L NO ₂	
CADMIO			NITROGENO AMONIACAL	mg/L N	
CALCIO			NITROGENO ORGANICO	mg/L N	
CIANUROS	mg/LCN		NITROGENO TOTAL (NTK)	mg/L N	
CINC			ORTOFOSFATOS	mg/L P	
COLOR RESIDUAL	mg/L Cl		OXIGENO DISUELTO	mg/L O ₂	
CLORUROS	mg/L Cl		PH (IONES H ⁺)	PH	
COAGULACION			PLATA		
COBRE			PLOMO		
COLOR	U. pt /Co		POTASIO		
COLIFORMES FECALES	U.F.C. 100 ml	60	R.A.S.		
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. 100 ml	130	RESIDUOS DE PESTICIDAS	ug/L	
CONDUCTANCIA ESPECIFICA	micromhos/cm - 25°C		S.A.A.M.	mg/L	
CROMO HEXAVALENTE			SELENIO		
CROMO TOTAL			SILICATOS	mg/L Si	
D.B.O. 5 DIAS	mg/L O ₂		SODIO		
DIGESTION DE LA MUESTRA			SOLIDOS DISUELTOS	mg/L SD	
D.Q.O.	mg/L O ₂		SOLIDOS FIJOS	mg/L SF	
DUREZA CALCICA	mg/L CaCO ₃		SOLIDOS SEDIMENTABLES	ml/L 1 hr	
DUREZA MAGNESICA	mg/L CaCO ₃		SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L SS	
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃		SOLIDOS TOTALES	mg/L ST	
ESTANO			SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/LSTV	
ESTRONCIO			SULFATOS	mg/L SO ₄	
FENOLES	mg/L Fenol		SULFITOS	mg/L SO ₃	
FOSFORO TOTAL	mg/L P		SULFUROS	mg/L H ₂ S	
GLUCOSA	mg/L		TEMPERATURA	°C	
GRASAS Y ACEITES	mg/L		TURBIEDAD	N.T.U.	

OBSERVACIONES: Despues máquina 0.D mg/L-O₂ = 5.1

NOTA: Las determinaciones de metales se expresan en ug/L o mg/L dependiendo de la concentración

7 de Junio de 1993
FECHA

DIRECTOR DE LABORATORIO

Carrera 1a. N° 18A - 10 A.A. 8976 Fax

41890 Bogotá, Colombia

II

ANALISIS PETROGRAFICO Y MINERALOGICO
DE
AGREGADOS -UNIVERSIDAD NACIONAL-

MU-3

LOCALIZACION PM - 1 FECHA Mayo 29/80
DESCRIPCION MACROSCOPICA Roca ignea color verde oscuro a negro de alta compactación con costra de ceolitas secundarias de color blanco.

TEXTURAS, ESTRUCTURAS Holocristalina, hipidiomórfica; inequigranular...

CONSTITUYENTES

PRIMARIOS	SECUNDARIOS	
Piroxeno.....52%	Serpentina.....3%	
Plagioclasa.....43%		
Opacos..... 2%		

DESCRIPCION PETROGRAFICA La textura es de cristales con contornos euhedrales en el caso de las plagioclasas cuya composición es labradorita con alteración (principalmente en el núcleo) a minerales de arcilla. El piroxeno presenta es de tipo augita rica en magnesio y alterada en sus extremos a serpentina... Los opacos son cristales euhedrales de pirita.

ORIGEN DE LA ROCA Igneo.

CLASIFICACION Gabro augítico (Streckeisen)

PETROGRAFO Rubén Llinás R.

MUTATA.- BOROBORO MU -6

Fracción pesada.....89.80% (En peso)

Fracción liviana.....10.20% (En peso)

Análisis de la fracción pesada.

Augita.....65%

Epidota.....17%

Hipersteno 7%

Hornblenda..... 6%

Hematita.....4%

Ilmenita.....1%

Magnetita 28.05% (en peso)
de la fracción pesada y
25.19% (en peso) de la
muestra total.

Análisis de la fracción liviana.

Plagioclasa (Labradorita)67%

Frag. líticos.....33%

DESCRIPCION MACROSCOPICA. Roca volcánica color verde bastante alterada en su superficie tomando un color marrón. Los constituyentes son máficos esencialmente.

TEXTURAS, ESTRUCTURAS Vitreo-porfirítica.

.....
CONSTITUYENTES

Matriz.....37%		
Piroxeno.....33%		
Ceolitas.....24%		
Sodalita..... 5%		
Opacos..... 1%		

DESCRIPCION PETROGRAFICA. La matriz es palagonítica (rica en hierro) con cierta orientación de flujo encerrando cristales de piroxeno tipo augita, feldespatos de tipo sodalita y agregados amigdaloides de ceolitas de hábito radial del tipo natrolita posiblemente. Los opacos son cristales euhedrales de pirita con bordes hematíticos. La ausencia de fósicos y la textura caracterizan un volcánico ultramáfico.

Se presentan vesículas pequeñas.

ORIGEN DE LA ROCA Igneo volcánico.

CLASIFICACION *Limburgita porfirítica* (R. Travis)

PETROGRAFO Rubén Llinás R.

ANÁLISIS DE ARENAS (Fracción 0.16-0.20 mm)

MUESTRA N-400-II NUQUI Nu 1

Fracción pesada . - 29.5%

Epidota	58%
Magnetita	13%
Piroxeno	9%
Hematita	7%
Anfibol	6%
Frag. roca	4%
Ilmenita	3%

Fracción liviana . - 70.5%

Fragmentos oxidados	67%
Cuarzo	18%
Feldespato	15%

MUESTRA E-I-M-2 MUTATA MU 9

Fracción pesada . - 9.3%

Magnetita	64%
Epidota	18%

Anfibol	10%
Piroxeno	4%
Frag. roca	3%
Biotita	1%

Fracción liviana 90.7%

Feldespato	72%
Frag. oxidados	27%
Cuarzo	1%

MUESTRA TP - M-4

MUTATA MU 12

Fracción pesada 48.9%

Epidota	49%
Piroxeno	22%
Magnetita	15%
Anfibol	9%
Frag. roca	4%
Biotita	1%

Fracción liviana 51.1%

Feldespato	68%
------------------	-----

Frag. oxidados 31%

Cuarzo 1%

MUESTRA EV-MU-M-3

EL VALLE MU 16

Fracción pesada 89.4%

Epidota 43%

Magnetita 41%

Piroxeno 8%

Hematita 6%

Frag. roca 2%

Fracción liviana 10.6%

Feldespato 84%

Frag. oxidados 16%

MUESTRA BOC-MU-M-2

MUTATA MU 14

Fracción pesada 80.6%

Epidota 45%

Magnetita 42%

Hornblenda 5%

Hematita	3%
Rutilo	3%
Ortopiroxeno	2%

Fracción liviana 19.4%

Frag. oxidados	62%
Feldespato	29%
Cuarzo	9%

MUESTRA BOC- MU-M-1 MURATA , MU 15

Fracción pesada 87.0%

Magnetita	64%
Epidota	22%
Hematita	9%
Ortopiroxeno	2%
Clinopiroxeno	2%
Anfibol	1%

Fracción liviana 13.0%

Frag. oxidados	44%
Feldespato	37%

Cuarzo 19%

MUESTRA CANAGUA - 2 UNGUIA

Fracción pesada 81.7%

Magnetita 63%
Epidota 16%
Hornblenda 14%
Ortopiroxeno 4%
Hematita 3%

Fracción liviana 18.3%

Feldespatos 67%
Frag. oxidados 29%
Cuarzo 4%

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S.A.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MME
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - ICEL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE BAHIA
SOLANO - CHOCO

VOLUMEN II DE III

APENDICE 3: BIOSOGRAFIA

STRYCON LTDA
Ingenieros Consultores
Calle 137 No. 19A- 11, Tel. 2749495, Santa Fe de Bogotá, D.C.
Julio, 1993

Estudio de impacto ambiental Pequeña Central
Hidroeléctrica, Municipio de Bahía Solano,
Chocó, volumen II de III Strycon Ltda

333.914 S928e Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

PRESTADO A

FECHA

DEVUELTO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01003527
BIBLIOTECA