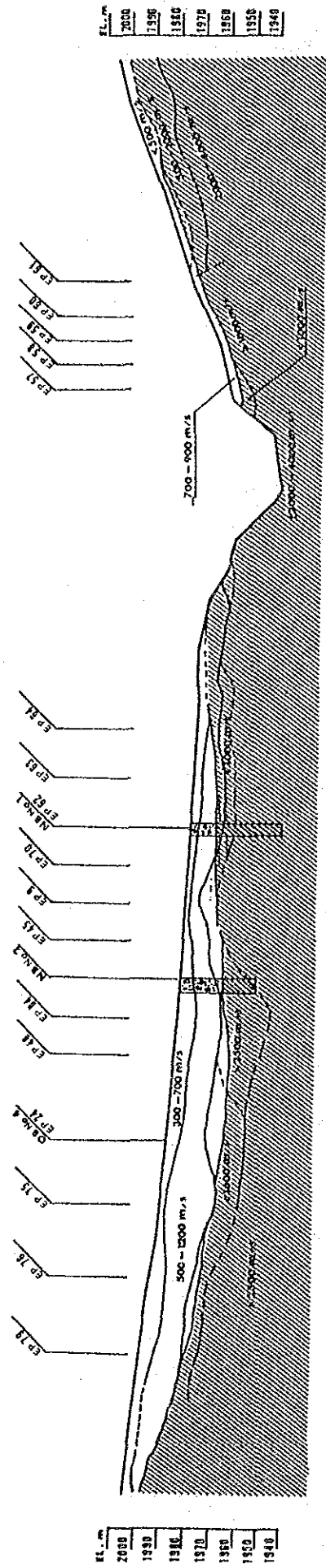
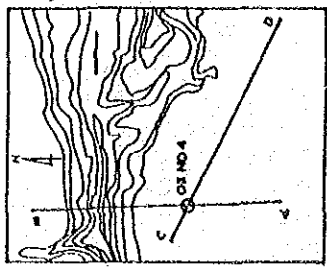
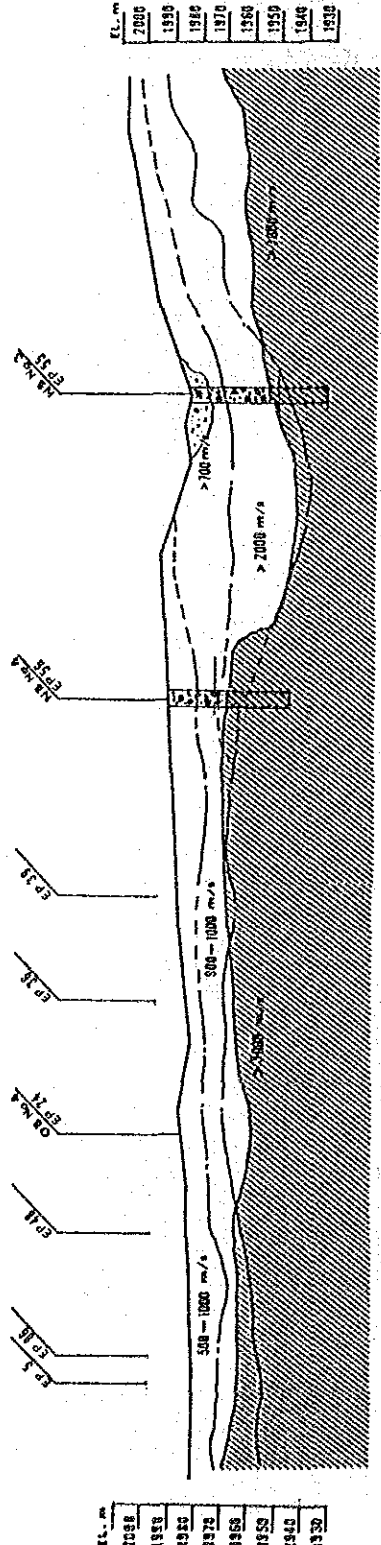


A - B SECTION



C - D SECTION



Key Map

- EP : Point of Electric Prospective Survey
- OB : Boring Point executed in 1987
- NB : Boring Point executed by the Study
- 700 m/s : Seismic Velocity
- [Hatched Box] : Bed Rock

Fig. C.5.1 Geological Profile at the Santa Ana Dam Site

2nd

1st

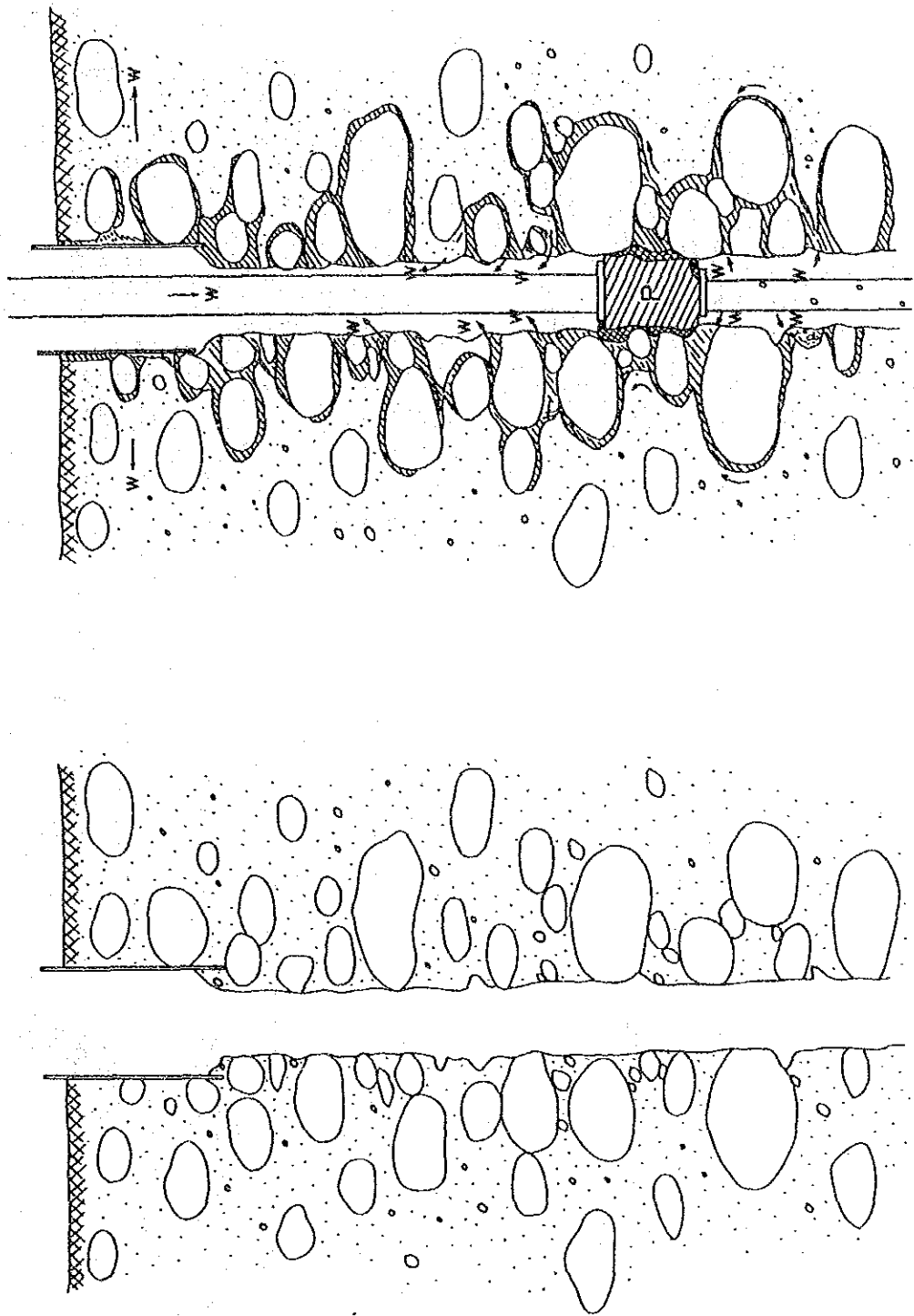


Fig. C.6.1 Problem of Permeability Test

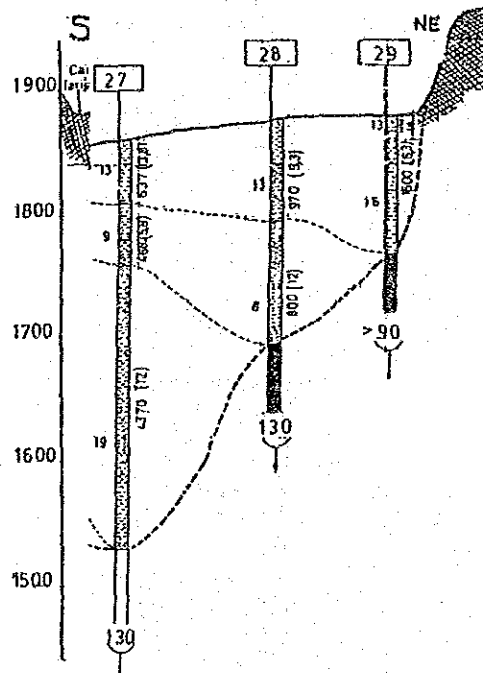
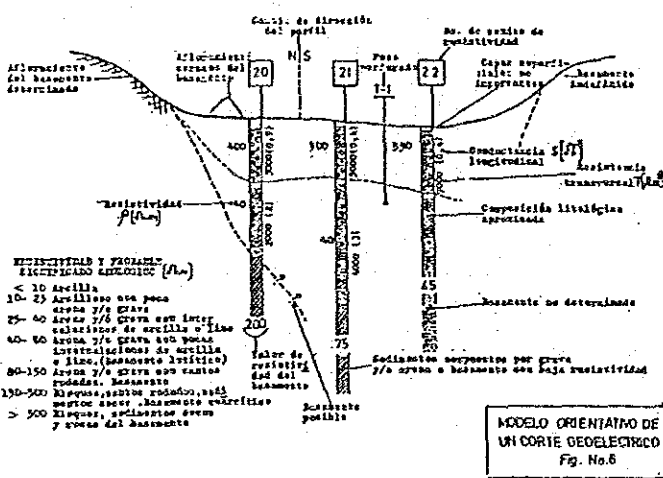
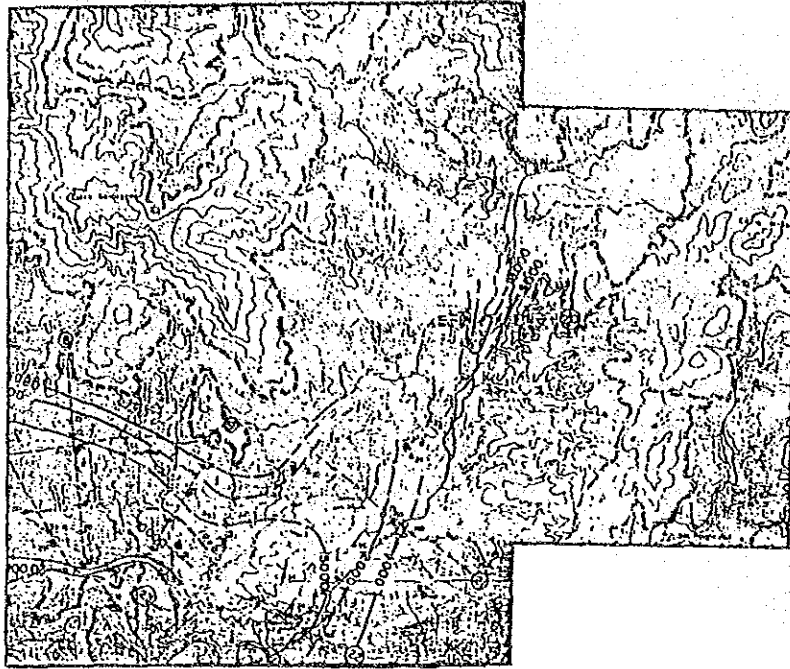


Fig. C.11.1 Electrical Survey (1)

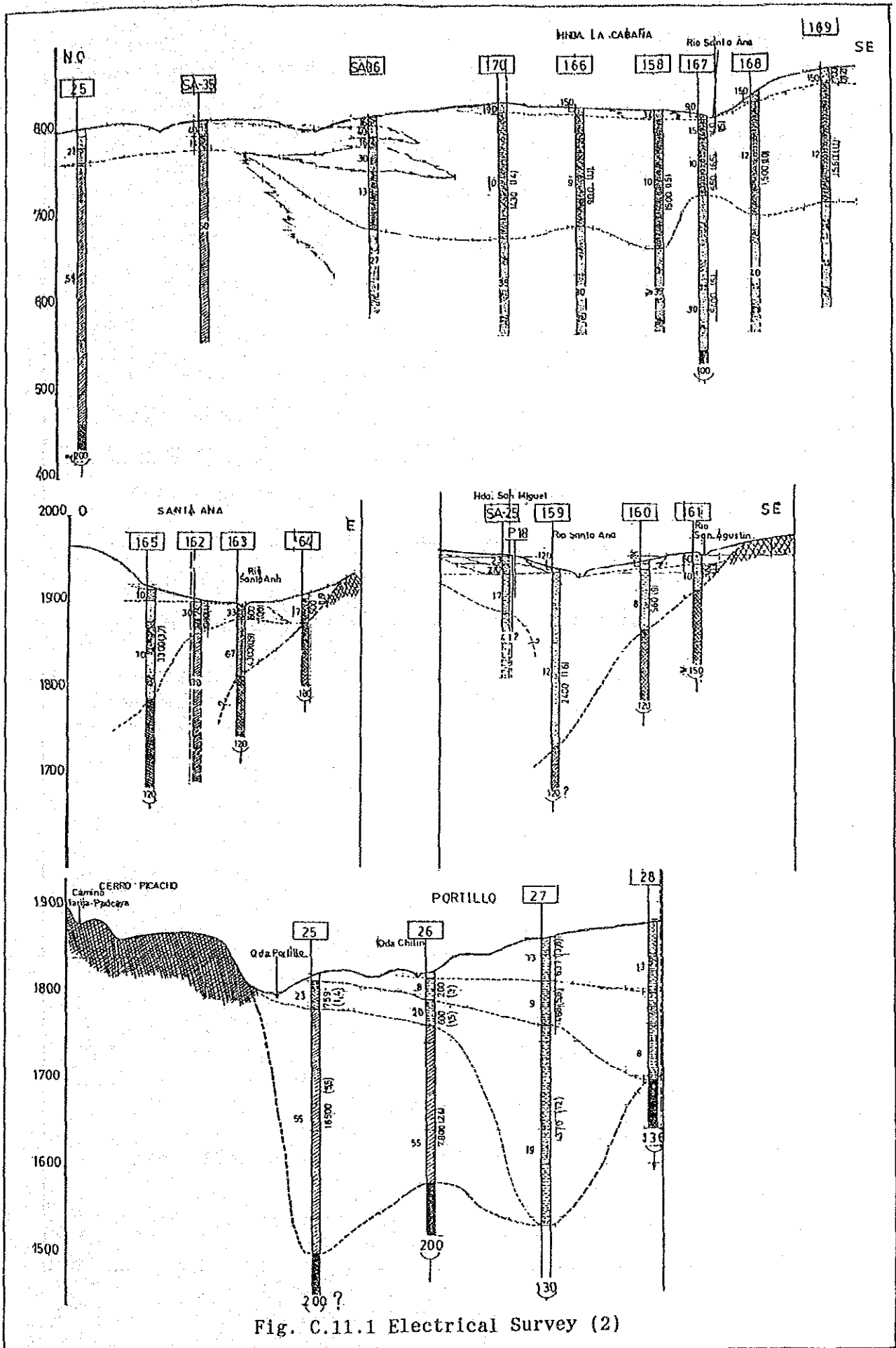


Fig. C.11.1 Electrical Survey (2)

REFERENCE DATA (1)

CODETAR
SERVICIOS DE GEOFISICA

**ESTUDIO GEOFISICO
SISMICA DE REFRACCION**

TARIJA - SEPT.- 1989

INDICE

- 1.-INTRODUCCION
- 2.-PROPOSITO DEL METODO
- 3.-METODO SISMICO DE REFRACCION
- 3.0.UBICACION DE PERFILES
- 4.-INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS
- 4.1.PERFIL NORTE-SUR
- 4.2.PERFIL ESTE-WESTE
- 5.-SONDEO ELECTRICO VERTICALES (S.E.V.)
- 6.-CONCLUSIONES

CORPORACION DE DESARROLLO DE TARIJA

Estudio: SISMICA DE REFRACCION

PROYECTO: REPRESA SANTA ANA

I. INTRODUCCION.

A solicitud de la Dirección de Cuencas Hidrográficas de la Corporación de Desarrollo de Tarija -CODETAR- se ha realizado el presente estudio de Geofísica empleando el método de sismica de refracción principalmente con el objetivo de estudiar el relieve y las condiciones geoestructurales del sub-suelo, para fines de implantación de una represa.

El estudio ha consistido esencialmente en la aplicación del método de refracción sismica y adicionalmente, se han efectuado Sondeos Electrico Verticales (S.E.V.), sobre el perfil Norte-Sur, con el propósito de efectuar una correlación entre ambos métodos geofísicos.

Los perfiles han sido diseñados, uno de los cuales con dirección Norte-Sur y paralelo al eje de presa proyectado y un segundo perfil con dirección N120°E, sobre longitudes de aproximadamente 500 metros.

Los Sondeos S.E.V. se han ejecutado únicamente sobre el perfil Norte-Sur y con un espaciamiento de 40 metros entre puntos de sondeo, con el propósito de realizar una correlación de los dos métodos, sobre las profundidades a obtenerse.

Estos resultados son expuestos en forma de perfiles, donde se detallan los contactos entre horizontes, las profundidades al paleorelieve así como parámetros de velocidades y resistividades de las rocas.

2. PROPOSITO DEL ESTUDIO.

Para fines de la determinación del paleorelieve, así como la compactación y profundidades de las rocas en el sub-suelo, se ha efectuado el presente estudio, empleando el método de sísmica de refracción, el cual aprovecha la propiedad de transmisión de las ondas sísmicas en medios rocosos. Esto también permite determinar un grado de compactación y fractura de las rocas.

3. METODO SISMICO DE REFRACCION.

La técnica del método sísmico de refracción permite obtener información de una discontinuidad geológica mediante el arribo de los tiempos de llegada a las diferentes posiciones de los geofonos, provocados por una onda explosiva (Shot point) en superficie el que se propaga a través de los diferentes estratos en el sub-suelo.

Para la ejecución del presente estudio se ha utilizado como medio de generación de ondas, un martillo para determinar los horizontes superficiales y dinamita para la determinación de los horizontes más profundos, estos últimos tienen un mayor poder de generación de ondas sísmicas.

De acuerdo a las condiciones geológicas del sector se han definido las siguientes velocidades sísmicas:

300 - 500 m/s. - cubierta superficial (arena suelta)

1500 - 2000 m/s. - capa arcilla compacta

2500 - - coluvio- fluvial (Till)

mayor a 2500 m/s. - Lutitas o Pizarras

3. a. UBICACION DE PERFILES

Se han trazado dos perfiles sísmicos, uno de los cuales tiene dirección Norte-Sur y paralelo al eje de presa proyectado sobre una longitud de 510 metros. Un segundo perfil ejecutado tiene una dirección N 120°E y aproximadamente transversal al anterior.

Los tendidos denominados como T-A, T-B, T-C, T-D y T-E se han ubicado sobre el perfil Norte-Sur transversal a la quebrada o dirección del río Santa Ana.

Sobre el perfil Este - Oeste se han ejecutado los tendidos (Spread) T-F, T-G, T-H, T-I y tendido T-J sobre una longitud de 510 m.

Cada tendido o spread tiene una longitud de 110m. entre el geofono G-1 y el G-12. Por otra parte se han realizado perfiles adicionales y sobre puestos a los anteriores, con un corrimiento de 5 metros denominados como T-A+5, T-B+5, ... etc.

4. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Con los datos procesados mediante las formulas de Analisis de Velocidad-Tiempo y la determinacion de profundidades, se establece tres horizontes principales:

- a) Horizonte arcilloso con velocidades de 300 a 700 m/s.
- b) Horizonte de Till conformado por material Coluvio-Fluvial, con velocidades de 500 a 1200 m/s.
- c) Bed-rock o Lutitas con velocidades mayores a 2000 m/s.

Se deben tomar en cuenta las posibilidades de rocas alteradas como un horizonte de lutitas bastante fracturadas, las que presentan velocidades de aproximadamente 1000 m/s.

Por otra parte no se ha tomado en cuenta el horizonte superficial con velocidades menores a 300 m/s., que también han sido detectados con los sondeos. Estos consisten esencialmente de material areno-arcilloso de poco espesor.

4.1. PERFIL NORTE-SUR

Sobre los tendidos T-A, T-B, T-C, lateral Sur del perfil (Plano No 2), se ha obtenido el horizonte de arcillas, con espesores máximos de 7 a 7.5 m. en su parte media. Infrayace el Horizonte Coluvio-fluvial (Till), con espesores de 13.5 a 20 m. (tendido T-A, SEV-1). Este horizonte presenta una velocidad variable de 500 a 1200 m/s. La parte basal estaría compuesta de lutitas (Shale), que presentan dos horizontes como resultado de las velocidades obtenidas. Un horizonte alterado con velocidades de 1000 a 1600 m/s. hasta una profundidad de 30 metros como máximo y subsiguendo rocas más compactas con velocidades mayores a 2500 m/s.

La presencia de un horizonte de velocidad media se debe considerar en este sector con valores mayores a 1000 m/s. y 2500 m/s. que puede deberse a rocas no compactas y que pueden estar compuestas también de material coluvial o Till alcanzando una profundidad de 36 metros como se indica entre los puntos (SP-25S) y (SP30N), delimitándose un contacto con el horizonte de lutitas..

Por otra parte las lutitas presentan una superficie de baja velocidad menor a 1000 m/s. esto debido posiblemente a un fuerte fracturamiento.

Hacia el sector de la quebrada Santa Ana, se tienen velocidades más altas de las lutitas, los que alcanzan velocidades de 2000 m/s. a 4000 m/s., con una superficie de alteración determinada en 7.0 metros aproximadamente.

Sobre el Sector Norte de la quebrada, se han obtenido tres horizontes a partir de la superficie del suelo. Un horizonte superficial de 500 m/s. compuesto de coluvio o material suelto, subsiguendo un horizonte de rocas posiblemente fracturadas de 500 m/s. a 1000 m/s., finalmente las lutitas que muestran velocidades desde 2000 m/s. a 4000 m/s.

Entre los geófonos G-8, G-9 del tendido T-D, se presenta una discontinuidad lateral de las velocidades de 1000 m/s. a 2000 m/s., que se ha interpretado como falla.

El espesor del material coluvial es de 3.0m. a 5.0m. en este sector. La profundidad al horizonte de lutitas más compactas se establece de 12 m. a 17 m., tomándose en cuenta un horizonte de velocidades medias de 500 m/s. a 1000m/s., interpretado como rocas fracturadas o continuación del material coluvio fluvial.

Las velocidades obtenidas sobre afloramientos de roca en el sector del río Santa Ana, permiten determinar velocidades desde 300 m/s. correspondiente a la parte superficial alterada hasta una profundidad de 2 a 7 metros y velocidades mayores a los 2900 m/s. que identifican a las lutitas.

4.2 PERFIL ESTE - WESTE

Sobre este perfil se han ejecutado los tendidos T-F, T-G, T-H, T-I, T-J, a partir del mojón inicial de geofísica (Plano No 3).

Sobre el tendido T-F se ha obtenido el horizonte de arcillas, con velocidades de 500 m/s. a 1000 m/s; hasta una profundidad de 15.0 metros, por debajo se tiene el contacto al material coluvio-fluvial, que presentan velocidades de hasta 1500 m/s. Sobre el tendido T-G estos horizontes alcanzan una profundidad de 21.0 metros (SP-30), que sería la interfase coluvio-lutitas, estas últimas con velocidades mayores a 3000 m/s.

Los tendidos T-H y T-I muestran los mayores valores del espesor cuaternario, alcanzando una profundidad desde 21 metros en el SP-30 hasta 45 metros en el punto G-1 (T-I).

Sobre el Tendido T-J se han detectado dos depresiones del horizonte de lutitas, en los puntos G-11 (T-I) y G-8 (T-J), que pueden confirmarse mediante tendidos sísmicos paralelos a estos. Sobre este perfil, no ha sido posible determinar con mayor detalle el contacto arcillas-Coluvio fluvial, debido a malas señales del registro.

TABLA DE VELOCIDADES DE ROCAS

	C.F.Figuerola	J.I.Astier
Capa meteorizada	300-900	200-600 (m/s.)
Arcillas	1000-1200	1800-2200
Aluviones	350-1500	600-1200
Dolomias	3000-5000	

5. SONDEO ELECTRICO VERTICALES (S.E.V.)

Adicionalmente, se han realizado cinco sondeos S.E.V. sobre el perfil Norte-Sur. Los resultados son expuestos en columnas Geoelectricas (Plano No 4) donde se han obtenido los siguientes valores de resistividad:

Capa superficial	de 10000 a 40000 ohm-m.
Arcillas	de 6000 a 14000 " "
Coluvio-Fluvial	de 50000 a 80000 " "
Lutitas (Shale)	mayores a 160000 " "

Las mayores profundidades se han obtenido con el sondeo S.E.V.-1 a la interfase coluvio-fluvial-Lutitas, obteniéndose 30 metros; y disminuye en profundidad esta interfase en los sondeos S.E.V.-3 y S.E.V.-4 hasta los 7.0 metros. El sondeo S.E.V.-5 determina una profundidad desde 13 m. hasta los 17 metros.

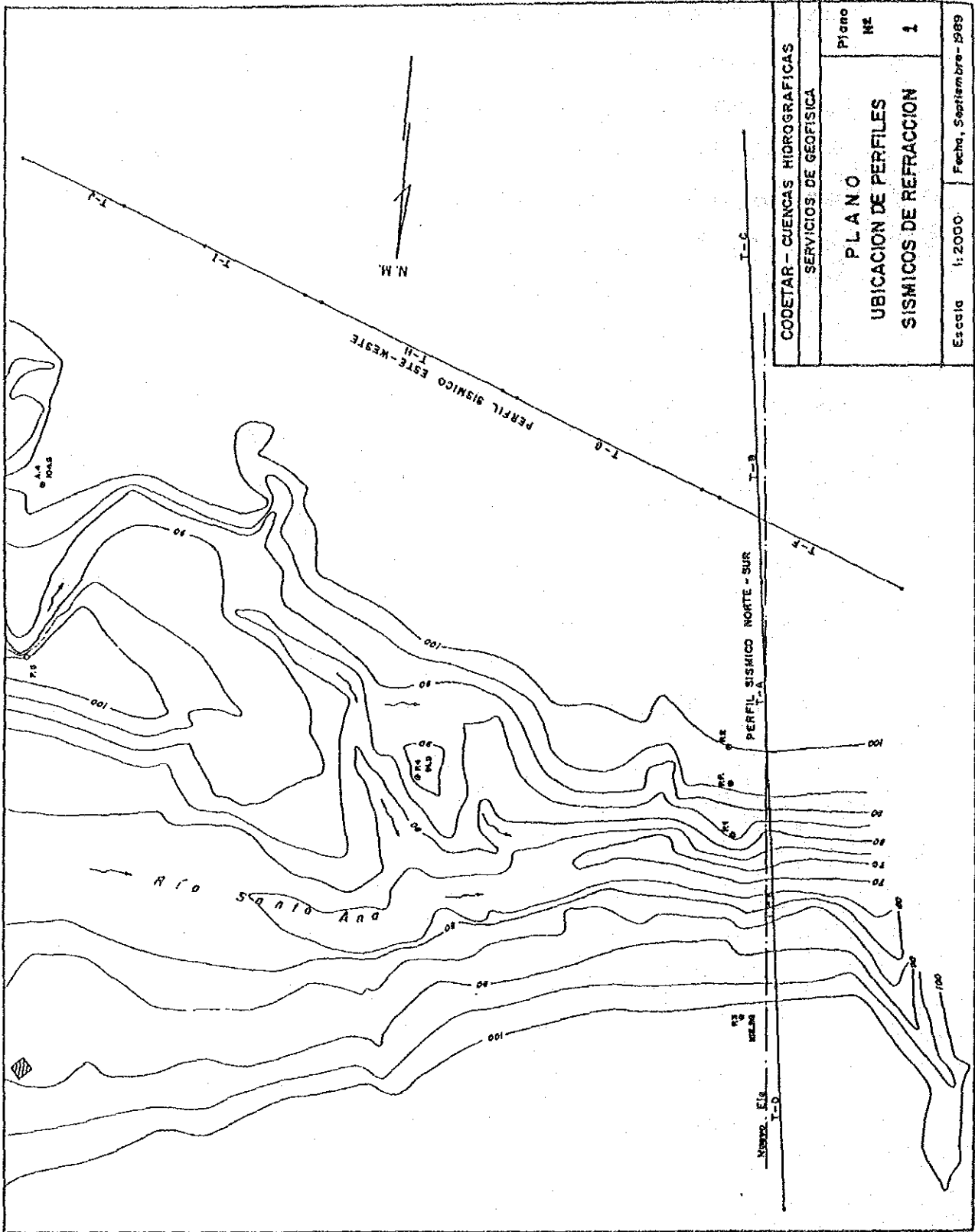
Los resultados de estos sondeos son expuestos en el Anexo I, donde se muestran valores de las resistividades así como de las profundidades a las interfases.

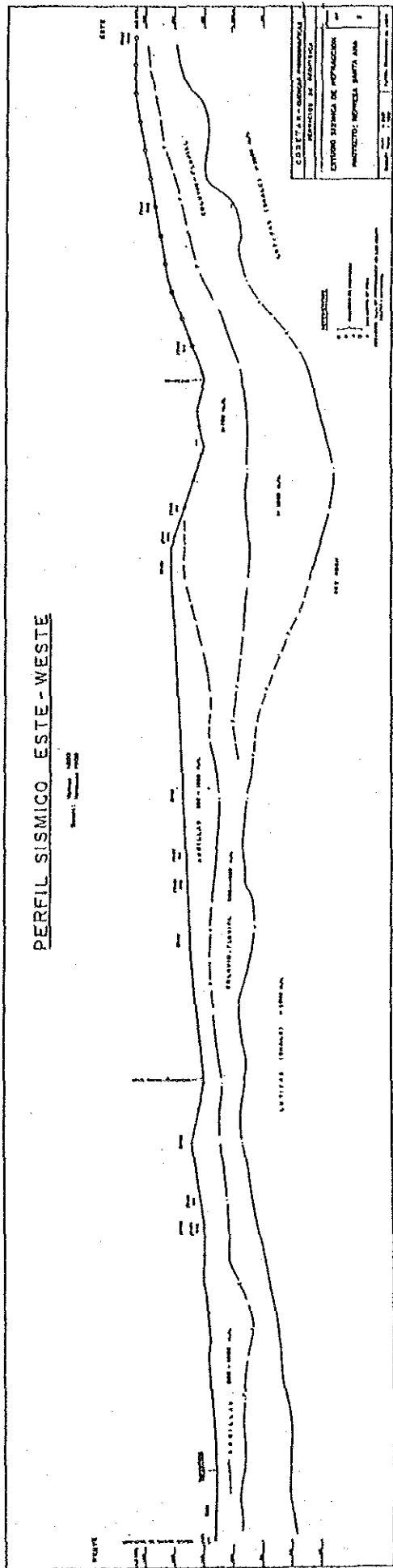
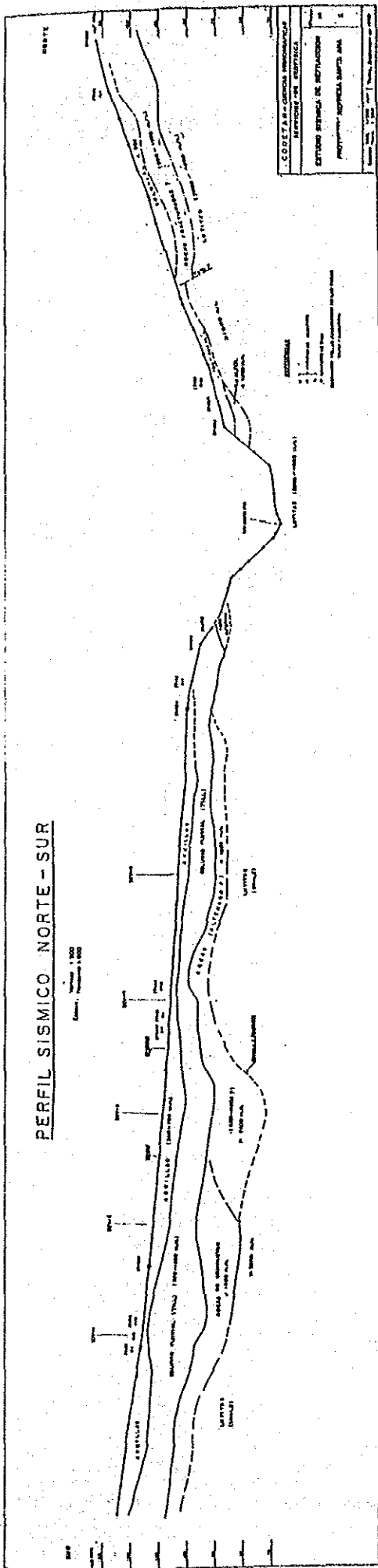
6. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos con el método sísmico de refracción, permiten conocer el paleorelieve de las rocas lutitas y su contacto con sedimentos coluvio-fluviales.
- Velocidades mayores a 2500 m/s. corresponden a las lutitas sin embargo estas pueden indicar velocidades menores por la alteración o fracturación en el contacto.
- Se ha obtenido una depresión del relieve paleozoico a lo altura del S.E.V.-3 sobre el perfil Norte-Sur.

-De confirmarse lateralmente el horizonte coluvio-fluvial en los puntos cercanos al SP-20S y S.E.V.-4, se puede deducir que el paleorelieve profundizaría hasta los 36 metros de este perfil.

-Sobre el perfil Este- Oeste, se tiene la mayor depresión del paleozoico debajo el punto G-1(T-1), a la altura de la quebrada. Sin embargo no se ha logrado determinar con mayor detalle la interfase Arcilla-Coluvio-fluvial a causa de las señales en los registros.





REFERENCE DATA (2)



S E R V I C I O G E O L O G I C O D E B O L I V I A

ESTUDIO GEOTECNICO MEDIANTE SONDEOS
REPRESA "SANTA ANA"
DEPARTAMENTO DE TARIJA-BOLIVIA
1989



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

1

1. ANTECEDENTES

Durante los meses de septiembre y octubre de 1986, el Servicio Geológico de Bolivia, efectuó estudios Geológico-Geotécnicos en la región de Santa Ana, destinado a implantar una represa para riego sobre el Río Yesera-Santa Ana.

Estos estudios abarcaron las siguientes disciplinas:

- Geología de superficie del marco geológico regional a escala 1:50,000.
- Geología a detalle del eje de presa y vaso a escala 1:1,000.
- Ubicación y evaluación de fuentes de préstamo (mapa a escala 1:20,000).
- Sísmica y geoelectrica a escala 1:1,000.
- Reconocimiento del subsuelo en la margen derecha del río mediante la perforación de 4 sondeos alineados según un perfil sobre el eje de presa.

Estos sondeos con diferentes profundidades, tuvieron por objeto definir el nivel al que se encuentra la roca, espesor del material de cubierta, fluvio-lacustre, de edad cuaternaria, la calidad de la roca y la permeabilidad tanto de la roca como del material de cubierta.

Estos estudios han definido que en la margen izquierda, a la altura del eje de presa, la superficie de la roca, declina hacia el sud; dando la pauta de la existencia de un paleocanal.

También se ha podido determinar que la roca es sana (ROD), medio 60% y que la permeabilidad promedio de la misma es de 1.0×10^{-8} cm/seg, mientras que la permeabilidad del material cuaternario es de 1.0×10^{-7} cm/seg.

Actualmente y por recomendación de la Consultora Japonesa NAGAI ENGINEERING CO. LTD, se ha desplazado el eje de presa unos 20 m. aguas abajo del sitio anterior, lo que ha originado un nuevo programa de investigaciones en base a perforaciones a diamantina.

2. GENERALIDADES

La investigación del subsuelo en el sitio de presa de Santa Ana, se ha concentrado en su totalidad en el flanco sud del Río Yesera, sobre una terraza fluvio-lacustre (Fig. No.1) 4 sondeos verticales con diferentes profundidades, alcanzando un total de 140 m.

Estos 4 sondeos alineados según 2 perfiles, (Fig. 2a y 2b) atravesaron la cubierta cuaternaria fluvio-lacustre y



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

3

Este sondeo vertical se inició sobre relleno fluvio-lacustre con la cota 1978,466 m.s.n.m., alcanzó una profundidad de 14.80 m. y llegó a cota final 1963.666 m.s.n.m.

A los 10.90 m. se encontró el contacto con roca (cota 1967.560 m.s.n.m.)

Un examen de los testigos obtenidos en este sondeo, nos muestran. De 0.00-0.75 m. Arcilla de color marrón claro algo orgánica. No presenta humedad, sin embargo adicionándole agua, presenta buena plasticidad, se halla muy compacta.

De 0.75-10.90 m. material de relleno fluvio-lacustre, encontrándose una predominancia de bolones hasta de 1.0 m. de diámetro y gravas, en general menores a 10 cm., en un porcentaje superior al 60%. Estos materiales aparentemente redondeados (por algunas facetas que se observan en los cores recuperados), están constituidos por areniscas blanquecinas duras de aspecto moteado; así como algunas limolitas gris-azulino. La matriz, predominante arcillosa, con limo y arena, representa un 40%. De 7.15 a 7.25 m. se observa un nivel de oxidación. De este nivel hacia abajo, hasta el contacto con la roca los bolones se hacen notoriamente más grandes.

En general este tipo de sedimento, se encuentra medianamente consolidado, por tal razón, la matriz arcillosa es lavada durante la perforación, dando un porcentaje de recuperación bajo.

En este sondeo, el promedio fue de 71%, tendiendo a ser más alto en profundidad debido a la presencia de bolones. A partir de los 6.5 m. no hubo retorno de agua, mientras que sobre este nivel fue de un 30% aproximadamente.

De 10.90 a 14.80 m. se ha detectado roca, la misma que se halla constituida por limolitas gris-azulino. La parte superior entre 10.90 y 11.80 m. se encuentra fracturada, siendo su RRD de 40 a 45%, es decir, roca mala. A los 11.80 m. se encuentra una fractura con relleno de arcilla, (Milonita) correspondiendo así a una pequeña falla. Desde los 11.80 hasta los 14.80 m., la roca se halla muy sana, siendo su RRD de 45 a 100%.

5.2. SONDEO No.2

También se halla ubicado en la margen izquierda y sobre la misma terraza. Este sondeo vertical comienza en el



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

4

relleno fluvio-lacustre y tiene una profundidad total de 30.10 m. cuya cota de boca de pozo es 1982.480 m.s.n.m. y fondo 1952.380 m.s.n.m. A los 16.80 m. de profundidad se encontró roca a la cota de 1965.680 m.s.n.m.

Una descripción de los testigos obtenidos en este sondeo muestra: de 0.00 a 3.30 m. Arcilla limosa de color marrón claro algo orgánica, poco compacta, seca, pero al contacto con agua, presenta buena plasticidad.

De 3.30 a 16.80 m. Material de relleno fluvio-lacustre, donde predominan bolones hasta de 60 cm. de diámetro y gravas con diámetro de 10 cm. máximo en un porcentaje de 60-70%, las mismas que se hallan constituidas por areniscas blanquesinas duras, de grano medio; areniscas micáceas y limolitas gris-azulina y algunas cuarcitas muy duras. La matriz en un 30% se halla formada por arcilla, limos y arenas.

Desde los 10 m. hasta el contacto con roca, es notoria la predominancia de bolones de gran tamaño, dando al sedimento mayor permeabilidad. Por esta razón es que la recuperación de muestra a ido mejorando de un 23% hasta un 90%, siendo el promedio de 62%.

En todo este tramo, atravesando sedimento fluvio-lacustre, no hubo recuperación del agua de perforación.

De 16.80 a 30.10 m. se encontró roca formada por limolitas de color gris-azulino. En todo el tramo atravesado, la roca es muy homogénea, sin mostrar estratificación y se halla muy sana. El número de fracturas por metro esta entre 0 a 4; siendo el valor del RQD superior al 90%, lo que indica una roca de buena calidad, motivo por el cual se tuvo un alto porcentaje de recuperación.

Entre los 26.00 a 27.90 m. se observa arenisca de grano fino con estratificación, con un alto ángulo de 70° con respecto al eje del core.

5.3. SONDED No.3

Este sondeo se encuentra a unos 700 m. al SW del eje de presa, en la base y en la confluencia de 2 pequeñas quebradas. El sondeo se inició sobre material aluvial a la cota de 1987.620 m.s.n.m., alcanzó una profundidad de 50.10 m. siendo su cota final de 1937.520 m.s.n.m. A los 33.70m. se encontró el contacto con roca (cota 1953.920 m.s.n.m.)



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

5

Las características de los testigos obtenidos muestran: De 0.00 a 1.00 m. Material aluvial suelto depositado en el fondo de las quebradas, constituido por bolones y gravas y que litológicamente corresponden a areniscas blanquecinas y cuarcitas grises, con diámetro hasta de 50 cm. y una matriz compuesta por arenas y limos.

De 1.00 a 6.00 m. se han atravesado sedimentos de arcilla gris blanquecina y marrón, seca, compacta muy plástica, fracturándose en pequeños bloques de 1 cm. cúbico de tamaño.

De 6.00 a 7.20 m. se volvieron a obtener testigos con materiales aluviales iguales al tramo 0.00 a 1.00 m.

De 7.20 a 8.00 m. se detectó nuevamente arcilla con iguales características a las del tramo 1.00 a 6.00 m.

Hasta los 8.00 m. hubo 100% de retorno de agua.

De 8.00 a 33.70 m. Muestras constituidas por sedimentos fluvio-lacustres compuesta por bolones y gravas en un 70%. Litológicamente corresponden a areniscas duras de aspecto moteado y de color blanquecino; en menor proporción cuarcitas muy duras. La matriz de color marrón esta formada por arcillas y limos en un 30%. Entre los niveles 8 a 12 m., se presentan algunos mantos delgados de arcilla.

Estos materiales fluvio lacustres se hallan medianamente consolidados, motivo por el cual la matriz arcillosa, ha sido lavada por el fluido de perforación, resultando una recuperación baja y caótica. La recuperación en estos sedimentos fue de un promedio de un 56% y la del agua de un 20%.

De 33.70 a 44.0 m. Se han recuperado muestras de areniscas cuarcíticas de color gris azulado, muy duras y muy fracturadas, principalmente por diaclasas, cuyos planos se hallan rellenos con películas de arcilla ferruginosa. La roca es homogénea, no presenta estratificación, excepto en un tramo comprendido entre 33.70 a 37.80 m., donde se hace más pelítica (pizarrosa) mostrando estratificación con un alto ángulo del orden de 70 a 80° con respecto al eje del core. En este tramo la roca es más sana, siendo su RQD del 45%,; en cambio para el resto de este nivel prácticamente es 0 y sólo en el tramo 34.95 a 38.00 se eleva a un 18%, osea, una calidad de "roca mala"., Aún de la naturaleza muy fracturada de este tramo. la recuperación ha sido alta con un promedio de 88%.



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

6

De 44.00 a 48.00 m. se presentan limolitas de color gris-azulina también observadas en los sondeos SN-1, SN-2; sin embargo, en este sondeo se hallan muy fracturadas.

Esta roca se caracteriza por ser homogénea, sin presentar estratificación.

Si bien se tiene un buen porcentaje de recuperación (promedio 76%), su ROD es bajo 25% o sea, también roca de mala calidad.

En este tramo se han observado importantes fracturas en los niveles 46.00 a 46.50, 46.00 a 46.80 y 47.15 a 48.80 m., que representan planos de fallas los mismos que están rellenos de milonita. También se observan planos de diaclasas con ángulos de 45° y 90° con respecto al eje del core.

De 48.80 a 50.10 m. se presenta una arenisca blanquecina de grano medio con estratificación fina, que tiene un ángulo de 75° con respecto al eje del core. La roca se encuentra sana, siendo su ROD 80%, o sea, "roca buena".

5.4. SONDEO No 4

Se halla situado en la misma terraza que están los sondeos SN-1 y SN-2, desplazado unos 200 m. al NE del SN-2.

La perforación se inició en sedimento fluvio-lacustre, a la cota de 1995.090 m.s.n.m. Alcanzó una profundidad final de 45.00 m. (cota 1950.09 m.s.n.m.) El contacto con roca está a los 23.50 m. (cota 1971.59 m.s.n.m.)

Un examen de los testigos obtenidos muestran lo siguiente: De 0.00 a 23.50 m. material de origen fluvio-lacustre con idénticas características litológicas y texturales que en los otros 3 sondeos, aunque puede distinguirse un nivel suelto entre 0.0 a 8.0 m., formado esencialmente por arena arcillosa que ha sido observada en el fluido de perforación, siendo la recuperación muy baja. Es importante destacar que del nivel 9.00 m. hacia abajo hasta el contacto con la roca, hay predominancia de material muy grueso, como bolones hasta de 80 cm. de diámetro, en cambio disminuye la matriz arcillosa.

De 23.50 a 26.80 m. Se observa una arenisca limosa de



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

7

color marrón verdusco finamente estratificada, con ángulo de 80, aproximadamente con respecto al eje del core. En este tramo la roca se encuentra sana con muy pocas fracturas paralelas a la estratificación.

De 26.80 a 27.90 m. la roca pasa gradualmente a limolitas gris azulinas muy sanas, y nuevamente en forma gradual vuelven a areniscas limosas de color verdusco.

De 27.90 a 29.50 m. La misma litología que en el tramo 23.50 a 26.80 m.

De 29.50 a 37.80m. Se presenta una arenisca cuarcítica muy dura, similar a la detectada en el sondeo SN-3 en el nivel 33.70-44.00 m.

Esta roca se halla muy fracturada (RQD 10% a 20%). No se observa estratificación. Los planos de fracturas se hallan rellenos de una película de óxido de hierro.

Entre los 31.20 a 33.45 m. existe arenisca limosa de color verdusco con estratificación de alto ángulo de 70°-80° similar al nivel 23.50 a 26.80 m.

De 37.80 a 45.50 m. Se presentan limolitas gris azulinas muy homogéneas sin observarse estratificación. La roca en este nivel se halla sana (RQD 70%).

6. RESULTADOS DE LAS PERFORACIONES

La cubierta fluvio-lacustre es similar en sus características físicas, texturales en los 4 sondeos, existiendo una tendencia a aumentar el tamaño y la concentración de los bolones en profundidad, o sea, cerca del contacto con la roca. Como resultado de esta tendencia, se ha obtenido un mayor porcentaje de recuperación en razón de que se cortaron bolones grandes con una total pérdida de agua de circulación, lo que se interpreta como un nivel más permeable y limpio, con bajo contenido de matriz arcillosa.

Por el contrario, en los niveles superiores la recuperación ha sido mas baja debido a un mayor porcentaje de matriz, poco consolidada o susceptible de ser fácilmente disgregada por el agua de circulación; en donde se la ha observado.

El espesor registrado en estos 4 sondeos es variable (10.80 m. en el SN-1, 16.80 m. en el SN-2, 33.70 m. en el SN-3 y 23.50 en el SN-4), indicando claramente que cuanto mas nos alejamos del actual cauce hacia el Sur, el espesor del relleno cuaternario es mayor; a su vez que la superficie



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

8

rocosa declina o se hunde, formando un antiguo valle (paleo canal), confirmando esta disposición en el estudio anterior efectuado en 1986 por GEOBOL.

Es cuanto a la roca de basamento, esta se halla constituida por limolitas duras de color gris azulinas en los sondeos SN-1 y SN-2 y por areniscas cuarcíticas, areniscas y limolitas en los sondeos SN-3 y SN-4.

Con respecto al grado de fracturamiento de la roca podemos notar que en los sondeos SN-1 y SN-2 la roca se encuentra poco fracturada, o sea, es de regular a buena calidad según el "Índice de calidad de la Roca" de Stagg y Sienkiewicz; siendo su RQD promedio de 75%. En cambio en los sondeos SN-3 y SN-4 la roca está más fracturada, o sea, roca de mala calidad, especialmente en el Sondeo SN-3 cuyo RQD promedio es de 22%.

Relacionando con el trabajo del año 86; es notoria el similar grado de fracturamiento que existe entre los sondeos 1, 2 y 3 efectuado en 1986 con los sondeos SN-1 y SN-2 efectuados en 1989. Estos 5 sondeos se hallan reunidos a una distancia máxima de unos 100 m. del borde de la margen izquierda del Río Santa Ana; mientras que los más alejados como el Sondeo No. 4 del 86, los sondeos 3 y 4 del 89 tienen una calidad de roca más mala, o sea, roca más fracturada.

Esta situación induce a pensar, como ya se indicó en el primer trabajo, que más hacia el Sur podría existir una zona de fallamiento o de perturbación, lo que ocasionó un mayor fracturamiento de la roca.

Con referencia al plano de la superficie rocosa, determinada según los sondeos de perforación, a través de los perfiles es muy similar al definido por el estudio geofísico, existiendo un desplazamiento entre ambas en un promedio de unos 6 m. en sentido vertical.

Este desfase deberá ser reajustado por la geofísica a lo determinado por los sondeos, ya que en todo caso esta última técnica define más preciso y objetivamente los contactos.

7. ENSAYOS

Estos ensayos realizados in situ, se han efectuado en los 4 sondeos, a fin de conocer el grado de admisión de agua en el subsuelo. En los materiales no consolidados (suelos), se ha utilizado el método LeFranc (por gravedad, sin presión) y para los materiales consolidados (rocas), el método Lugeon con simple packer utilizando presiones de 50 a 75 PSI o sea, 3.5 y 5.2 Kg./cm².



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

9

En total se han realizado 17 pruebas, correspondiendo 16 a ensayos en suelos y 3 ensayos en roca.

Con este trabajo de campo y utilizando fórmulas apropiadas, se ha podido determinar la permeabilidad (K) a diferentes niveles y que se muestran en el cuadro resumen de ensayos de permeabilidad (Anexo 3).

7.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PERMEABILIDAD

La permeabilidad del material fluvio-lacustre es de $k=1.0 \times 10^{-2}$ a 1.0×10^{-3} cm/seg. o sea, una permeabilidad media a alta y para la roca es de $k=1.0 \times 10^{-2}$ a 1.0×10^{-3} cm/seg. o sea, una permeabilidad baja.

Estos valores han resultado ser iguales a los que se han obtenido en el estudio de 1986.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del estudio de perforaciones se puede concluir lo siguiente:

-El material fluvio-lacustre, presente en los 4 sondeos, tiene un espesor variable que va de los 10.90 m. en el sondeo SN-1 a los 33.70 m. en el sondeo SN-3, pasando por 23.50 m. en el SN-4 y 16.80 m. en el SN-2.

Este sedimento es medianamente compacto, con una matriz arcillosa plástica abundante, la misma que fue lavada por el fluido de perforación, dando como resultado una recuperación baja, del orden del 60%.

-El espesor del material fluvio-lacustre aumenta hacia el Sud, dando la pauta de la existencia de un paleocanal.

-En general el mayor porcentaje de bolones se encuentra hacia la base, cerca del contacto con la roca, dando como resultado un porcentaje de recuperación más alto.

-La roca de basamento, está constituida en los sondeos SN-1 y SN-2, por limolitas gris azulinas relativamente sanas, (ROD medio 75%) en cambio en los sondeos SN-3 y SN-4 se han encontrado areniscas, cuarcíticas, limolitas y areniscas en general bien fracturadas (ROD medio 38%).

-La recuperación de material cuaternario (fluvio-lacustre) fue de 57%, mientras que en la roca subió a 92%.

-El ROD promedio de la roca es de 60% que según Stagg y Sienkiewicz se califica como de Regular calidad.



SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

10

-Se han realizado 19 pruebas de permeabilidad (16 por caída libre, 3 por presión.)

Los valores de K en los sedimentos cuaternarios, varía entre 1.0×10^{-2} a 1.0×10^{-3} cm/seg, o sea, permeabilidad alta a media mientras que en la roca varía de 1.0×10^{-3} a 1.0×10^{-6} cm/seg., es decir, permeabilidad media a baja.

Con esta conclusión, se recomienda realizar mayores estudios en lo que respecta al material cuaternario fluvio-glacial, que seguramente producirá flujos del agua embalsada.

Estos trabajos podrían ser de impermeabilización a lo largo del contacto con el espejo de agua.

También durante el proceso de construcción, se deberán tomar decisiones para realizar trabajos, según se vaya viendo el comportamiento de suelos y rocas en la excavación.

Finalmente, como en esta etapa es difícil predecir el comportamiento del suelo y roca cuando ya exista agua embalsada; aún se tendrán que resolver problemas cuando ya esté construida la presa.

Tarija, Septiembre de 1987

FIGURA 2a

SANTA ANA

PERFIL LITOLÓGICO Y DE PERMEABILIDAD NORTE-SUD

ESC. V. 1:500
H. 1:1000

Tarjito, IX-89

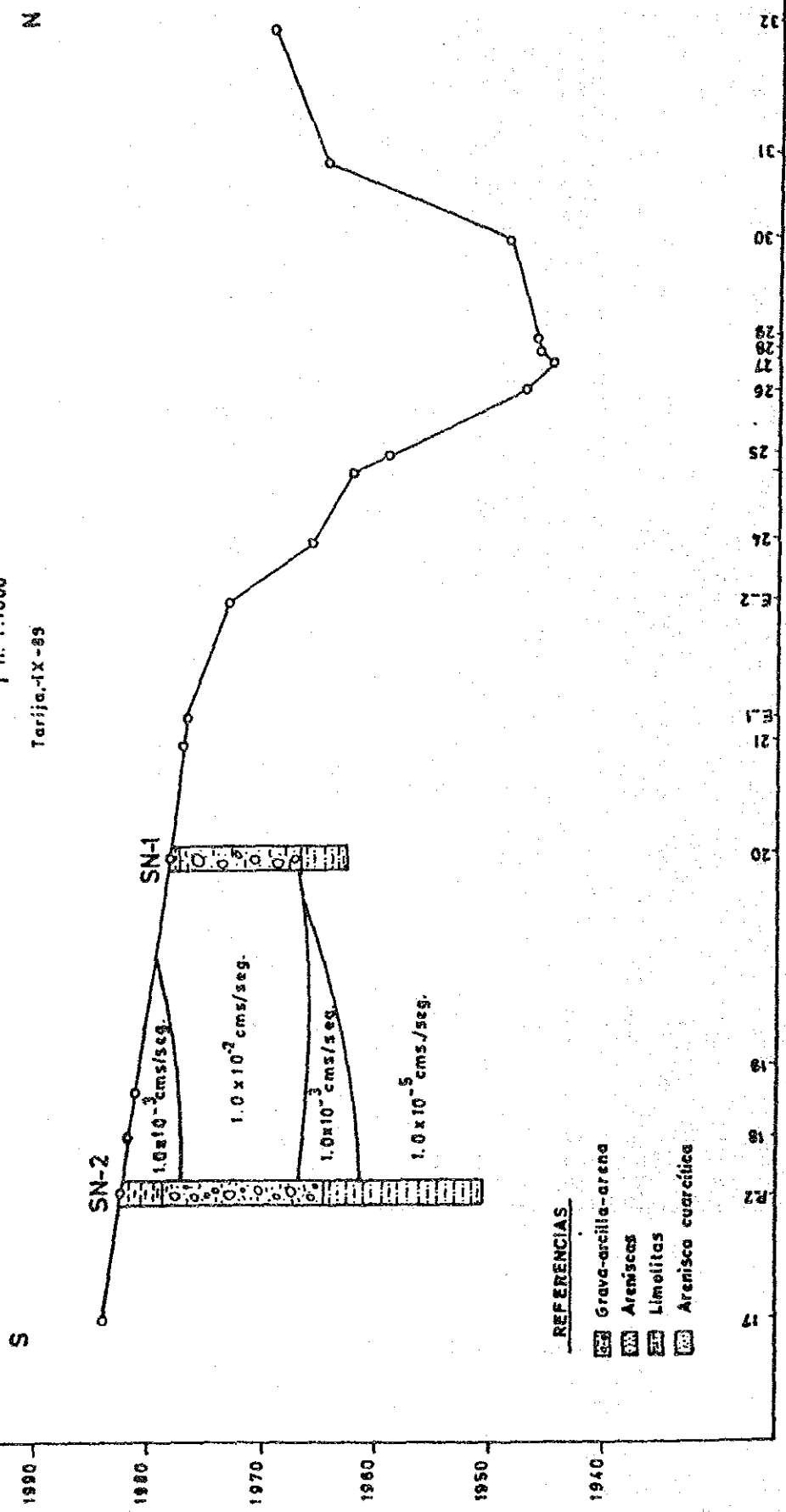


FIGURA 2b

SANTA ANA

PERFIL LITOLÓGICO Y DE PERMEABILIDAD NW-SE

ESC. V. = 1:500
H. = 1:1000

Zanja - IX-89

SE

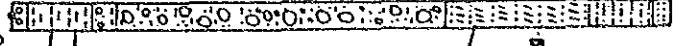
NW

- Grava-arcilla-arena
- Areniscas
- Limonitas
- Arenisca cuarcítica

SN-4



SN-3



1.0×10^{-2} cms/seg.

1.0×10^{-3} cms/seg.

1.0×10^{-5} cms/seg.

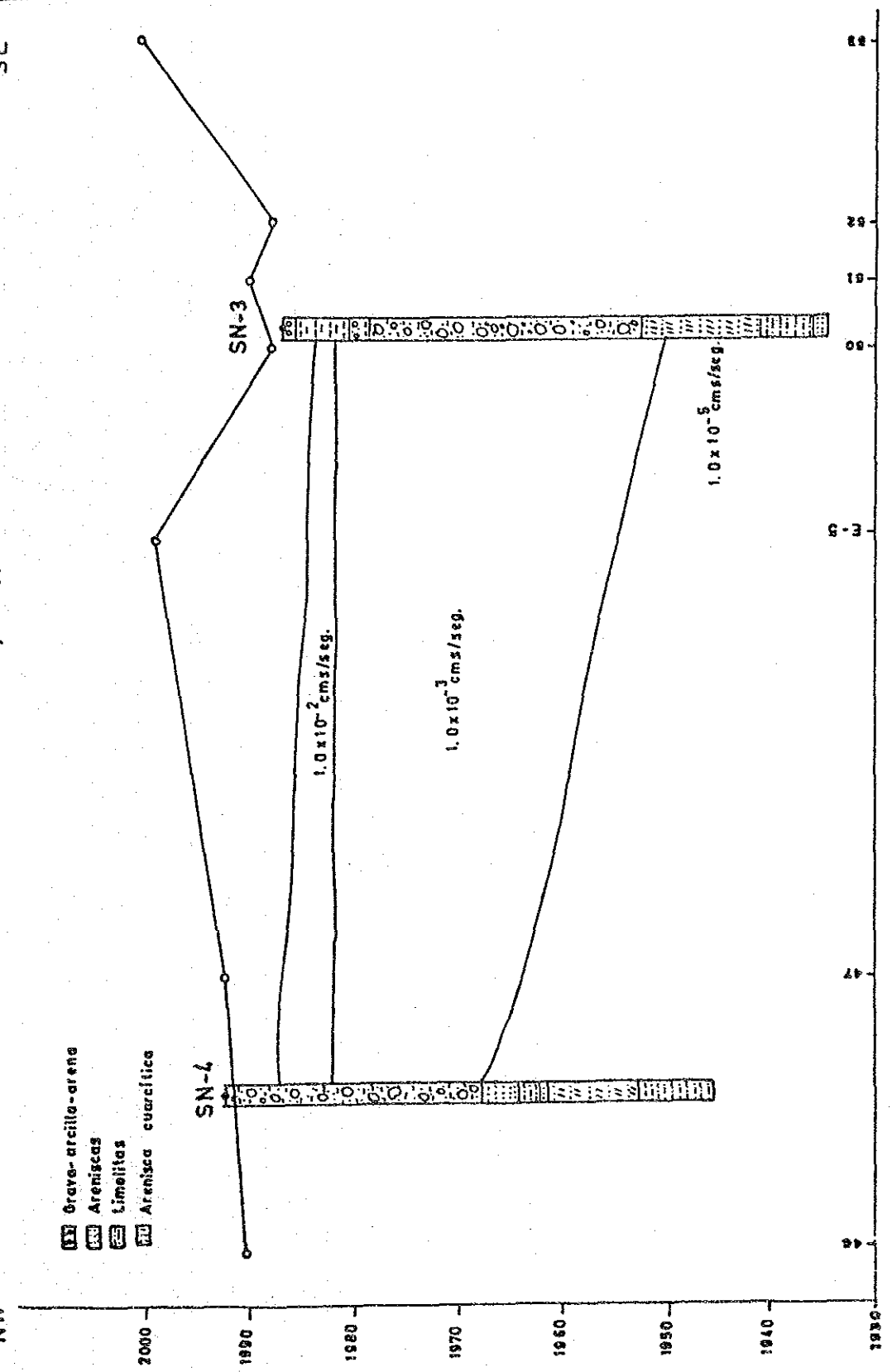


FIGURA 3

CUADRO ESTADISTICO DE SONDEOS

SONDEO No	UBICACION	INCLINACION	PROFUND. FINAL (M)	PROFUND. ROCA (M)	COTA BOCA POZO (M.S.N.M.)	NUMERO DE ENSAYOS DE PERMEAB.	K PROMEDIO SUELOS	K PROMEDIO ROCA	% DE RECUPERACION	ROD. %
SN-1	Margen izquierda	90°	14.80	10.90	1978.466	2	5.0×10^{-2}	---	S:70 R:93	61
SN-2	Margen izquierda	90°	30.10	16.80	1982.480	6	2.5×10^{-3}	7.6×10^{-6}	S:59 R:100	95
SN-3	Quebradas	90°	50.10	33.70	1987.620	7	8.7×10^{-3}	1.8×10^{-5}	S:52 R:86	22
SN-4	Margen izquierda	90°	45.00	23.50	1995.090	4	7.8×10^{-3}	---	S:47 R:89	52

FIGURA Anexo 1b PROYECTO SAIHA AVA REGISTRO GEOTECNICO DE SONDEO N° POZO SM - 2

Ubicación		Objeto del estudio		Tipo de equipo		Inicio trabajo		Empresa				
Pozo		P.S. 19 - POZO SAIHA		DIAMANTINA		6 - 9 - 89		GEOBOL				
Profundidad		30.10 m.		PISTONES		Finaliz. Trst.		Ing. R. PELAEZ				
Inclinación		N.O.		GASOLINA		Cuenta de Part.		Sr. G. MARQUEZ				
Número		1982.480		—		Tiempo total de perforación		Ejecutado por				
						45 hrs. 16 min.		Ing. R. PELAEZ				
Cota	Profundidad	Esquema litológico	Nombre suelo y/o Rocas	Dureza	Color	R. Q. D. 20-40 60 80	DESCRIPCION	FIJASO DE PERMEABILIDAD de $k (cm/seg)$	Nivel	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Observaciones
1.865.40	3.30		Suelo Arenoso	Comarcita	Marrón		Arillo limoso de color marrón claro compacto, algo orgánico, seco, plástica.	0.25	0.25	44		
1.865.40	5.00		Sedimento Fluviolacustro	Comarcita	Marrón		Bolones y gravos constituidas por areniscas blanquecinas de grano medio y areniscas y limolitos de tos de grano fino, en una matriz de arena y limo.	1.00	1.00	23		
1.865.40	10.00		Limolitos	Comarcita	Marrón		Limolitos gris-azulinos sin estructuras, homogéneos soso.	2.00	2.00	48		
1.865.40	15.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			2.10	2.10	88		
1.865.40	20.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			2.15	2.15	70		
1.865.40	25.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			2.30	2.30	80		
1.865.40	30.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			2.20	2.20	80		
1.865.40	35.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			2.20	2.20	80		
1.865.40	40.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			2.00	2.00	100		
1.865.40	45.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			2.10	2.10	100		
1.865.40	50.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.15	1.15	100		
1.865.40	55.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.10	1.10	100		
1.865.40	60.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.20	1.20	100		
1.865.40	65.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.25	1.25	100		
1.865.40	70.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.20	1.20	100		
1.865.40	75.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.25	1.25	100		
1.865.40	80.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.20	1.20	100		
1.865.40	85.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.30	1.30	100		
1.865.40	90.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	95.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.30	1.30	100		
1.865.40	100.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	105.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	110.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	115.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	120.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	125.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	130.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	135.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	140.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	145.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	150.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	155.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	160.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	165.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	170.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	175.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	180.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	185.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	190.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	195.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	200.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	205.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	210.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	215.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	220.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	225.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	230.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	235.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	240.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	245.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	250.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	255.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	260.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	265.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	270.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	275.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	280.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	285.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	290.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	295.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	300.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	305.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	310.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	315.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	320.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	325.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	330.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	335.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	340.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	345.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	350.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	355.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	360.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	365.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	370.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	375.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	380.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	385.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	390.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	395.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	400.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	405.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	410.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	415.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	420.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	425.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	430.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	435.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	440.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	445.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	450.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	455.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	460.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	465.00		Limolitos	Comarcita	Marrón			1.40	1.40	100		
1.865.40	470.00		Limolitos	Com								

Ubicación	Objeto del estudio	Tipo de equipo	DIAMANTINA	Plomo	10-8-89	Empresa	GEOBOL
50,10	Presa Pozo Santa Ana	Tipo de bomba	PISTONES	Paraluz	14-9-89	Jefe de Ref.	Ing. R. PELAEZ
NQ	Altura de agua	Tipo de motor	CASOLINA	Puerto de Ref.	5 días	Realizaba	Sr. G. MARQUEZ
1.987,620	Nivel de agua	Nivel de agua		Puerto total de perforación	32 horas	Ejecutado por	Ing. R. PELAEZ

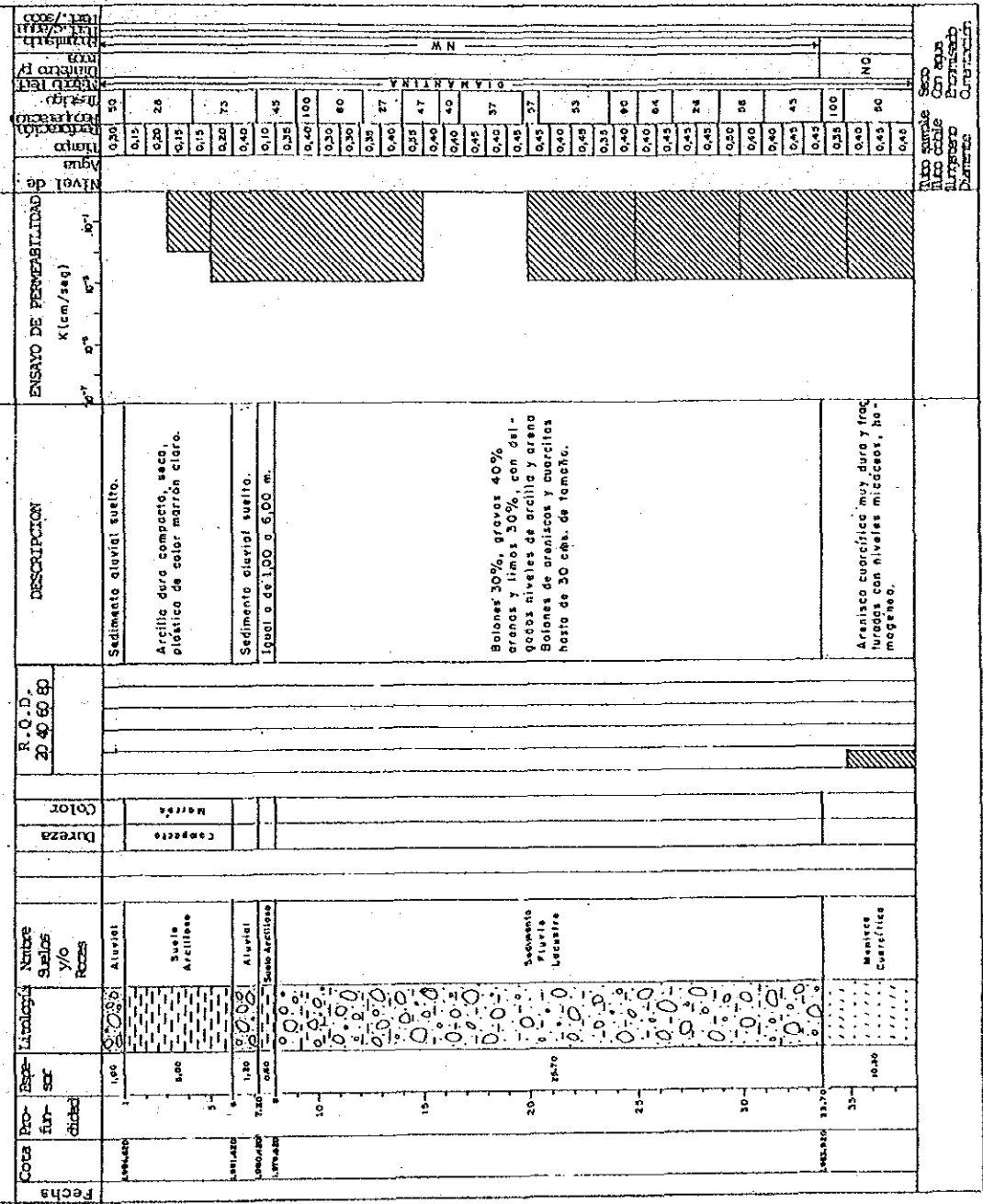


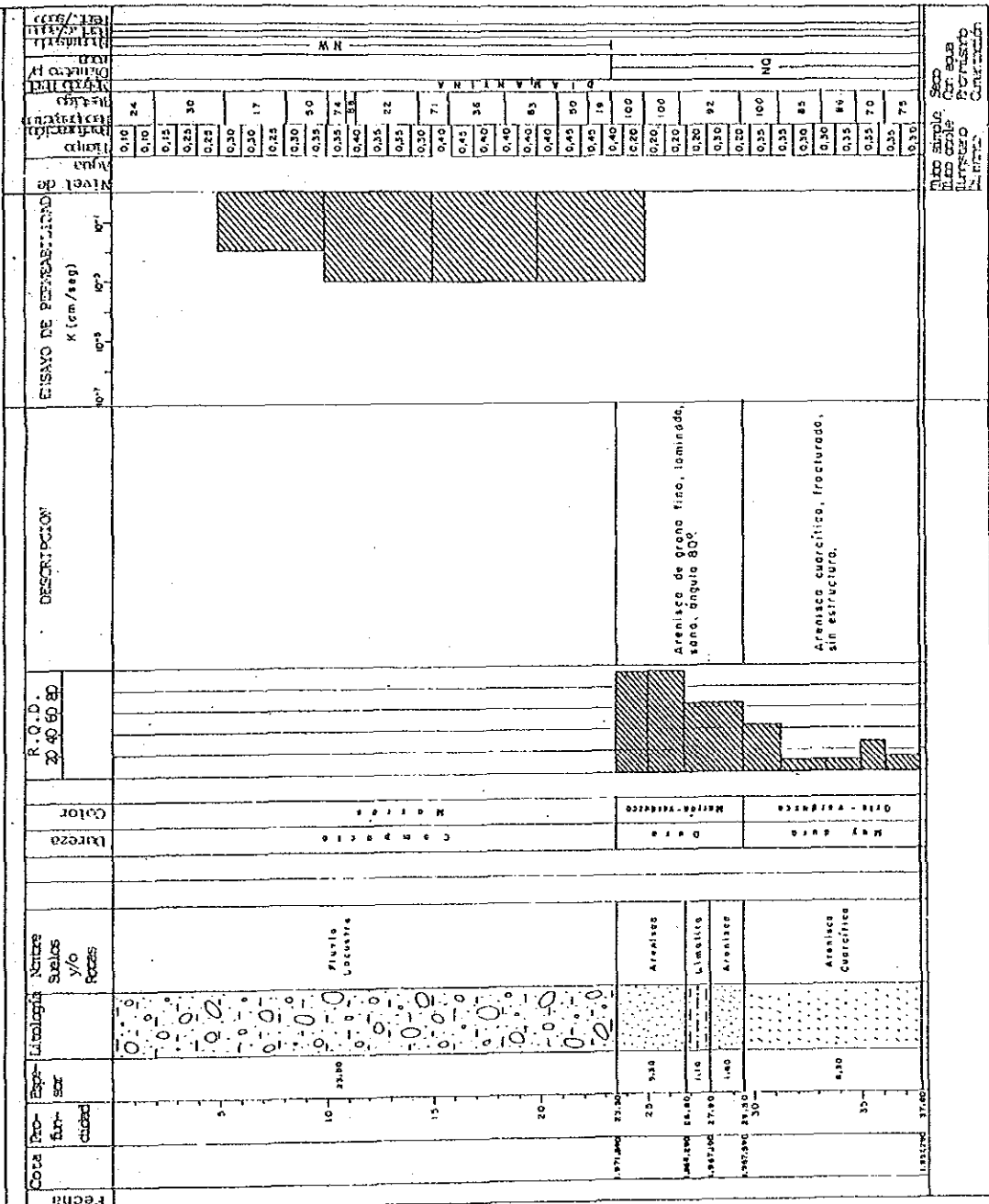
FIGURA Anexo 2c PROYECTO SANJA ANA R. LISTRO GEOTECNICO-DE SONDOS Nº POZO SN-3

Ubicación	Objeto del Estudio	Fecha de Ejecución	Profesor
50.10	Presión para el estudio	10-9-89	Ing. R. PELAEZ
Nº	Profundidad	14-9-89	Dr. G. MARQUEZ
1.987,620	90°	5 días	Ing. R. PELAEZ
	Nivel de agua	32 horas	

Cota	Profundidad	Estado	Descripción	ESAJO DE PENETRACION K (cm/seg)	ESAJO DE PENETRACION K (cm/seg)
40	10.30	Arenisca cuarcítica	Arenisca cuarcítica muy dura, muy fracturada, con niveles micocenos, sin estructura.	100	100
45	4.80	Limalita	Limalita de color gris-azulina, muy fracturada, dura.	100	100
48.60	1.30	Arenisca	Arenisca blanquecina, estéril, con estructura.	100	100
50.00					
55					
60					

Soil Sample
 No. 201
 Dr. G. Marquez
 Ing. R. Pelaez

Ubicación:	Objeto del Estudio	Diamantina	Plano Sectorial	15 - 9 - 89	Empresa	GEOBOL
Instalación	Presión para riego	PISTONES	Detalle	19 - 9 - 89	Jefe de Proj.	Ing. R. PELAEZ
Calentamiento	Lastrado vertical	GASOLINA	Campo de Perforación	4 días	Perforador	Sr. G. MARQUEZ
Profundidad	1.995,090		Nivel de agua	24 hrs. 25 min.	Supervisor Proj.	Ing. R. PELAEZ



ANEXO 3

RESUMEN
ENSAYOS DE PRUEBAS DE PERMEABILIDAD

SONDEO Nº 1	PERMEABILIDAD cms/seg.
Ensayo Nº 1 (G) de 0 - 5 m.	9.8×10^{-2}
Ensayo Nº 2 (G) de 6 - 11 m.	1.2×10^{-2}
SONDEO Nº 2	
Ensayo Nº 1 (G) de 2.50 - 5.00 m.	2.5×10^{-3}
Ensayo Nº 2 (G) de 5.00 - 10.00 m	1.5×10^{-2}
Nº 3 (G) de 10.00 - 15.00 m.	1.2×10^{-2}
Nº 4 (G) de 10.00 - 20.00 m.	5.8×10^{-3}
Nº 5 (P) de 20.00 - 25.00 (50-75-50)	5.4×10^{-6}
Nº 6 (P) de 20.00 - 30.00 (50-75-50)	9.8×10^{-6}
SONDEO Nº 3	
Ensayo Nº 1 (G) de 3.00 - 5.00 m.	3.0×10^{-2}
Nº 2 (G) de 5.00 - 10.00 m.	6.2×10^{-3}
Nº 3 (G) de 10.00 - 15.00 m.	4.5×10^{-3}
Nº 4 (G) de 20.00 - 25.00 m.	5.1×10^{-3}
Nº 5 (G) de 25.00 - 30.00 m.	3.9×10^{-3}
Nº 6 (G) de 30.00 - 35.00 m.	2.8×10^{-3}
Nº 7 (P) de 40.00 - 45.00 m. (50-75-50)	1.8×10^{-5}
SONDEO Nº 4	
Ensayo Nº 1 (G) de 5.00 - 10.00 m.	1.2×10^{-2}
Nº 2 (G) de 10.00 - 15.00 m.	8.9×10^{-3}
Nº 3 (G) de 10.00 - 20.00 m.	5.6×10^{-3}
Nº 4 (G) de 20.00 - 25.00 m.	4.8×10^{-3}

ANNEX D SOIL AND LAND USE

ANNEX D SOIL AND LAND USE

CONTENTS

	page
D.1 Soil	D- 1
1.1 Soil Survey	D- 1
1.2 Soil Profiles	D- 1
1.3 Results of Analysis	D- 15
D.2 Land Use	D- 15
2.1 Land Classification	D- 15

LIST OF TABLES

	page
Table D.1.1 Results of Analysis	D- 17
Table D.2.1 Standard for Land Classification	D- 23

LIST OF FIGURES

	page
Fig. D.1.1 Distribution of the Pits	D- 24
Fig. D.1.2 Soil Columnars	D- 25
Fig. D.2.1 Results Evaluated of Each Elements	D- 28
DESCRIPCION DE LOS SUELOS	D- 33

ANNEX D SOIL AND LAND USE

D.1 Soil

1.1 Soil Survey

In order to obtain the basic materials which contribute to adequate land use, the following soil survey was conducted.

- Field investigation for soil profiles and sampling of analysis
- Physical-chemical analysis

Distribution of the pits for investigation is as shown on Fig.

D.1.1

1.2 Soil Profiles

On 20 pits of soil profiles are as follows and their columnars are given in Fig. D.1.2.

Pit No.1

Soil series : Caldera Chico
Location : 1.1 km north of the Chaco bridge
Topography : hill, 6 percent slope, elevation 2034 m
Land use : waste land (grazing land)

- A : 0-5 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); weak subangular blocky; slightly sticky and slightly plastic (wet); dry; gradual wavy boundary.
- AC : 5-50 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); weathered parent rock.
- C : 50+ cm. Sandstone.

Pit No.2

Soil series : La Cruz
Location : 600 m east of the Chaco bridge
Topography : hill, flat, elevation 2013 m
Land use : waste land

- A1 : 0-4 cm. Strong brown (7.5 YR 4/6 dry) and dark brown (7.5 YR 3/3 moist); fine pore; slightly sticky and slightly plastic (wet); dry; diffuse boundary.
- A3 : 4-14 cm. Strong brown (7.5 YR 4/6 dry) and dark brown (7.5 YR 3/4 moist); few fine pore; sticky and plastic (wet); dry; diffuse boundary.
- B11ca : 14-29 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); cloudy mottle; sticky and plastic (wet); weak subangular blocky; diffuse boundary.

- B12ca : 29-39 cm. Hardpan.
- B21 : 39-54 cm. Yellowish brown (10 YR 5/6 dry) and strong brown (7.5 YR 5/6 moist); sticky and plastic (wet); clear wavy boundary.
- B22 : 54+ cm. Brownish yellow (10 YR 6/6 dry) and yellowish brown (10 YR 5/6 moist); slightly sticky and slightly plastic (wet); few cloudy iron mottle.

Pit No.3

Soil series : Ruiz
 Location : 450 m south west of the Chaco bridge
 Topography : high terrace, flat, elevation 1940 m
 Land use : fallow land

- A11 : 0-5 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); fine pore; gravelly, rounded gravel; sticky and plastic (wet); dry; wavy boundary.
- A12 : 5-10 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); very fine pore (around root); gravelly, rounded gravel; sticky and plastic (wet); dry; wavy boundary.
- C1 : 10-50 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and dark brown (7.5 YR 3/4 moist); dry; clear wavy boundary.
- IIA3b : 50+ cm. Dark brown (7.5 YR 4/2 dry) and black (7.5 YR 2/1 moist); a few moist.

Pit No.4

Soil series : Santa Ana
 Location : 600 m south of the Chaco bridge
 Topography : middle terrace, flat, elevation 1931 m
 Land use : cultivated land (garbanzo)

- Ap : 0-5 cm. Brown (7.5 YR 5/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); very fine pore (around root); gravelly, rounded gravel; dry; gradual wavy boundary.
- A2 : 5-40 cm. Dark brown (7.5 YR 3/3 moist); gravelly, rounded gravel; dry; diffuse boundary.
- C : 40+ cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 moist); gravelly and cobbly, rounded gravel; a few moist,; diffuse boundary.

Pit No.5

Soil series : La Cruz
 Location : 850 m south east of the Chaco bridge
 Topography : hill, flat, elevation 1991 m
 Land use : waste land

- A1 : 0-5 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 dry) and dark brown (7.5 YR 3/4 moist); very fine pore; slightly sticky and slightly plastic (wet); dry; diffuse boundary.
- A3 : 5-15 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 dry) and dark brown (7.5 YR 3/3 moist); moderate subangular blocky; slightly and slightly plastic (wet); dry; diffuse boundary.
- B21tca : 15-40 cm. Dark brown (7.5 YR 3.5/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); common fine mottle; moderate subangular blocky; sticky and plastic (wet); dry; clear wavy boundary.
- B22tca : 40+ cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); moderate subangular blocky; dry.

Pit No.6

Soil series : Ruiz
 Location : 550 m north of the Santa Ana Nueva
 Topography : hill, 6 percent slope, elevation 1962 m
 Land use : waste land

- A1 : 0-10 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 dry) and dark reddish brown (5 YR 3/3 moist); fine pore; slightly sticky and slightly plastic (wet); dry; gradual boundary.
- A3 : 10-35 cm. Dark brown (7.5 YR 4/3 dry) and dark reddish brown (5 YR 3/3 moist); very fine pore; weak subangular blocky; dry; gradual boundary.
- B21t : 35-40 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 dry) and dark reddish brown (5 YR 3/4 moist); moderate subangular blocky; dry; very gravelly, rounded gravel; dry; clear wavy boundary.
- B22tca : 40+ cm. Reddish brown (5 YR 4/4 dry) and yellowish red (5 YR 4/6 moist); common medium mottle in upper and pan in lower.

Pit No.7

Soil series : Santa Ana
 Location : 650 m north east of the Santa Ana Nueva
 Topography : alluvial land, flat, elevation 1907 m
 Land use : waste land

- A1 : 0-20 cm. Strong brown (7.5 YR 5/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); fine pore; slightly sticky and slightly plastic (wet); dry; clear wavy boundary.
- C1 : 20-33 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); coarse sandy and gravelly; very fine pore (around root); clear wavy boundary.
- C2 : 33+ cm. Stone.

Pit No.8

Soil series : Ruiz
Location : 900 m west of the Santa Ana Nueva
Topography : hill, 3 percent slope, elevation 1967 m
Land use : waste land

- A3 : 0-13 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); fine pore; sticky and plastic (wet); dry; clear wavy boundary.
- B1 : 13-31 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); common fine mottle in lower; dry; clear wavy boundary.
- B21tca : 31-61 cm. Strong brown (7.5 YR 5/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); many medium distinct mottle; diffuse boundary.
- B22tca : 61+ cm. Yellow (10 YR 7/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); sticky and plastic (wet); clear smooth boundary.

Pit No.9

Soil series : Bajial
Location : 2.5 km south west of the Santa Ana Nueva
Topography : hill, 4 percent slope, elevation 1901 m
Land use : cultivated land (maize)

- Ap : 0-7 cm. Dark brown (7.5 YR 4.5/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/3 moist); fine pore; sticky and plastic (wet); dry; aggre-gate; clear smooth boundary
- A1 : 7-20 cm. Brown (7.5 YR 5/4 dry) and dark brown (7.5 YR 3/3 moist); very fine pore (around root); coarse sandy; moderate angular blocky; diffuse boundary
- B1ca : 20-35 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); concretions in upper and pan in lower; clear wavy boundary.
- B2t : 35-50 cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); sticky and plastic (wet); diffuse boundary.
- C : 50+ cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); sticky and plastic (wet).

Pit No.10

Soil series : Cerro
Location : 3.6 km south west of the Santa Ana Nueva
Topography : hill, 2.5 percent slope, elevation 1912 m
Land use : waste land

- A1 : 0-10 cm. Strong brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5

YR 4/4 moist); weak sandy; clear smooth boundary.

- B1tca : 10-30 cm. Reddish yellow (7.5 YR 7/6 dry) and reddish brown (5 YR 4/4 moist); moderate angular blocky; few fine mottle; diffuse boundary.
- B2tca : 30-60 cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); concretions; clear wavy boundary.
- B3ca : 60-70 cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and yellowish red (5 YR 4/5 moist); concretions in upper and pan in lower.
- C : 70+ cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); sticky and plastic (wet).

Pit No.11

Soil series : Molino
Location : 2.8 km south of the Santa Ana Nueva
Topography : hill, flat, elevation 1892 m
Land use : waste land

- A1 : 0-12 cm. Dark yellowish brown (10 YR 4/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); gravelly, rounded gravel; dry; clear smooth boundary.
- Act : 12-37 cm. Light yellowish brown (10 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); moderate angular blocky; sticky and plastic (wet); dry; clear smooth boundary.
- C : 37+ cm. Very pale brown (10 YR 7/4 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); moist.

Pit No.12

Soil series : Molino
Location : 3.5 km north of the Santa Ana Vieja
Topography : hill, flat, elevation 1846 m
Land use : fallow land

- A1(Ap) : 0-5 cm. Light yellowish brown (10 YR 6/4 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/4 moist); gravelly, rounded gravel; clear smooth boundary.
- AB : 5-20 cm. Pale brown (10 YR 6/3 dry) and dark brown (10 YR 4/3 moist); weak angular blocky; clear wavy boundary.
- B21tca : 20-38 cm. Strong brown (7.5 YR 4/5 dry) and dark brown (7.5 YR 4/3 moist); common fine mottle; very few moist; diffuse boundary.
- B22ca : 38+ cm. Light yellowish (10 YR 6/4 dry) and strong brown (7.5 YR 4/6 moist); concretions.

Pit No.13

Soil series : Cerro
Location : 3.2 km north west of the Santa Ana Vieja
Topography : hill, 10 percent slope, elevation 1864 m
Land use : waste land (grazing land)

- A1 : 0-15 cm. Brown (10 YR 5/3 dry) and dark brown (10 YR 4/3 moist); moderate angular blocky; sticky and plastic (wet); few rounded gravel; clear wavy boundary.
- B1ca : 15-55 cm. Very pale brown (10 YR 7.3 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/4 moist); moderate angular blocky; few fine to medium mottle in upper and common medium mottle in lower; clear smooth boundary.
- B2t : 55+ cm. Very pale brown (10 YR 7/3 dry) and dark brown (10 YR 4/3 moist).

Pit No.14

Soil series : Santa Ana
Location : 3.0 km north east of the Santa Ana Vieja
Topography : low terrace, flat, elevation 1836 m
Land use : cultivated land (maize)

- Ap : 0-10 cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); moderate granular; sticky and slightly plastic (wet); dry; clear smooth boundary.
- A3 : 10-25 cm. Brown (7.5 YR 5/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/3 moist); weak granular; coarse sandy; clear wavy boundary.
- B2tca : 25-45 cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); moderate angular blocky; few fine distinct mottle in lower; diffuse boundary.
- B3ca : 45-65 cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); concretions; dry; clear smooth boundary.
- C : 65- cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/4 moist); moderate angular blocky.

Pit No.15

Soil series : Bajial
Location : 3.4 km north of the Santa Ana Vieja
Topography : high terrace, flat, elevation 1843 m
Land use : cultivated land (potato)

- Ap : 0-13 cm. Yellowish brown (10 YR 5/4 dry) and very dark gray brown (10 YR 3/2 moist); moderate granular; fine pore; sticky and plastic (wet); clear smooth boundary.

- A1 : 13-25 cm. Very dark gray brown (10 YR 3/2 moist); thin platy; few moist; sticky and plastic (wet); diffuse boundary.
- B11 : 25-90 cm. Dark yellowish brown (10 YR 3/2 moist); weak granular; few moist; clear wavy boundary.
- B12t : 90+ cm. Very dark brown (10 YR 2.5/2 moist); weak granular.

Pit No.16

Soil series : La Cruz
 Location : 1.3 km north of the Santa Ana Vieja
 Topography : hill, flat, elevation 1852 m
 Land use : waste land

- A2 : 0-4 cm. Yellowish brown (10 YR 5/4 moist); clear smooth boundary.
- B21 : 4-14 cm. Light brownish gray (10 YR 6/2 dry) and dark gray (2.5 YR 4.5/1 moist); moderate angular blocky; clear smooth boundary.
- B22tca : 14-34 cm. Light brownish gray (10 YR 6/2 dry) and dark gray (2.5 Y 4.5/1 moist); thin platy; common fine iron mottle in upper and common medium mottle; diffuse boundary.
- C1ca : 34-64 cm. Light gray (2.5 YR 7/2 moist); few moist; moderate angular blocky; common fine mottle; clear wavy boundary.
- C2ca : 64+ cm. Olive gray (5 Y 4/2 moist); few moist; moderate angular blocky; common fine distinct iron mottle (10 YR 6/8 and 10 R 3/6); gypsum (selenite).

Pit No.17

Soil series : La Pintada
 Location : 750 m north of the Santa Ana Vieja
 Topography : high terrace, flat, elevation 1829 m
 Land use : waste land

- A2 : 0-7 cm. Pale brown (10 YR 6/3 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/4 moist); fine pare; weak granular; clear smooth boundary.
- B1ca : 7-22 cm. Light reddish brown (2.5 YR 6/3 dry) and reddish brown (2.5 YR 4/4 moist); moderate angular blocky; concretions; clear wavy boundary.
- B2tca : 22-32 cm. Pale brown (10 YR 6/5 dry) and dark brown (10 YR 4/3 moist); moderate angular blocky; concretions and few iron mottle; clear wavy boundary.
- C1tca : 32-44 cm. Very dark gray brown (10 YR 3/2 dry) and dark brown (10 YR 3/3 moist); concretions; diffuse boundary.

C2tca : 44+ cm. Very dark gray (N 3/0 moist); moist; few fine mottle.

Pit No.18

Soil series : La Pintada
Location : 450 m south east of the Santa Ana Vieja
Topography : hill, flat, elevation 1832 m
Land use : residential land

A1 : 0-5 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 moist); moderate granular; fine pare; gravelly and cobbly; clear wavy boundary.

A2 : 5-20 cm. Strong brown (7.5 YR 4/6 moist); weak granular; fine pare; gravelly and cobbly; clear wavy boundary.

Btca : 20-42 cm. Dark brown (7.5 YR 3/4 moist); moderate angular blocky; very moist; common fine mottle; diffuse boundary.

BCca : 42+ cm. Dark yellowish brown (10 YR 3/4 moist); moderate angular blocky; moist; concretions.

Pit No.19

Soil series : Bajial
Location : 350 m south east of the Santa Ana Vieja
Topography : hill, flat, elevation 1820 m
Land use : waste land

A1 : 0-4 cm. Gray brown (10 YR 5/2 dry) and very dark brown (7.5 YR 2.5/2 moist); sticky and plastic (wet); weak granular; clear smooth boundary.

A2 : 4-8 cm. Gray brown (10 YR 5/2 dry) and very dark brown (7.5 YR 2.5/2 moist); slightly sticky and plastic (wet); weak granular; clear smooth boundary.

Btca : 8-13 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 dry) and brown (7.5 YR 5/4 moist); weak angular blocky; common medium distinct mottle; clear wavy boundary.

BCca : 13-50 cm. Dark brown (7.5 YR 5/3 dry) and brown (7.5 YR 4/3 moist); moderate angular blocky; very sticky and very plastic (wet); few fine mottle.

Pit No.20

Soil series : La Pintada
Location : 1.3 km south of the Santa Ana Vieja
Topography : hill, flat, elevation 1837 m
Land use : waste land

A1 : 0-5 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 moist); gravelly and cobbly; fine pare; clear smooth boundary.

- AB : 5-14 cm. Dark brown (7.5 YR 3/2 moist); gravelly and cobbly; very fine pore; diffuse boundary.
- B2t : 14-26 cm. Dark brown (7.5 YR 3.5/2 moist); moderate angular blocky; clear wavy boundary.
- C1ca : 26-49 cm. Concretions; clear wavy boundary.
- C2ca : 49-79 cm. Concretions; clear wavy boundary.
- C3ca : 79+ cm. Concretions.

Pit No.21

Location : 2.8 km south east of the bridge
 Topography : low terrace, flat, elevation 1900 m
 Land use : waste land (cultivated land)

- Ap : 0-26 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 moist); subangular blocky; common pore, fine and medium; slightly plastic; gradual smooth boundary.
- BC : 26-66 cm. Dark brown (7.5 YR 4/6 moist); subangular blocky; very sticky and very plastic (wet); common fine pore; gradual smooth boundary.
- C : 66-87 cm. Dark brown (7.5 YR 4/6 moist); massive; slightly sticky and slightly plastic (wet), very friable (moist), slightly hard (dry); gradual smooth boundary.
- 2C : 87-115 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 moist); moderate subangular blocky; sticky and very plastic (wet), firm (moist), hard (dry); very fine pores; gradual smooth boundary.
- 2C2 : 115-150 cm. Brown (7.5 YR 5/4 moist); massive; sticky and slightly plastic (wet), firm (moist), extremely hard (dry); fine pore; broken boundary.

Pit No.22

Location : 250 m south east of the Molino de Viente
 Topography : middle terrace, flat, elevation 1845 m
 Land use : cultivated land

- Ap : 0-22 cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/3 moist); sticky and slightly plastic (wet), very friable (moist), soft (dry); common pore; gradual smooth boundary.
- A : 22-68 cm. Brown (7.5 YR 5/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/3 moist); weak subangular blocky; slightly sticky and slightly plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine and fine pore; clear smooth boundary.

- 2C : 68-95 cm. Dark brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/6 moist); massive; slightly sticky and slightly plastic (wet), friable (moist), slightly hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- 2C2 : 95- 150+cm. Reddish yellow (7.5 YR 6/6 dry) and dark brown (7.5 YR 4/6 moist); sticky and slightly plastic (wet), friable (moist), soft (dry); common pore.

Pit No.23

Location : 550 m south east of the Santa Ana Nueva
 Topography : high terrace, 2 to 5 % slope
 Land use : waste land

- A : 0-19 cm. Strong brown (7.5 YR 5/8 dry) and dark brown (7.5 YR 3/4 moist); weak subangular blocky; slightly sticky and plastic (wet), friable (moist), slightly hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- Bwca : 19-39 cm. Dark brown (7.5 YR 4/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/6 moist); angular blocky; sticky and plastic (wet), friable (moist), very hard (dry); gradual smooth boundary.
- C : 39-83 cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and brown (7.5 YR 5/4 moist); moderate angular blocky; slightly sticky and plastic (wet), friable (moist), very hard (dry), gradual smooth boundary.
- Ahb1 : 83-112 cm. Light brown (7.5 YR 6/3 dry) and dark brown (7.5 YR 4/5 moist); massive; slightly sticky and slightly plastic (wet), firm (moist), extremely hard (dry); gradual smooth boundary.
- Ahb2 : 112-150 cm. Light brown (7.5 YR 6/4 dry) and dark brown (7.5 YR 4/6 moist); massive; slightly sticky and slightly plastic (wet), firm (moist), extremely hard (dry).

Pit No.24

Location : 400 m northeast of La Quebrada
 Topography : middle terrace, wavy
 Land use : grazing land

- A : 0-24 cm. Yellowish brown (10 YR 5/4 dry) and dark yellowish brown (10 YR 3/4 moist); weak angular blocky; slightly sticky and plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.

- Bw1 : 24-54 cm. Light yellowish brown (10 YR 6/4 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/4 moist); moderate medium angular blocky; sticky and slightly plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- Bw2 : 54- 98 cm. Yellowish brown (10 YR 5/4 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/6 moist); weak fine angular blocky; slightly sticky and very plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- C : 98-150+cm. Very pale brown (10 YR 7/4 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/6 moist); weak very fine subangular blocky; slightly sticky and plastic (wet), friable (moist), slightly hard (dry); common, very fine pore.

Pit No.25

Location : 550 m southeast of La Pintada school
 Topography : hill, wavy, elevation 1838 m
 Land use : cultivated land (grazing land)

- A : 0-24 cm. Very pale brown (10 YR 7/4 dry) and yellowish brown (10 YR 5/4 moist); weak fine crumb; slightly sticky and plastic (wet), very friable (moist), slightly hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- Bw1 : 24-46 cm. Brown (10 YR 5/3 dry) and brown (10 YR 4/3 moist); moderate medium subangular blocky; slightly sticky and plastic (wet), friable (moist), slightly hard (dry); common, very fine pore; wavy boundary.
- Bw2 : 46-99 cm. Dark brown (10 YR 3/3 dry) and very dark brown (10 YR 2/3 moist); moderate coarse angular blocky and plastic (wet), friable (moist), very hard (dry); few, very fine pore; gradual smooth boundary.
- Bw3 : 99-113 cm. Brown (7.5 YR 5/2 dry) and dark brown (7.5 YR 4/3 moist); moderate medium subangular blocky; sticky and plastic (wet), firm (moist), extremely hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- C : 113-150 cm. Brownish yellow (10 YR 6.5/6 dry) and brownish yellow (10 YR 6/6 moist); weak subangular blocky; slightly sticky (wet), friable (moist), extremely hard; common, very fine pore.

Pit No.26

Location : 1960 m southeast of La Pintada school

Topography : hill, wavy, elevation 1868 m
Land use : forest land

- A : 0-24 cm. Light gray (2.5 Y 7/1.5 dry) and grayish brown (2.5 Y 5/2 moist); weak fine crumb; slightly sticky and plastic (wet), friable (moist), slightly hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- AC : 24-51 cm. Grayish brown (2.5 Y 5/2 dry) and dark grayish brown (2.5 Y 4/2 moist); moderate, fine subangular blocky; sticky and very plastic (wet), firm (moist), very hard (dry); few pore; clear smooth boundary.
- Ahb1 : 51-83 cm. Olive brown (2.5 Y 4/5 dry) and very dark gray (2.5 Y 3/1 moist); strong medium subangular blocky; sticky and very plastic (wet), firm (moist), extremely hard (dry); common, very fine and fine pore; broken boundary.
- Ahb2 : 83-113 cm. Light brownish gray (2.5 Y 6/2 dry) and dark grayish brown (2.5 Y 4/2 moist); very sticky and very plastic (wet), firm (moist), extremely hard (dry); common, very fine pore.

Pit No.27

Location : 1.3 km southeast of Casa Real
Topography : hill, wavy, elevation 1845 m
Land use : waste land

- A : 0-20 cm. Yellowish red (5 YR 5/7 dry) and dark reddish gray (5 YR 4/2 moist); weak fine crumb; slightly sticky and slightly plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- AB : 20-45 cm. Yellowish red (5 YR 5/7 dry) and yellowish red (5 YR 5/6 moist); weak medium angular blocky; slightly sticky and plastic (wet), firm (moist), hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- C1 : 45-88 cm. Reddish brown (5 YR 4/4 dry) and dark reddish brown (5 YR 3/4 moist); weak medium angular blocky; nonsticky and slightly plastic (wet), very firm (moist), very hard (dry); few, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- C2 : 88-120+cm. Light reddish brown (5 YR 6/4 dry) and yellowish red (5 YR 4/6 moist); nonsticky and slightly plastic (wet), extremely firm (moist), extremely hard (dry); few, very fine pore.

Pit No.28

Location : 1.9 km northwest of Casa Real
Topography : terrace, wavy, elevation 1888m
Land use : cultivated land (maize)

- Ap : 0-15 cm. Light yellowish brown (10 YR 6/4 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/6 moist); weak fine crumb; slightly sticky and plastic (wet), friable (moist), slightly hard (dry); common, fine pore; diffuse smooth boundary.
- Bw1 : 15-30 cm. Brownish yellow (10 YR 6/6 dry) and dark yellowish brown (10 YR 3/4 moist); moderate medium subangular blocky; slightly sticky and plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- Bw2ca : 30-69 cm. Very pale brown (10 YR 7/5 dry) and yellowish brown (10 YR 5/5 moist); massive; sticky and slightly plastic (wet), friable (moist), hard (dry); few, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- Bw3 : 69-102 cm. Very pale brown (10 YR 7/5 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/6 moist); massive; nonsticky and slightly plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- BC : 102-119 cm. Yellow (10 YR 7/6 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/6 moist); massive; nonsticky and slightly plastic (wet), firm (moist), slightly hard (dry); few, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- C : 119-140+cm. Yellow (10 YR 7/6 dry) and yellowish brown (10 YR 5/6 moist); structureless; nonsticky and nonplastic (wet), loose (moist), soft (dry); many, medium pore.

Pit No.29

Location : 1.7 km southeast of Casa Real
Topography : terrace, flat
Land use : fallow land

- Ap : 0-20 cm. Brown (7.5 YR 5/5 dry) and brown (7.5 YR 4/4 moist); moderate medium subangular blocky; sticky and slightly plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- Bw1 : 20-41 cm. Pink (7.5 YR dry) and brown (7.5 YR 4/4 moist); strong medium angular blocky; sticky and slightly plastic (wet), firm (moist), very hard (dry); common, fine pore; diffuse smooth boundary.

- Bw2 : 41-74 cm. Light brown (7.5 Yr 6/5 dry) and brown (7.5 YR moist); strong medium subangular blocky; slightly sticky and slightly plastic (wet), very firm (moist), extremely hard (dry); fine pore; diffuse smooth boundary.
- BC : 74-113 cm. Pink (7.5 YR 7/4 dry) and brown (7.5 YR 4/4 moist); strong medium subangular blocky; slightly sticky and plastic (wet), firm (moist), very hard (dry); fine pore; diffuse smooth boundary.
- C : 113-140 cm. Strong brown (7.5 YR 5/6 dry) and brown (7.5 YR 5/4 moist); massive; sticky and plastic (wet); friable (moist), slightly hard (dry); many very fine pore.

Pit No.30

Location : 1.3 km south of Casa Real
 Topography : low terrace, flat, elevation 1840 m
 Land use : fallow land

- Ap : 0-25 cm. Very pale brown (10 YR 7/4 dry) and brown (10 YR 4/3 moist); weak fine subangular blocky; sticky and plastic (wet), friable (moist), very hard (dry); common, very fine pore; gradual smooth boundary.
- Bt1 : 25-53 cm. Very pale brown (10 YR 7/5 dry) and dark yellowish brown (10 YR 3/4 moist); weak fine subangular blocky; sticky and plastic (wet), firm (moist), very hard (dry); common, very fine pore; clear smooth boundary.
- Bt2 : 53-84 cm. Yellow (10 Yr 7/6 dry) and dark yellowish brown (10 YR 3/4 moist); weak fine subangular blocky; slightly sticky and slightly plastic (wet), firm (moist), very hard (dry); common, very fine pore; diffuse smooth boundary.
- C : 84-124 cm. Yellow (10 YR 7/7 dry) and dark yellowish brown (10 YR 4/4 moist); weak fine subangular blocky; slightly sticky and slightly plastic (wet), firm (moist), very hard (dry); many, fine pore.

Pit No.31

Location : 2.8 km southeast of La Pintada school
 Topography : hill, wavy, elevation 1863 m
 Land use : waste land

- A : 0-34 cm. Light yellowish brown (10 YR 6/4 dry) and Yellowish brown (10 YR 5/4 moist); weak fine crumb; sticky and plastic (wet), very friable (moist), soft (dry); common, very fine pore; clear smooth

boundary.

- Bw1 : 34-50 cm. Light yellowish brown (10 YR 6/5 dry) and brown (10 YR 5/3 moist); weak fine subangular blocky; slightly sticky and slightly plastic (wet), friable (moist), hard (dry); common, very fine pore; clear smooth boundary.
- Bw2 : 50-70 cm. Yellowish brown (10 YR 5/4 dry) and brown (10 YR 5/3 moist); weak fine angular blocky; sticky and plastic (wet), firm (moist), very hard (dry); common, very fine pore.
- 2C : 70+cm. Stoniness.

1.3 Results of Analysis

The results of analysis, sampling of each layer at pits, are shown on Table D.1.1.

The items of analysis are as follows;

- Texture
- Three phases
- Water content
- pH
- Electric conductivity (E.C.)
- Organic matter content (O.M.)
- Total nitrogen (T-N)
- Available phosphate (P)
- Exchangeable cation content (Ca, Mg, K, Na)
- Cation exchange capacity (C.E.C.)

D.2 Land Use

2.1 Land Classification

The land classification was made on following standard based on the USDA and FAO methods (as shown on Table D.2.1).

The area was classified with each elements evaluated (as shown on the Main Report). Results evaluated of each elements are as shown on Fig. D.2.1 and the features of each class are described as follows:

Class I : This class are defined as having almost no limiting factors for land-use. However, due to the possibility of drought damage for the upland type soils and of water damage caused by poor drainage for the lowland type soils and the low level of plant nutrients for both soils, no land corresponding to this class exists in the Area.

Class II : Since the limiting factors above mentioned would be somewhat overcome by use of adequate technology for supplying moisture and plant nutrients, the production of many kinds of crops such as common upland crops, vegetables and fruit trees as

well as grasses and forest could be possible.

Class III : Due to more severe limiting factors for crop production than the soils of class II, more careful and intensive technology would be required for the cultivation of common upland crops, vegetables and fruit trees to obtain reasonable yields.

Class IV : Because of extremely severe limiting factors, the kinds of crops for cultivation cannot be diverse but are strictly limited.

Class V : The corresponding land no has minimum limiting of class IV, the kinds of crops for cultivation cannot be diverse but are strictly limited.

Class VI : The land is almost completely unsuitable for farming and cultivation, having severe limiting factors.

Table D.1.1 Results of Analysis (1)

Pit No.	Depth (cm)	Color (moist)	Particle size (%)		Texture Class	Hardness (kg/cm ²)	Three phases (%)		Bulk density	Specific gravity	Water content (%)			
			Sand	Silt			Clay	Solid			Liquid	Gaseous	Satu-ration	Field capacity
1	0-5	7.5YR 4/4	69.0	21.0	10.0	-	-	-	-	-	32.8	13.7	6.5	
2	0-4	7.5YR 3/3	41.5	23.5	35.0	0.8	54.8	33.7	11.5	1.49	2.58	21.1	7.3	
	4-14	7.5YR 3/4	35.0	25.0	40.0	1.4	52.7	24.8	22.5	1.45	2.55	44.4	20.8	
	14-39	7.5YR 4/4	44.0	28.0	28.0	5.4	48.4	36.2	15.4	1.50	2.56	36.2	19.0	
	39-54	7.5YR 5/6	40.0	27.5	32.5	24.0	57.7	27.6	14.7	1.66	2.63	41.7	24.1	
54+	10YR 5/6	52.0	10.5	37.5	17.0	54.7	21.4	23.9	1.52	2.62	38.8	21.5	9.7	
3	0-5	7.5YR 3/4	67.0	17.5	15.5	2.2	46.8	21.7	31.5	1.29	2.63	27.6	12.6	7.0
	5-15	7.5YR 3/3	52.5	17.0	30.5	22.0	56.1	20.6	23.3	1.51	2.54	32.9	17.1	9.5
	15-40	7.5YR 4/4	49.5	20.0	30.5	38.0	43.9	25.2	30.9	1.30	2.67	38.4	21.4	11.3
	40+	7.5YR 4/6	42.5	19.5	38.0	63.0	58.2	17.8	24.0	1.53	2.51	34.6	17.6	7.9
4	0-5	7.5YR 4/4	60.0	19.5	20.5	2.6	51.1	20.4	28.5	1.48	2.65	29.0	12.0	6.2
	5-10	7.5YR 4/4	60.0	17.0	23.0	6.3	-	-	-	-	-	-	-	-
	10-50	7.5YR 3/4	62.5	13.5	24.0	22.0	58.2	15.6	26.2	1.55	2.53	31.2	11.2	8.7
	50+	7.5YR 2/1	61.5	15.5	23.0	-	47.9	23.8	28.3	1.29	2.60	29.7	15.4	8.7
5	0-5	7.5YR 4/4	75.0	11.0	14.0	1.0	47.8	24.1	28.1	1.42	2.66	26.8	6.8	5.4
	5-40	7.5YR 3/3	75.0	9.0	16.0	20.0	53.2	22.4	24.4	1.49	2.58	20.4	7.8	5.1
	40-65	7.5YR 4/4	65.0	16.5	18.5	63.0	52.5	19.6	27.9	1.47	2.58	25.0	6.8	5.0
	65+	7.5YR 4/4	70.0	14.0	16.0	85.0	54.1	22.8	23.1	1.54	2.60	26.0	9.1	5.9
6	0-10	5YR 3/3	67.5	19.0	13.5	4.0	52.2	21.3	26.5	1.51	2.64	24.9	8.0	5.0
	10-35	5YR 3/3	62.0	11.5	26.5	63.0	57.1	22.0	20.9	1.54	2.52	28.8	16.8	10.0
	35-40	5YR 3/4	43.5	7.5	49.0	20.0	66.3	16.0	17.7	1.53	2.31	50.1	27.0	18.8
	40+	5YR 4/6	43.5	10.0	46.5	63.0	57.7	19.8	22.5	-	2.33	28.6	27.5	17.0
7	0-13	7.5YR 4/4	51.0	23.0	26.0	10.0	58.6	14.9	26.5	1.46	2.48	49.1	15.9	8.0
	13-31	7.5YR 4/6	50.5	23.0	26.5	30.0	58.5	14.5	27.0	1.48	2.47	43.9	16.9	8.1
	31-61	7.5YR 4/6	56.5	27.5	16.0	120.0	51.1	22.6	26.3	1.39	2.64	34.9	12.9	6.4
	61+	7.5YR 4/6	56.5	22.5	21.0	120.0	64.8	22.0	13.2	1.69	2.53	36.4	17.0	7.9
8	0-7	7.5YR 4/3	52.0	24.5	23.5	4.7	50.8	23.0	26.2	1.43	2.59	36.6	15.6	7.5
	7-20	7.5YR 3/3	36.5	29.5	34.0	20.0	63.9	10.6	25.5	1.40	2.23	39.1	19.1	5.8
9	0-12	7.5YR 4/4	66.5	19.5	14.0	3.0	60.8	12.4	26.8	1.54	2.45	39.1	10.5	2.6
	12-37	7.5YR 4/4	39.5	34.0	26.5	180.0	-	-	-	-	-	38.6	21.4	7.7
	37+	7.5YR 4/6	72.5	20.0	7.9	180.0	-	-	-	-	-	29.7	9.7	3.4

Table D.1.1 Results of Analysis (2)

Pit No.	Depth (cm)	Color (moist)	Particle size (%)		Texture Class	Hardness (kg/cm ²)	Three Phases (%)			Bulk density	Specific gravity	Water content (%)			
			Sand	Silt			Clay	Solid	Liquid			Gaseous	Satu-ration	Field capacity	Wilting point
10	0-10	7.5YR 4/4	57.1	25.0	17.9	SL	2.6	60.2	24.3	15.5	1.61	2.51	27.0	10.8	5.1
	10-30	5YR 4/4	41.5	30.0	28.5	CL	12.0	52.3	25.3	22.4	1.42	2.50	36.8	21.9	11.8
	30-60	7.5YR 4/4	31.3	35.0	33.7	CL	17.0	65.5	7.8	26.7	1.48	2.31	43.7	24.4	14.3
12	0-10	7.5YR 4/4	26.5	45.0	28.5	CL	1.9	50.2	26.1	23.7	1.33	2.48	42.2	23.2	9.9
	10-25	7.5YR 4/3	16.5	45.0	38.5	S1CL	20.0	48.2	17.4	34.4	1.13	2.28	45.9	28.6	16.1
	25-45	7.5YR 4/4	39.0	30.0	31.0	CL	14.0	-	-	-	-	-	35.6	20.5	9.7
	45-65	7.5YR 4/4	46.5	30.0	23.5	L	14.0	-	-	-	-	-	34.0	13.5	5.2
	65+	7.5YR 4/4	23.5	42.5	34.0	CL	6.3	-	-	-	-	-	43.6	15.3	4.5
13	0-13	10YR 3/2	34.0	34.5	31.5	CL	0.8	55.6	23.0	21.4	1.46	2.24	43.5	11.1	2.9
	13-25	10YR 5/2	38.5	32.5	29.0	CL	4.0	63.6	24.1	12.3	1.56	2.37	38.0	24.4	12.9
	25-50	10YR 3/2	54.6	32.5	12.9	SCL	7.3	54.7	24.3	21.0	1.51	2.58	28.1	20.7	10.0
	90+	10YR 2.5/2	43.1	39.0	17.9	L	12.0	54.0	39.4	6.6	1.49	2.58	32.0	23.9	9.8
	14	0-15	10YR 4/3	39.6	40.0	20.4	L	4.0	-	-	-	-	-	37.0	31.1
15	15-55	10YR 4/4	29.5	63.0	7.5	S1L	8.5	-	-	-	-	-	47.5	39.6	16.9
	55+	10YR 4/3	36.6	35.5	27.9	CL	63.0	-	-	-	-	-	55.4	35.5	16.8
	0-7	10YR 4/4	46.5	42.5	11.0	L	4.8	-	-	-	-	-	30.1	20.1	7.2
16	7-22	2.5YR 4/4	53.5	33.0	13.5	SL	3.5	-	-	-	-	-	37.9	13.7	8.7
	22-32	10YR 4/3	18.5	55.5	26.0	S1L	30.0	-	-	-	-	-	53.0	21.1	13.4
	32-44	10YR 3/3	14.0	32.5	53.5	C	20.0	-	-	-	-	-	62.6	29.2	15.9
	44+	N 3/0	13.5	10.5	76.0	C	38.0	-	-	-	-	-	64.7	29.8	14.2
	0-8	7.5YR 2.5/2	36.0	30.5	33.5	CL	3.5	56.3	14.5	29.2	1.39	2.39	38.0	30.1	13.1
17	8-13	7.5YR 5/4	31.5	32.5	36.0	CL	6.3	-	-	-	-	-	39.3	30.7	15.4
	13-50	7.5YR 4/3	39.4	30.0	30.6	CL	180.0	-	-	-	-	-	39.3	30.9	11.7
	0-5	7.5YR 4/4	17.2	69.7	13.1	S1L	2.6	59.1	31.5	9.4	1.69	2.63	28.0	14.9	4.3
18	5-14	7.5YR 3/2	53.4	17.5	23.1	SCL	20.0	-	-	-	-	-	31.9	17.8	7.4
	14-26	7.5YR 3.5/2	53.9	20.5	25.6	SCL	38.0	-	-	-	-	-	33.6	17.8	4.5
	0-20	7.5YR 4/6	63.9	20.5	15.6	SL	2.8	50.6	20.9	28.5	1.45	2.62	31.0	17.2	7.4
	20-33	7.5YR 4/6	83.9	10.5	5.6	LS	5.0	-	-	-	-	-	23.3	8.8	2.2
	33+	10YR 4/4	86.9	7.5	5.6	LS	-	-	-	-	-	-	31.9	8.8	0.0
19	0-5	7.5YR 4/4	51.4	33.0	15.6	L	1.4	-	-	-	-	-	45.6	22.7	10.7
	5-20	7.5YR 4/6	51.9	30.0	18.1	L	4.0	-	-	-	-	-	59.2	23.7	11.3
	20-42	7.5YR 3/4	38.9	18.0	43.1	C	14.0	-	-	-	-	-	50.0	28.6	15.9
	42+	10YR 3/4	71.4	18.0	10.6	SL	63.0	-	-	-	-	-	40.0	14.6	5.0
20	0-4	10YR 5/4	51.9	30.0	18.1	L	20.0	-	-	-	-	-	33.8	25.6	12.4

Table D.1.1 Results of Analysis (3)

Pit No.	Depth (cm)	Color (moist)	Particle size (%)		Texture Class	Hardness (kg/cm ²)	Three Phases (%)		Bulk density	Specific gravity	Water content (%)	
			Sand	Silt			Clay	Solid			Liquid	Gaseous
21	0-26	7.5YR 4/4	22.8	30.3	47.0	-	-	-	1.38	2.14	28.1	15.6
	26-66	7.5YR 4/6	30.3	22.8	47.0	-	-	-	1.37	2.32	28.0	13.2
	66-87	7.5YR 4/6	61.5	6.5	32.0	SCL	-	-	1.40	2.42	18.2	7.2
	87-115	7.5YR 4/4	36.5	29.0	34.5	CL	-	-	-	-	-	-
	115-150	7.5YR 5/4	43.0	27.5	29.5	CL	-	-	-	-	-	-
22	0-22	7.5YR 4/3	70.5	17.5	12.0	SL	-	-	1.55	2.55	10.2	3.3
	22-68	7.5YR 4/3	51.8	28.8	19.5	L	-	-	1.53	2.52	12.4	7.2
	68-95	7.5YR 4/6	60.5	25.0	14.5	SL	-	-	1.48	2.62	11.2	3.4
	95-150	7.5YR 4/6	65.5	20.0	14.5	SL	-	-	-	-	-	-
	0-19	7.5YR 3/4	29.0	19.0	52.0	C	-	-	1.46	2.44	28.1	13.1
23	19-39	7.5YR 4/6	21.5	27.5	51.0	C	-	-	1.51	2.56	28.0	14.9
	39-83	7.5YR 5/4	15.5	76.3	8.3	SIL	-	-	1.40	2.35	26.2	13.3
	83-112	7.5YR 4/5	30.5	47.5	22.0	L	-	-	-	-	-	-
	112-150	7.5YR 4/6	13.0	52.2	34.5	SICL	-	-	-	-	-	-
	0-24	10YR 3/4	16.8	50.0	33.2	SICL	-	-	1.43	2.22	25.4	14.1
24	24-54	10YR 4/4	20.5	50.0	29.5	CL	-	-	1.25	2.25	32.6	15.9
	54-98	10YR 4/6	19.3	53.8	27.0	SIL	-	-	1.34	2.20	20.0	13.4
	98-150	10YR 4/6	35.5	40.8	24.5	L	-	-	-	-	-	-
	0-24	10YR 5/4	58.0	18.0	24.0	SCL	-	-	1.50	2.44	16.2	9.2
	24-46	10YR 4/3	61.8	17.5	20.7	SCL	-	-	1.35	2.49	14.2	8.3
25	46-99	10YR 2/3	40.5	13.8	46.7	C	-	-	1.34	2.28	25.0	13.5
	99-113	7.5YR 4/3	38.0	15.0	47.0	C	-	-	-	-	-	-
	113-150	10YR 6/6	38.0	18.8	43.2	C	-	-	-	-	-	-
	0-24	2.5YR 5/2	19.8	71.5	8.5	SIL	-	-	1.46	2.27	29.3	6.2
	24-51	2.5YR 4/2	17.3	74.3	8.5	SIL	-	-	1.45	2.42	30.2	8.3
26	51-83	2.5YR 3/1	12.3	26.8	61.0	C	-	-	1.32	2.27	27.3	12.2
	83-113	2.5YR 4/2	18.0	36.5	45.5	C	-	-	-	-	-	-
	0-20	5YR 4/2	44.3	39.0	16.8	L	-	-	1.42	2.42	21.4	9.7
27	20-45	5YR 5/6	51.8	34.0	14.3	L	-	-	1.43	2.26	20.4	10.7
	45-88	5YR 3/4	66.8	21.5	11.8	SL	-	-	-	-	-	-
	88-120	5YR 4/6	66.8	21.5	11.8	SL	-	-	-	-	-	-

Table D.1.1 Results of Analysis (4)

Pit No.	Depth (cm)	Color (moist)	Particle size (%)			Texture Class	Hardness (kg/cm ²)	Three phases (%)		Bulk density	Specific gravity	Water content (%)		
			Sand	Silt	Clay			Solid	Liquid			Gaseous	pF	0.3 capacity
28	0-15	10YR 4/6	54.3	24.0	21.8	SCL	-	-	-	1.40	2.30	16.4	8.9	7.5
	15-30	10YR 3/4	54.3	26.5	19.3	SL	-	-	-	1.54	2.44	11.4	6.0	5.4
	30-69	10YR 5/5	38.0	37.8	24.3	L	-	-	-	1.66	2.12	16.4	8.4	8.0
	69-102	10YR 4/6	41.8	36.5	21.8	L	-	-	-	-	-	-	-	-
	102-119	10YR 4/6	54.6	27.1	18.3	SL	-	-	-	-	-	-	-	-
	119-140	10YR 5/6	77.1	9.6	13.3	SL	-	-	-	-	-	-	-	-
29	0-20	7.5YR 4/4	53.4	18.4	28.3	SCL	-	-	-	1.42	2.35	18.0	10.6	7.4
	20-41	7.5YR 4/4	43.4	30.9	25.8	L	-	-	-	1.50	2.41	20.3	13.9	6.4
	41-74	7.5YR 4/5	42.1	32.1	25.8	L	-	-	-	1.49	2.40	19.2	11.9	7.2
	74-113	7.5YR 4/4	39.6	32.1	28.3	CL	-	-	-	1.51	2.50	23.1	10.8	12.2
	113-140	7.5YR 5/4	58.4	20.4	20.8	SCL	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0-25	10YR 4/3	25.9	43.4	30.8	CL	-	-	-	1.31	2.15	22.3	9.5	12.8
	25-53	10YR 3/4	29.3	44.6	25.8	L	-	-	-	1.51	2.65	21.2	13.3	7.9
	53-84	10YR 3/4	34.6	34.6	30.8	CL	-	-	-	1.42	2.18	20.3	11.7	10.2
	84-120	10YR 4/4	42.1	29.6	28.3	CL	-	-	-	1.61	2.17	-	9.1	11.2
31	0-34	10YR 5/4	49.3	31.5	19.3	L	-	-	-	1.52	2.39	22.1	8.6	13.4
	34-50	10YR 5/3	33.0	37.8	29.3	CL	-	-	-	1.44	2.26	19.4	7.1	12.3
	50-70	10YR 5/3	24.3	35.3	40.5	C	-	-	-	-	-	-	-	-

Table D.1.1 Results of Analysis (5)

Pit No.	Depth (cm)	pH	E.C. (μmho/cm)	O.M. (%)	T-N (%)	P (%)	O.C. (%)	Exchangeable cation (me/100g)		C.E.C. (me/100g)	Base saturation (%)		
								Ca	Mg				
1	0-5	6.1	0.06	2.44	0.12	4.0	1.41	4.4	1.6	0.20	1.2	7.6	103
2	0-4	8.1	0.34	0.73	0.04	3.0	0.42	19.7	4.1	0.25	2.5	12.4	47
	4-14	8.2	1.25	0.94	0.05	2.0	0.54	18.0	3.5	0.17	5.0	13.6	51
	14-39	8.0	1.47	0.23	0.01	1.3	0.13	11.5	5.8	0.50	5.0	12.0	53
	39-54	7.6	3.51	0.30	0.01	4.4	0.17	10.0	2.4	0.15	6.2	10.4	55
	54+	7.9	1.94	0.10	-	2.0	0.06	5.6	0.7	0.50	1.2	8.0	100
3	0-5	6.7	0.17	1.40	0.07	3.0	0.80	6.6	1.3	0.50	0.6	7.0	78
	5-15	7.8	0.19	0.94	0.05	2.8	0.54	8.0	2.0	0.40	0.6	8.0	73
	15-40	8.0	0.33	0.51	0.03	1.5	0.30	18.2	6.6	0.32	0.6	9.6	37
	40+	8.1	0.44	0.50	0.02	1.6	0.30	23.8	7.0	0.17	1.2	6.0	19
4	0-5	7.1	0.08	0.70	0.03	1.8	0.40	6.4	1.4	0.07	0.6	7.2	85
	5-10	7.0	0.05	0.73	0.04	2.0	0.42	8.6	2.0	0.05	1.2	11.5	97
	10-50	7.3	0.04	1.00	0.05	2.0	0.58	9.0	1.8	0.07	1.2	10.8	89
	50+	8.4	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	12.8	-
5	0-5	6.9	0.06	1.80	0.09	7.7	1.00	4.0	1.2	0.08	1.2	6.4	99
	5-40	7.2	0.04	0.90	0.04	2.1	0.52	4.8	0.5	0.03	1.8	6.4	90
	40-65	7.3	0.04	0.70	0.03	3.0	0.40	4.8	0.5	0.03	1.2	6.5	100
	65+	7.3	0.03	0.50	0.02	1.6	0.30	4.0	0.3	0.03	2.5	6.8	100
	0-10	6.0	0.04	1.30	0.06	2.6	0.80	2.8	0.6	0.15	2.5	6.0	99
6	10-35	6.5	0.06	1.20	0.06	3.0	0.76	7.0	2.8	0.75	5.0	15.5	100
	35-40	7.9	0.20	0.90	0.04	1.8	0.52	27.0	8.0	1.60	4.3	21.2	52
	40+	8.2	0.22	0.90	0.04	2.1	0.52	31.8	8.0	1.50	3.7	18.2	40
	0-13	8.0	0.14	1.20	0.06	3.6	0.70	34.0	4.8	0.22	1.2	12.4	31
7	13-31	8.0	0.20	0.60	0.03	1.6	0.35	30.5	4.0	0.13	2.5	10.2	28
	31-61	7.7	2.77	0.40	0.02	1.5	0.23	13.6	2.8	0.07	2.5	13.8	73
	61+	7.9	2.29	0.25	0.01	2.0	0.13	10.4	1.8	0.10	2.5	13.1	89
8	0-7	7.5	0.15	2.00	0.10	3.0	1.16	9.6	2.6	0.60	1.8	17.4	119
	7-20	7.0	0.45	3.50	0.18	8.1	2.00	15.1	3.0	0.15	1.8	19.6	98
9	0-12	8.2	0.12	0.80	0.04	2.3	0.50	14.4	2.6	0.07	1.2	7.2	39
	12-37	8.2	0.65	0.80	0.04	6.6	0.46	21.8	6.4	0.03	3.7	12.4	39
	37+	8.4	0.55	0.30	0.01	2.3	0.17	7.4	1.5	-	3.1	11.8	98

Table D.1.1.1 Results of Analysis (6)

Pit No.	Depth (cm)	pH	E.C. (mmho/cm)	O.M. (%)	T-N (%)	P (%)	O.C. (%)	Exchangeable cation (me/100g)			C.E.C. (me/100g)	Base saturation (%)	
								Ca	Mg	K			
10	0-10	8.3	0.10	0.40	0.02	1.9	0.23	32.6	6.5	0.02	2.5	10.8	26
	10-30	7.7	1.59	0.73	0.04	2.0	0.42	23.5	3.9	0.20	5.0	34.2	105
	30-60	8.0	0.61	0.50	0.02	3.0	0.30	17.6	4.4	0.20	3.7	13.8	53
12	0-10	7.6	0.27	1.70	0.09	6.6	1.00	15.0	3.0	0.55	4.0	20.4	90
	10-25	7.6	0.28	3.00	0.15	7.7	1.74	16.4	3.6	0.25	2.7	22.6	98
	25-45	8.1	0.18	0.50	0.03	7.0	0.35	14.2	2.0	0.10	1.2	16.8	96
	45-65	8.4	0.29	0.50	0.02	4.0	0.30	10.6	1.8	0.10	3.7	16.0	99
	65+	7.8	0.28	0.70	0.03	1.6	0.40	13.0	2.7	0.10	5.0	15.2	73
13	0-13	7.2	0.06	3.23	0.16	5.8	1.90	10.8	4.2	0.33	3.1	18.5	100
	13-25	7.2	0.10	1.70	0.08	3.0	0.98	8.2	4.2	0.17	2.5	16.8	111
	25-90	7.0	0.22	0.80	0.04	1.2	0.50	5.6	1.1	0.07	2.5	8.8	95
	90+	7.2	0.10	0.90	0.04	1.9	0.52	10.0	3.4	0.11	1.8	16.0	105
14	0-15	7.7	0.20	1.51	0.07	7.7	0.87	51.2	5.8	0.18	4.3	16.8	27
	15-55	7.9	3.45	0.40	0.02	4.0	0.23	42.0	8.8	0.10	11.2	20.5	33
	55+	7.9	3.49	0.25	0.01	1.5	0.13	23.8	5.0	0.15	13.1	42.0	100
15	0-7	8.6	0.10	0.70	0.03	2.0	0.41	15.6	2.6	0.25	1.2	19.6	100
	7-22	9.0	0.26	0.50	0.03	3.0	0.35	21.4	3.1	0.04	5.0	29.0	98
	22-32	7.8	2.90	0.73	0.04	3.6	0.42	20.2	5.5	0.14	7.5	33.3	100
	32-44	7.5	2.12	0.60	0.03	3.0	0.35	18.0	4.5	0.17	9.0	31.3	99
	44+	7.3	1.98	1.20	0.06	4.3	0.70	20.0	4.5	0.25	11.0	34.9	98
16	0-8	8.6	0.15	0.50	0.03	4.0	0.35	25.5	3.8	0.25	2.5	26.8	84
	8-13	8.3	2.06	0.20	0.01	3.0	0.12	22.0	1.8	0.30	8.7	32.0	98
	13-50	8.5	0.78	0.25	0.01	2.0	0.13	11.5	4.3	0.50	6.2	22.4	100
17	0-5	7.9	0.10	0.90	0.04	7.3	0.52	5.6	1.1	0.38	2.5	9.5	99
	5-14	8.2	0.12	1.40	0.07	2.3	0.80	35.0	5.0	0.10	1.2	17.6	43
	14-26	8.4	0.14	1.10	0.05	7.3	0.64	26.2	6.2	0.10	1.8	34.2	100
18	0-20	8.4	0.10	0.30	0.01	2.0	0.17	10.2	2.8	0.09	1.8	15.0	101
	20-33	8.5	0.06	0.10	-	1.6	0.06	6.0	1.3	0.02	1.2	9.5	112
	33+	8.1	0.04	0.10	-	1.2	0.06	7.0	3.2	0.02	1.2	11.4	100
19	0-5	6.7	0.22	4.50	0.23	40.0	2.70	10.7	2.1	1.25	3.7	17.7	100
	5-20	7.8	1.39	3.20	0.16	76.0	1.86	19.0	2.8	1.40	6.2	31.3	106
	20-42	7.8	2.89	0.94	0.05	3.6	0.54	39.5	7.6	0.23	8.7	17.4	31
	42+	8.0	2.36	0.30	0.01	3.6	0.17	36.5	8.3	0.20	7.5	13.2	25
20	0-4	7.7	3.15	0.40	0.02	2.5	0.23	13.0	3.5	0.09	6.2	22.6	99

Table D.1.1 Results of Analysis (7)

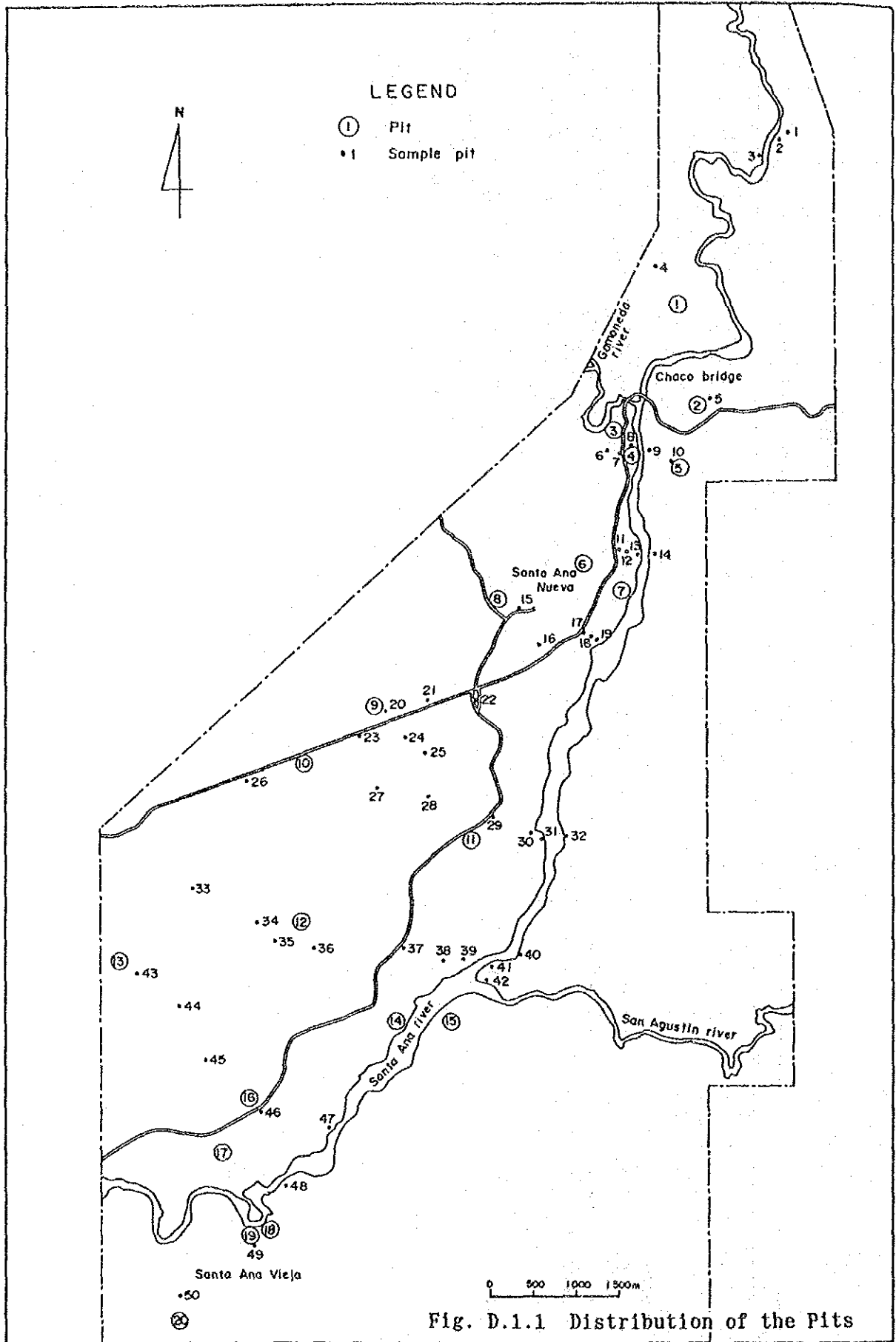
Pit No.	Depth (cm)	pH	E.C. (mmho/cm)	O.M. (%)	T-N (%)	P (%)	O.C. (%)	Exchangeable cation (me/100g)			C.E.C. (me/100g)	Base saturation (%)	
								Ca	Mg	K			Na
21	0-26	6.9	0.11	4.77	0.24	3.5	2.77	14.1	6.5	0.82	1.5	26.0	88
	26-56	6.9	0.07	1.99	0.10	1.0	1.16	12.8	5.0	0.43	1.4	24.8	83
	56-87	6.9	0.04	0.64	0.03	0.8	0.37	6.4	2.6	0.23	1.2	18.8	62
	87-115	6.9	0.05	-	-	-	-	10.1	4.7	0.26	1.5	20.4	81
	115-150	6.9	0.06	-	-	-	-	8.4	4.7	0.30	1.5	18.6	80
22	0-22	5.5	0.05	1.57	0.08	1.0	2.70	4.1	1.7	0.48	1.3	13.4	57
	22-58	6.0	0.02	0.99	0.05	0.8	0.57	6.2	2.1	0.48	1.8	16.8	63
	58-95	6.9	0.04	0.28	0.01	1.0	0.16	5.4	3.0	0.21	1.2	12.6	78
	95-150	7.3	0.08	-	-	-	-	5.0	3.4	0.25	1.2	13.4	73
	0-19	8.6	0.63	1.57	0.08	1.0	0.91	15.1	2.6	0.45	0.5	21.4	87
23	19-39	8.0	1.80	1.27	0.06	0.5	0.70	14.7	3.1	0.48	4.8	23.2	100
	39-83	7.6	3.87	0.21	0.01	0.8	0.12	15.5	3.4	0.43	5.1	24.5	100
	83-112	7.6	2.80	-	-	-	-	15.3	3.8	0.35	5.9	25.8	98
	112-150	7.6	2.41	-	-	-	-	14.8	3.9	0.40	6.5	26.6	96
	0-24	8.4	0.17	0.85	0.04	7.0	0.49	16.1	3.1	0.67	0.2	20.4	99
24	24-54	8.2	0.30	0.78	0.04	4.0	0.45	20.6	4.1	0.80	0.3	28.6	90
	54-98	8.2	0.19	0.64	0.03	3.0	0.37	17.4	3.6	0.87	0.2	22.2	100
	98-150	8.3	0.15	-	-	-	-	15.0	3.8	0.67	0.2	19.4	100
	0-24	8.5	0.12	0.64	0.03	1.0	0.37	11.9	3.4	0.30	0.2	16.0	99
	24-46	8.9	0.19	0.85	0.04	0.8	0.49	11.0	3.6	0.25	0.3	15.4	98
25	46-99	8.3	0.75	0.71	0.04	1.0	0.41	14.9	2.3	0.38	0.5	25.8	70
	99-113	8.6	0.75	-	-	-	-	13.8	2.8	0.42	0.6	20.4	86
	113-150	8.5	0.71	-	-	-	-	12.6	2.3	0.46	0.6	22.2	71
	0-24	7.4	1.93	0.64	0.04	3.0	0.37	20.2	5.1	0.35	0.2	26.3	99
	24-51	7.6	2.74	0.85	0.02	4.0	0.49	27.4	6.1	0.32	0.6	34.5	100
26	51-83	7.4	3.08	0.71	0.03	7.0	0.41	24.6	4.9	0.53	0.8	35.8	86
	83-113	7.1	1.96	-	-	-	-	22.8	3.8	0.45	0.7	29.0	95
	0-20	8.5	0.25	0.57	0.03	0.8	0.33	14.1	2.5	0.36	3.5	24.8	82
	20-45	7.7	2.99	0.28	0.02	0.8	0.16	14.3	2.2	0.43	4.4	21.4	99
	45-88	8.0	1.71	0.35	0.02	1.0	0.20	12.5	4.9	0.84	0.9	20.8	92
88-120	8.2	1.70	-	-	-	-	13.0	4.3	0.51	0.9	20.6	91	

Table D.1.1.1 Results of Analysis (8)

Pit No.	Depth (cm)	pH	E.C. (μmho/cm)	O.M. (%)	T-N (%)	P (%)	O.C. (%)	Exchangeable cation (me/100g)			C.E.C. (me/100g)	Base saturation (%)	
								Ca	Mg	Na			
28	0-15	7.9	0.13	1.57	0.08	4.0	0.91	11.6	3.9	0.46	0.21	16.8	96
	15-30	8.3	0.10	0.71	0.04	1.0	0.41	15.3	3.6	0.25	0.24	21.4	91
	30-69	9.0	0.36	0.36	0.02	0.8	0.21	11.8	2.4	0.33	0.45	16.8	89
	69-102	8.3	1.06	-	-	-	-	8.3	2.3	0.32	0.49	11.6	98
	102-119	8.6	0.73	-	-	-	-	7.1	1.4	0.28	0.51	12.6	74
119-140	8.3	0.56	-	-	-	-	4.5	1.2	0.19	0.41	8.8	71	
29	0-20	8.6	0.15	1.57	0.08	4.0	0.91	12.3	2.4	1.10	0.32	16.4	98
	20-41	9.1	0.69	0.71	0.04	1.0	0.41	13.6	2.4	0.87	0.55	21.8	80
	41-74	9.1	0.85	0.36	0.02	0.8	0.21	17.5	3.9	1.02	0.72	23.4	98
	74-113	8.4	1.41	-	-	-	-	13.5	3.8	0.84	0.87	22.6	84
	113-140	8.9	1.00	-	-	-	-	21.1	3.6	0.57	0.73	28.0	93
30	0-25	7.7	0.14	2.85	0.14	1.0	1.45	19.5	5.4	0.80	0.34	27.2	96
	25-53	7.6	0.06	1.92	0.10	0.8	1.11	17.2	3.7	0.43	0.26	22.2	95
	53-84	7.5	0.05	1.35	0.07	0.8	0.78	13.0	3.6	0.42	0.34	18.6	93
	84-120	7.5	0.05	-	-	-	-	14.8	3.3	0.38	0.32	19.6	95
31	0-34	8.9	0.23	0.35	0.02	0.8	0.20	14.9	3.5	0.23	0.34	19.3	99
	34-50	7.6	2.30	0.36	0.02	1.0	0.20	19.6	5.4	0.46	5.35	32.3	96
	50-70	7.5	3.40	0.36	0.02	0.8	0.20	16.9	5.4	0.46	5.88	33.3	86

Table D.2.1 Standard for land classification

Item	Class	I	II	III	IV	V	VI
Slope (%)		0 - 1	1 - 3	3 - 5	5 - 10		more than 10
Gravel diameter							
	0.2 - 7 cm	nothing or little	lower than 15 %	15 - 50 %	50 - 80 %		more than 80 %
	7 - 25 cm	nothing or little	lower than 10 %	10 - 30 %	30 - 50 %		more than 50 %
	more than 25 cm	nothing or little	2 - 5 %	5 - 10 %	10 - 15 %		more than 15 %
	rocks of surface	nothing or little	0.05 - 1 %	1 - 3 %	3 - 5 %		more than 5 %
Texture		moderately coarse-textured	medium-textured	moderately fine-textured	coarse and fine textured		gravel of more than 95 %
Effective soil depth (cm)		more than 90	90 - 50	50 - 30	30 - 20		lower than 20
Fertility							
- pH		6.5 - 7.5	7.5 - 8.5 6.5 - 6.0	6.0 - 5.5	5.5 - 5.0 more than 8.5		5.0 - 4.5 lower than 4.5
- Electric conductivity (mmho/cm)		lower than 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16		more than 16
- Organic matter content		3 - 5 %	3 - 1 %	lower than 1 %			
- Cation exchange capacity (me/100g)		more than 20	20 - 10	lower than 10			
Erosion							exclude the area where existes gully



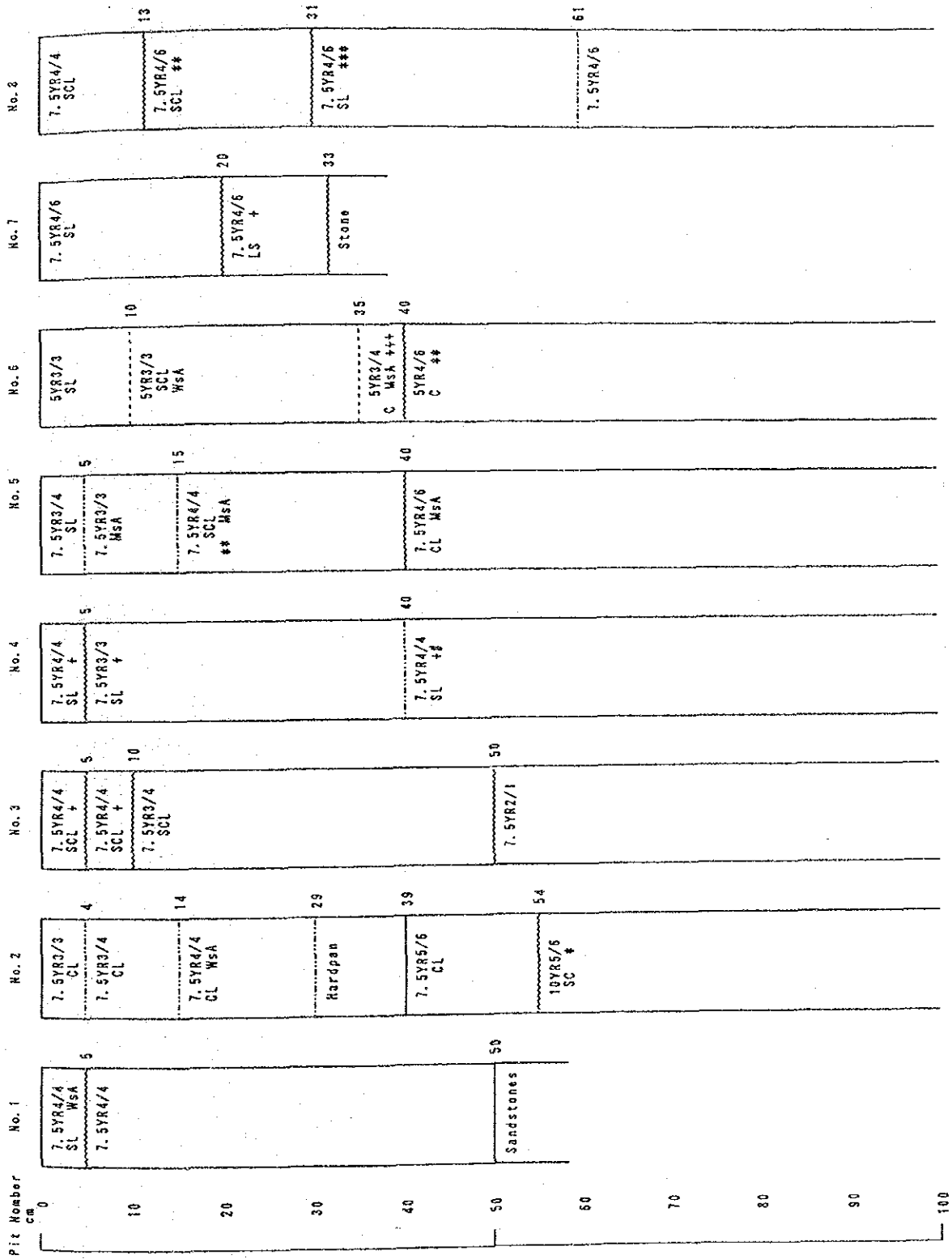


Fig. D.1.2 Soil Columnars (1)

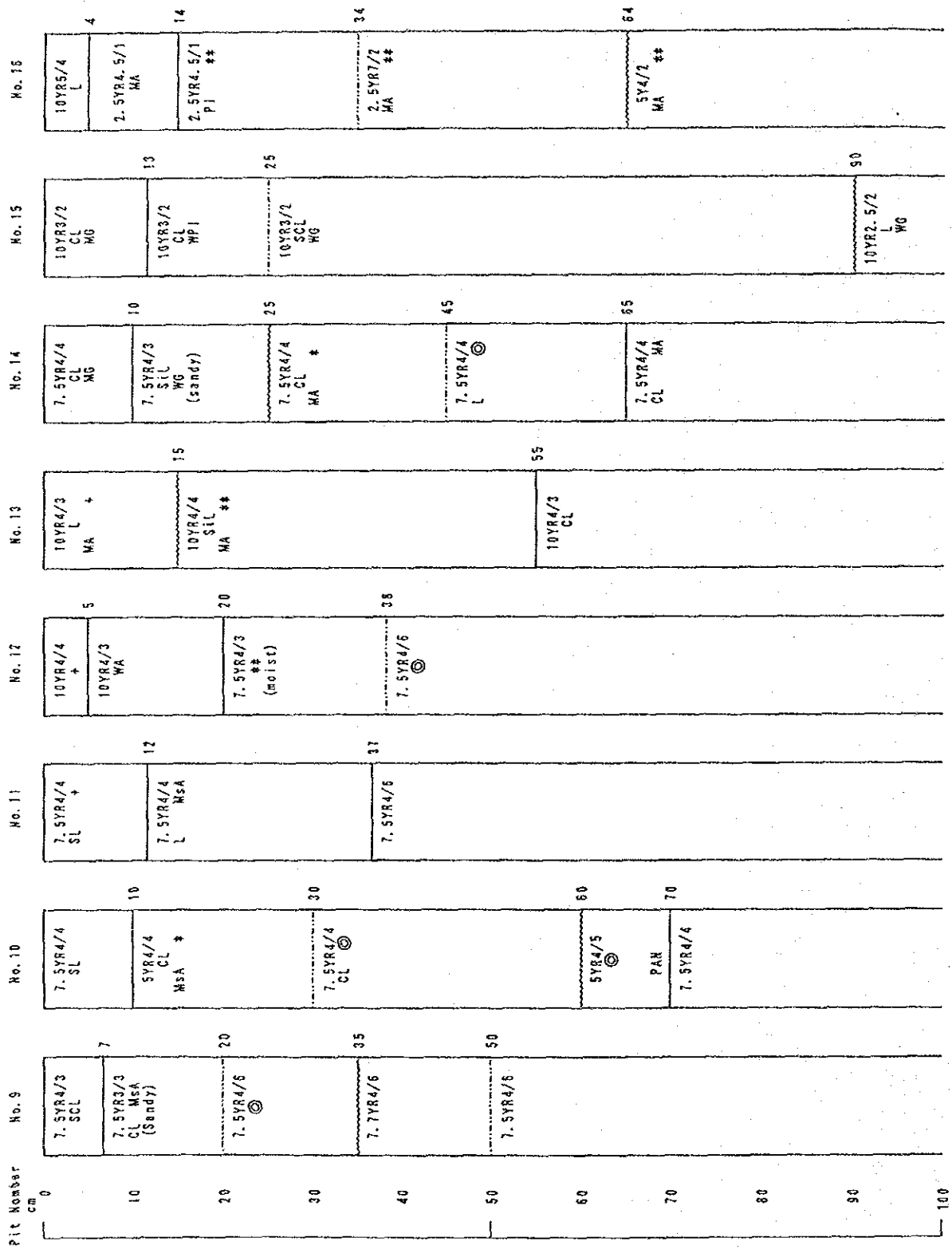


Fig. D.1.2 Soil Columnars (2)

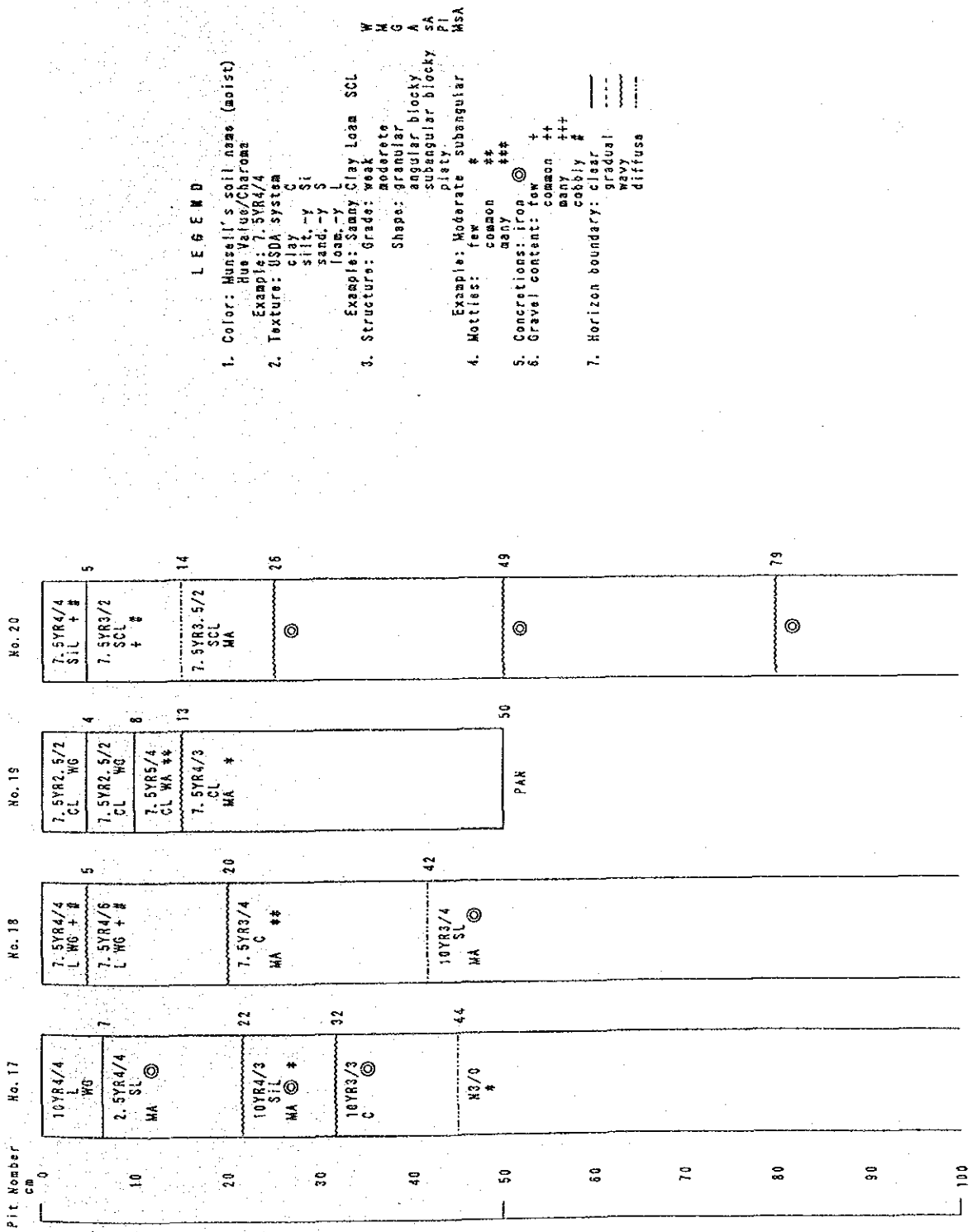
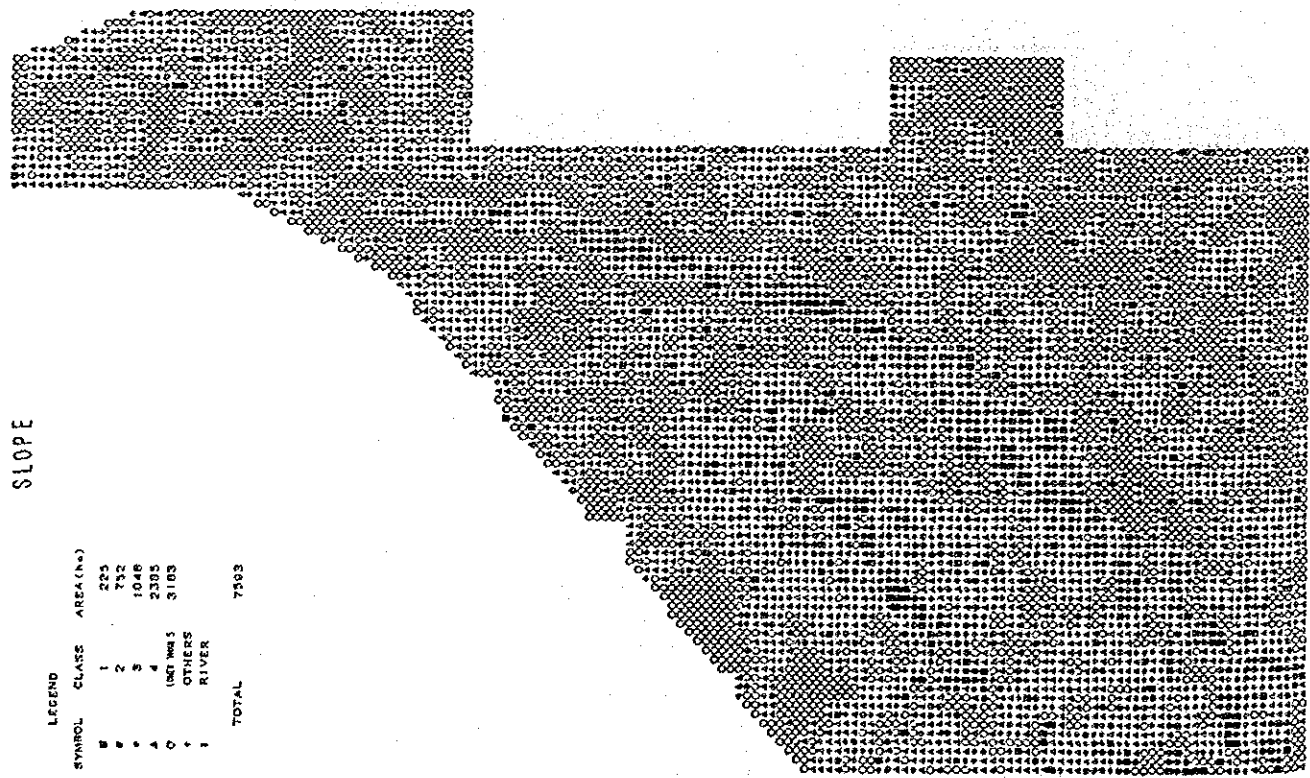


Fig. D.1.1.2 Soil Columnars (3)

GRAVEL

LEGEND

SYMBOL	CLASS
■	1
■	2
■	3
■	4
■	OTHERS
■	RIVER



SLOPE

LEGEND

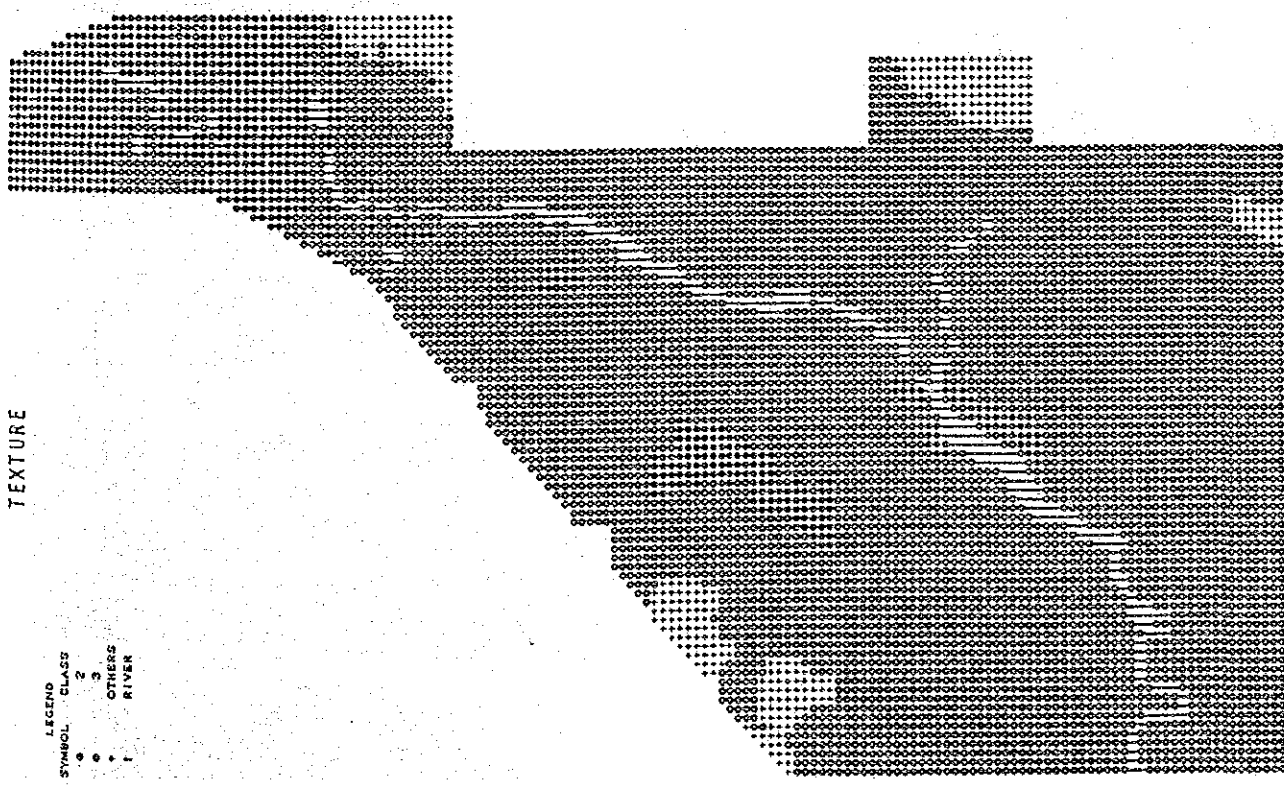
SYMBOL	CLASS	AREA (ha)
■	1	225
■	2	752
■	3	1048
■	4	2305
■	OTHERS	3103
■	RIVER	
TOTAL		7563

FIG. D.2.1. Results Evaluated of Each Elements (1)

TEXTURE

LEGEND

SYMBOL	CLASS
○	2
●	3
◐	4
◑	OTHERS
◒	RIVER



EFFECTIVE SOIL DEPTH

LEGEND

SYMBOL	CLASS
○	3
●	4
◐	OTHERS
◑	RIVER

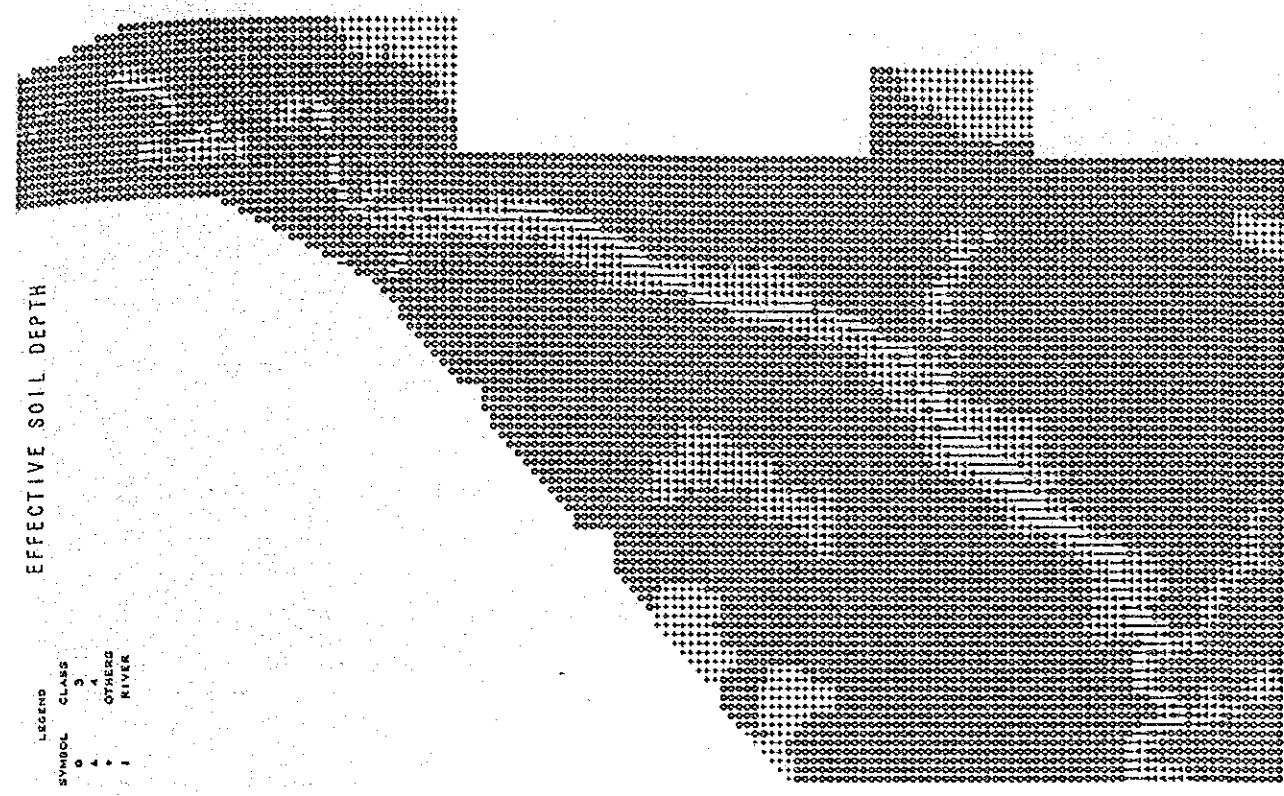


Fig. D.2.1 Results Evaluated of Each Elements (2)

EROSION

LEGEND

SYMBOL NO EROSION
 * GULLY
 + OTHERS
 I RIVER

FERTILITY

LEGEND

SYMBOL CLASS
 0
 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 OTHERS
 RIVER

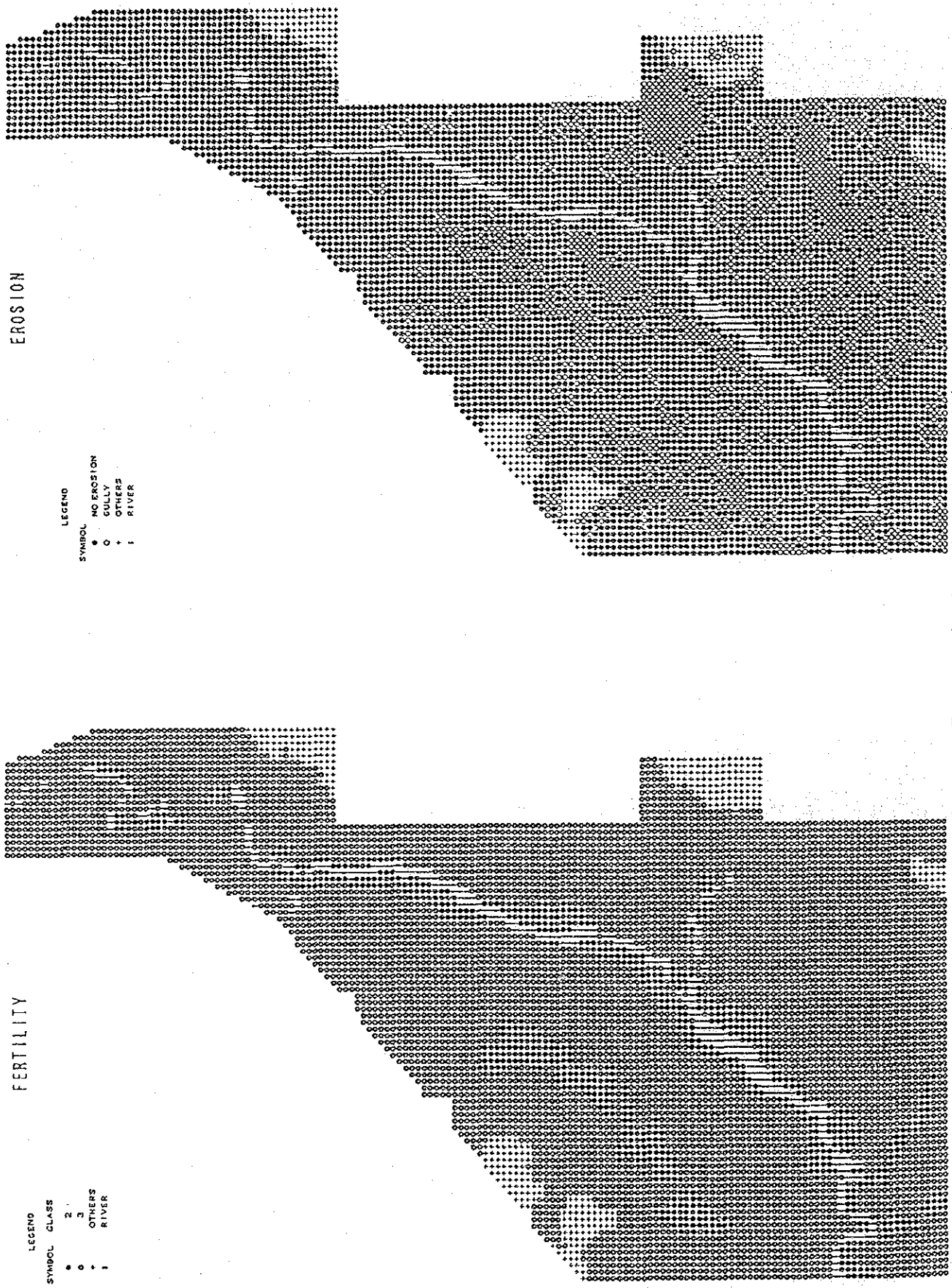


Fig. D.2.1 Results Evaluated of Each Elements (3)

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

En este capítulo se describirán las series de suelos y las unidades de mapeo del área.

En cada serie de suelos se describirá en forma detallada, las características físico-químicas y las diferencias en cuanto textura de la capa superficial, condición de drenaje, uso y manejo, para definir las fases de la serie.

Para obtener buena información de las unidades de mapeo y de la serie, es necesario, tener una descripción del perfil del suelo, o la, secuencia de horizontes desde la superficie hasta la roca u otro material subyacente; cada serie contiene dos descripciones: la primera contiene términos familiares para el agricultor, la segunda es más detallada y destinada para realizar estudios más profundos del suelo.

El perfil modal descrito para la serie es el representativo para cada unidad de mapeo, el mismo se halla indentificado por un nombre, en la leyenda descriptiva e indica su aptitud al regadío.

1. SERIE SANTA ANA

1.1 SERIE SANTA ANA

Son suelos formados por sedimentos aluviales provenientes de la cabecera de la cuenca, la vegetación natural está formada por matorrales y cultivos anuales y perennes.

Posee suelos moderadamente profundos a delgados, estos suelos están ubicados a la ribera de los ríos con pendiente suave a irregular.

El perfil representativo presenta un suelo de color pardo en seco y pardo oscuro en húmedo, textura franco arenoso con pequeñas diferencias en el subsuelo y subtrato.

El material subyacente constituido por disposiciones aglomeradas de grava, arena y piedras.

Las características físicas son propias de suelos de textura gruesa, la permeabilidad del suelo es alta con una infiltración promedio alto.

Estos valores confirman valores altos de la conductividad hidráulica, el contenido de humedad aprovechable es baja, la susceptibilidad a la erosión es alta.

Las características químicas es de una sección neutra en el suelo y suavemente alcalino subsuelo y subtrato, capacidad de intercambio catiónico bajo en todo el perfil; con alta saturación de bases, los cationes intercambiables de Calcio es moderado, magnesio daría de moderado a bajo, el potasio de alto a moderado, el sodio es bajo; con una fertilidad baja.

SAa: Santa Ana, franco arenoso, pendiente 1 - 2%

Suelos con pendiente suave, ubicados en las márgenes del río Santa Ana. Las áreas con largas interrupciones, mayormente por el proceso erosivo del río.

Son en general de textura franco arenoso en todo el perfil, casi homogéneo en el color presente aglomerados de grava, arena y piedras a los 1 mts. de profundidad.

Estos suelos actualmente son usados para cultivos hortícolas y perennes.

La clasificación con fines de riego de esta unidad de mapeo es 3sd y la leyenda descriptiva es:

$\frac{SA-M2C}{Babc-1}$

SAb: Santa Ana, franco arenoso, pendiente 1 - 2%

Con ondulaciones moderadas, son suelos que tienen las mismas características de la serie, son suelos delgados con 5 - 10% de piedras en la superficie.

Actualmente son utilizadas con cultivos hortícolas y terrenos con vegetación natural.

La clasificación con fines de riego de esta unidad de mapeo es 3st y la leyenda descriptiva es:

$\frac{SA-M2C}{Babc-1} G1$

1.2 TAXA ADJUNTA A SERIE SANTA ANA

Suelo de formación aluvial reciente, con vegetación natural y cultivos anuales y perennes, presenta suelos delgados, muy delgados, son suelos ondulados moderadamente pedregosos, son predominantemente arena francosos los cuales descansan sobre un material aglomerado heterogéneo de arena gruesa, ripio y piedras.

TSAc: Taxa adjunta a Santa Ana arena francoso, pendiente 1 - 2%

Los suelos delgados con topografía ondulada no pedregosos. Pertenecen a la clase 4sd, su Leyenda es:

$\frac{TSA-N3C}{Bdec-2} G1F1$

TSAd: Taxa adjunta a Santa Ana, arena francoso, pendiente 1 - 2%

Los suelos muy delgados con topografía ondulada moderadamente peligroso. Pertenecen a la clase 4sde, la Leyenda es:

$\frac{TSA-N4C}{Bgbc-3} G1F1$

2. SERIE MOLINO

2.1 SERIE MOLINO

La serie Molino presenta suelos profundos, con pendiente ligeramente inclinados, están ubicados en la parte baja de los terrenos de formación lacustre. La vegetación está conformada por cultivos anuales, perennes y vegetación rala xenofítica.

El perfil representativo presenta un suelo de color pardo claro, textura franco arenosa con 22 cm. de espesor, estructura migajosa, el suelo presenta variación de franco a franco arenoso, con estructura masiva a bloque subangular, son susceptibles a la erosión hídrica.

Actualmente son suelos que se hallan bajo una explotación agrícola.

Sus características físicas son: humedad aprovechable (6,96 - 7,79%) infiltración moderada (4,75 cm./h).

Las propiedades químicas son de una capacidad de intercambio catiónico bajo, saturación de bases variable de baja en el suelo a alta en el subsuelo y subtrato, el total de bases intercambiables moderado, la reacción del suelo es suavemente ácido a neutro en el subtrato.

Los cationes intercambiables como el Ca, Mg y K varían de moderado en el suelo y subsuelo y moderadamente bajo en el subtrato, el sodio en general es bajo, la materia orgánica como el nitrógeno varía de bajo en el suelo y subsuelo y muy bajo en el subtrato, el contenido de bajo en el subtrato, el contenido de fósforo en general es muy bajo.

De acuerdo a estas características son suelos con fertilidad baja, requieren la incorporación de enmiendas orgánicas y prácticas de conservación de riego.

MLa: Molino, franco a franco arenoso, pendiente 1 - 2%

Suelos con pendiente suave, ubicados en la terraza baja de la formación lacustre, el área se halla disectada por procesos erosivos.

En general son de textura franco arenoso, en el suelo, el subsuelo variable de franco a franco arenoso, el color varía de pardo claro a pardo y el subtrato amarillo rojizo, son suelos profundos mayores de 2mts. de profundidad, estos suelos actualmente se hallan en descanso.

La clasificación con fines de riego de esta unidad de mapeo es 3s y la leyenda descriptiva es:

ML-M1B
Babc-2

MLb: Molino, franco a franco arenoso, pendiente 2 - 3%

Suelos con pendiente suave, ligeramente erosionadas, ubicadas en las depresiones de las unidades, generalmente la textura es variable, por presentar encima del perfil, estratos de textura franco arcillo arenosos a franco, con dimensiones del subsuelo y subtrato variable.

La clasificación con fines de riego de esta unidad de mapeo es 3sd y la leyenda descriptiva es:

$\frac{ML-M1B}{Bgbc-3} F2$

MLc: Molino, franco arenoso, pendiente 1 - 3%

Suelos con pendiente suave, ligeramente ondulado por el proceso erosivo, de formación lacustre.

En general son suelos de textura del subsuelo franco arenoso, moderadamente profundos, a los 1,0 - 1,20 cm. de profundidad presenta un extracto arcilloso.

La clasificación con fines de riego de esta unidad del mapa es 4se y la leyenda descriptiva es:

$\frac{ML-M1B}{Bgbc-3} F2$

2.2 VARIANTE DE SERIE MOLINO

VMLd: Molino, franco a franco arenoso, pendiente 1 - 10%

Suelos con pendiente fuerte, ondulado de formación lacustre, ubicado de formación lacustre, ubicados en la terraza media, presenta una reacción fuertemente alcalina, capacidad de intercambio catiónico bajo, el color es pardo amarillento claro con un matiz 10 YR, chroma 4 y value 4 - 7 en húmedo tiene 7 YR de matiz, son suelos en proceso erosivo intenso.

La clasificación con fines de riego de esta unidad del mapa es 4set y la leyenda descriptiva es:

$\frac{VML-M1B}{Bgbc-3} F2$

3. SERIE BAJIAL

3.1 SERIE BAJIAL

La serie bajial presenta suelos profundos imperfectamente drenados, de textura franco arcillosa, ubicados en la terraza bajo de la formación lacustre, la vegetación natural es xerofítica y gramíneas.

El perfil representativo de esta serie, muestra una capa superficial franco arcilloso de color pardo muy pálido, de estructura bloque subangular, fina, el subsuelo es franco arcilloso y el subtrato a 124 cm.

de espesor.

Presenta una moderada porosidad (25 - 39%), con retención de humedad alta (22,31 - 20,32%) con una humedad aprovechable moderado y una densidad aparente normal (1,31 - 1,61 gr./cc)

La relación del suelo es moderadamente alcalino en los 53 cm. de profundidad y suavemente alcalino en el subsuelo y subtrato, la capacidad de intercambio catiónico es alto en los primeros 25 cm. de espesor y el subsuelo y subtrato es moderado.

El total de bases intercambiables es alto, alta saturación de bases; los cationes intercambiables en cuanto a calcio y magnesio es alto en todo el perfil, el Potasio Alto en el suelo y moderado en el subsuelo, el sodio en general es moderado.

La materia organica es bajo en todo el perfil y muy bajo en cuanto a nitrogeno, en cuanto a fósforo es muy bajo en el perfil.

BAa: Bajial, franco arcilloso, pendiente 1 - 2%

Son suelos con pendiente suave, en general todo el perfil presenta textura franco arcilloso, en general son suelos profundos, estos suelos se hallan en las riberas de los ríos, formando terrazas aluviales.

Su uso esta destinado a cultivos perennes y anuales.

La clasificacion con fines de riego es 2sdte y la leyenda decriptiva es:

BA-M1B
Babc-1

BAb: Bajial, franco arcilloso, pendiente 2 - 3%

Son suelos de color pardo amarillento, el perfil presenta discontinuidad litológica, ya que a los 70 cms. de profundidad presenta textura franco arenoso, generalmente estos suelos están ubicados al pie de las terrazas medidas lacustres.

Su uso está destinado a cultivos perennes (vid, carozos)

La clasificación con fines de riego es 2se y la leyenda descriptiva es:

BA-M1B
Babc-1

BAc: Bajial, franco arcilloso, pendiente 3 - 5%

Son suelos ubicados en las depresiones generalmente disectados por los procesos erosivos, en general abaracan areas muy reducidas, con depresiones de origen lacustre., su uso esta destinado a arenas de pastoreo con vegetación xerofítica y pastizales naturales.

La clasificación con fines de riego es 3t y la leyenda descriptiva es:

BA-M1B
Cabc-1

3.2 TAXA ADJUNTO A SERIE BAJIAL CON TEXTURA ARCILLOSA, 0 - 3% DE PENDIENTE

TBA_d: Son suelos que por su posición fisiográfica de terraza baja, presenta deposición de material arcilloso proveniente de las terrazas altas su espesor varia de 80 a 20 cm., y por su discontinuidad litológica, fue necesario adjuntas a esta serie.

Su uso está destinado a áreas de cultivos anuales y árboles xerofíticos.

La clasificación con fines de riego es 4st y la leyenda descriptiva es:

TBA-A1B
Cabc-1

4. SERIE CERRO

Son suelos profundos, moderadamente bien drenados, inclinados, de textura franco arcilloso, ubicados fisiográficamente en el pie de monte de origen fluvio lacustre en el horizonte superior.

La vegetación natural es xerofítica muy rara y de pastos naturales. El perfil representativo de esta serie es el 10, presenta un horizonte superficial de color pardo amarillo rojizo, franco arenoso a los 20 cms. de espesor con estructura bloque subangular fino, el subsuelo de textura franco arcilloso, 100 cms. de espesor; el material subyacente por material franco arcillo arenoso el color del subsuelo es pardo amarillo claro.

Presenta una reacción fuertemente ácido en el suelo a moderadamente ácido en el subsuelo y subtrato; presenta una capacidad de intercambio catiónico en el suelo y moderado en el subsuelo, el calcio en general es moderado, magnesio alto, potasio bajo y sodio moderado.

La materia orgánica y el nitrógeno es bajo, con fósforo bajo.

Su fertilidad del suelo en general es bajo.

Las características físicas son propias de la textura: presentan una retención de humedad media en el suelo y alta en el subsuelo y subtrato, la humedad aprovechable es baja en el suelo y media en el subsuelo (5,74 - 1,04%), la densidad de partículas esta en relación a minerales arcillosos. (2,31 - 2,51%)

CEa: Cerro, franco arcilloso, pendiente 4 - 5%

Son suelos ligeramente inclinados, ubicados en las partes altas de la terraza lacustre, las áreas son ampliaciones interrumpidas por el proceso erosivo, la capa superficial de textura franco arenoso, con 20cm. de espesor, de color pardo amarillento pálido. El subsuelo, hasta una profundidad de 90cm., presenta una textura franco arcillosa, de color pardo amarillento claro.

El uso actual es la actividad pecuaria.

La descripción con fines de riego es 3set y la leyenda descriptiva es:

CE-M1B
Cahf-2

CEb: Cerro, franco arcilloso, pendiente 8 - 10%

Son suelos pendiente fuerte, generalmente están ubicados en las laderas de la terraza lacustre alto, la superficie presenta textura franco arcillo arenoso en los primeros 28 cm., el color es pardo amarillento claro, el subsuelo es franco arcilloso a 100 cm. existe toBAS volcánicas.

El uso actual es la actividad pecuaria.

La descripción con fines de riego es 4t y la leyenda descriptiva es:

CE-M1B
Dbcj-2

5. SERIE LA CRUZ

Suelos ubicados en las partes altas y laderas, son suelos profundos, imperfectamente drenados, con pendiente que varían de suaves a inclinadas, ubicados en las terrazas lacustres. La vegetación natural está formada por matorrales espinosos, cactáceos y pastos.

Los primeros 19 cm. de el perfil es un color pardo oscuro, con textura arcillosa, el subsuelo varía de arcilloso a franco limoso, el material subyacente presenta una discontinuidad litológica.

Estos suelos presenta una reacción fuertemente alcalino y fuertemente alcalino a moderadamente alcalino en el subsuelo, la salinidad en el suelo es no salino y el subsuelo moderadamente salino, los cationes intercambiables como el calcio es alto en todo el perfil, magnesio moderado en el suelo y alto en el subsuelo, el sodio moderado en el suelo y muy alto en el subsuelo, el potasio es moderado en el suelo y subsuelo.

La capacidad de intercambio catiónico es moderado en el suelo y el subsuelo varía de moderado a alto, total de bases intercambiables es alto y muy alta saturación de bases, presenta una materia orgánica muy baja, nitrógeno bajo, fósforo varía de moderado en el suelo a bajo en el subsuelo. Lo que implica una fertilidad baja.

Las características físicas en el perfil es: humedad aprovechable es media (13,10 - 12,99%); porosidad buena (41 - 40%); densidad aparente es alta.

Lo que nos muestra la presencia de partículas pasadas (1,4 - 1,5 gr/cc) su densidad de partículas nos muestra la presencia de minerales arcillosos (2,85 - 2,56 gr/cc).

LCa: La Cruz, textura arcilloso a franco limoso, pendiente 0 - 3%

Son suelos ubicados en las terrazas lacustres, son de pendiente suave, con moderada erosión hídrica, las áreas son generalmente alargadas, ubicadas a la cabeza de las cárcavas.

La capa superficial de 19 cm. de espesor, de color pardo oscuro y textura arcillosa.

El subsuelo hasta 83 cm. de espesor presenta color pardo oscuro a pardo claro, con una textura variable de arcillo a franco limoso.

El riesgo a la erosión es muy alta, por la ausencia de vegetación y el Material limoso.

La clasificación con fines de riego es 4s y la leyenda descriptiva es:

LC-A1B
Bdhj-2

LCb: La Cruz, textura arcilloso a franco arcillo limoso, pendiente 3 - 10%

Son suelos ubicados en las laderas de esta unidad, con pendiente moderadamente pronunciado, con erosión hídrica desde moderada a severa, son áreas muy desecadas y aisladas. La capa superficial es variable de franco arenoso y arenoso de color pardo claro hasta los 20cm. de espesor, el subsuelo presenta una textura arcilloso, franco limoso a franco arcillo limoso hasta 80cm. de espesor, presenta concreciones calcáreas en todo el perfil.

A esta fase se incluye los complejos de suelos con texturas en el substrato es variable.

La clasificación con fines de riego es 4st y su leyenda es:

LC-A1B
Ddlm-B

LCc: Suelos de textura franco limoso o franco arcilloso. Pendiente 1 - 3%; características similares de la serie; son selos de 3sd; con una leyenda cartográfica:

LC-E1B
Bdec-I

6. SERIE LA PINTADA

Son suelos profundos, moderadamente bien drenados, suavemente inclinados o muy inclinados, fisiograficamente estan ubicados en los interfluvios de la llanura fluviolacustre, provenientes de materiales de origen lacustre.

La vegetacion natural esta formado por vegetacion arborea xerofitica y pastos naturales.

El perfil modal de la serie muestra un horizonte superficial de color pardo muy palido, de textura franco arcillo arenoso con 24 cm. de espesor, el subsuelo de color pardo a pardo oscuro, de textura franco arcillo arenoso a arcilloso hasta los 150 cm. de espesor.

En general son suelos de reaccion fuertemente alcalino, con una capacidad de intercambio cationico moderado, los cationes intercambiables como el calcio es alto, el magnesio es alto en el suelo y variable de alto a moderado en el subsuelo, el potasio es moderado bajo en el suelo y es moderado en el subsuelo, el sodio en general es moderado.

La fertilidad es baja por la presencia de materia organica, nitrógeno total y fósforo disponible muy bajo.

Las características físicas presentes en esta serie son: una densidad aparente normal (1,50 - 1,34 gr/cc); una porosidad normal (32,45 - 45,7%), con una humedad aprovechable baja en los primeros 46 cm. de profundidad y media en el subtrato (5,89 - 11,56%).

LPa: La Pintada, textura franco arcillo arenoso a arcilloso, pendiente 1 - 3%

Estos suelos son de pendiente suave, ubicados en los interfluvios de la llanura lacustre, los cuales se hallan desectados por procesos erosivos de origen hídrico.

La capa superficial de textura franco arcillo arenoso, pardo muy pálido, de 24cm. de espesor. El subseulo de color variable de pardo a pardo oscuro, de textura franco arcillo arenoso a aracilloso hasta los 150 cm. de espedor. A partir de los 150cm. está constituido por arcilla gleosada de color gris rojizo.

Actualmente estos suelos su uso esta destinado para cultivos anuales.

La clasificacion con fines de riego es 3se y la leyenda descriptiva es;

$\frac{LP-F1A}{Baef-I} A1$

LPb: La Pintada, textura franco limoso a arcilloso, pendiente 5 - 7%

Suelos con pendiente moderada, ubicados en las laderas de los

interflujos son areas muy pequeñas.

La capa superficial de 24 cm. de espesor de textura franco limoso de color grisáceo rojizo. El subsuelo presenta textura franco limoso a arcilloso de color rojo grisáceo a rojo, hasta los 83 cm. de espesor, presenta alto grado de erosión hídrica, debido a la pendiente y la vegetación escasa.

Su uso esta destinado a pastoreo intensivo.

La clasificación con fines de riego es 4t y la leyenda descriptiva es:

$\frac{LP-B1A}{Ddef-2} A1$

LPc: La Pintada, textura franco arcilloso a arcilloso, pendiente 3 - 5%, moderadamente erosionada

Suelos con pendiente moderado, ubicadas en la parte alta de los interfluvios.

La capa superficial de 24 cm. de espesor tiene una textura franco de color pardo amarillento claro. El subsuelo varía de franco arcillosos a arcillosos, amarillo pardusco a pardo amarillento, hasta una profundidad de 70 cm. de espesor a partir del cual se observa un substrato gleisado de color rojo grisáceo.

La erosión es notable debido a la pendiente y la vegetación, su uso esta destinado al pastoreo.

La clasificación con fines de riego es 3sde y la leyenda descriptiva es;

$\frac{LP-J1A}{Ddhf-2} A1$

LPd: La Pintada, textura franco arcillo arenoso, pendiente 8 - 10%, presenta conglomerados de grava

Suelos con pendiente fuerte, ubicados en forma de colinas en los interfluvios con piedras en la superficie de los suelos en 50%.

La capa del suelo de 20 cm. de profundidad presenta textura franco limoso, el subsuelo, franco arcillo arenoso, espesor 70cm. el substrato es arcilloso y gleisado.

La clasificación con fines de riego es 4st y la leyenda descriptiva es;

$\frac{LP-B1A}{Dahc-1} A1C3$

7. SERIE SAN AGUSTIN

Suelos ubicados entre los interflujos de las terrazas fluvio lacustres, son suelos profundos, imperfectamente drenados.

la vegetacion natural es xerofítica, las areas son generalmente alargadas, debido a los procesos erosivos de origen hidrico.

La capa superficial es franco arcillo arenoso, de color pardo a pardo fuerte en los primeros 20 cm. de profundidad y estructura bloque subangular medio. El subsuelo es franco, de color pardo a amarillo rojizo hasta los 113 cm. de espesor. El material del subtrato está constituido por una textura franco arcillo arenoso.

La reaccion del suelo es fuertemente alcalino, los cationes intercambiables como el calcio es alto, el magnesio es moderado en el suelo y el subsuelo varia de moderado a alto, potasio es alto y el sodio presenta valores moderado en el suelo y el subsuelo varia de moderado a alto, la capacidad de intercambio cationico moderado con un total de bases intercambiables alto.

La fertilidad del suelo es bajo debido al contenido bajo en materia organica y nitrogeno total, fósforo bajo.

Las propiedades físicas del suelo son: una desidad aparente normal (4,42 - 1,51 gr/cc) porosidad regular (37,75 - 39,60 gr./cc) y una humedad aprovachable media (10,61 - 13,89%).

AGa: San Agustin, textura franca, pendiente 1 - 3%

Son suelos ligeramente inclinados, ubicados en las partes altas, de las terraza fluvio lacustres, son áreas interrumpidas por el proceso erosivo.

La capa superficial de 20 cm. de espesor es franco arcillo arenosos, de color pardo a pardo fuerte, el subsuelo hasta una profundidad de 74 cm. de espesor es franco, son suelos jóvenes. La clasificación con fines de riego es 3 set y la leyenda cartografica es:

$\frac{AG-F1B}{BacJ-I} A2$

8. SERIE RUIZ

8.1 SERIE RUIZ

Suelos formados por sedimentos fluvio lacostres, con vegetacion natural (Matorral Xerofítico) y en la parte baja con cultivos anuales.

Son suelos profundos ubicados en la terraza alto lacustre y áreas bajas, la pendiente varia de ligeramente inclinado a inclinado.

El perfil representatiavo es de color pardo a pardo oscuro, textura

franco arcillo arenoso en todo el perfil en la parte baja el material subyacente es conglomerado y en la parte alta son sedimentos finos; Las características físicas son: permeabilidad Moderada, infiltración moderada, humedad aprovechable media, susceptible a la erosión moderada.

Las características químicas varía de Neutro a Ligeramente alcalino, conductividad eléctrica baja, Calcio intercambiable moderado, magnesio intercambiable moderado, con una capacidad de Intercambio catiónico bajo. En general son suelos de baja fertilidad.

Ra: Ruiz, franco arcillo arenoso, pendiente 1 - 3%

Suelos de pendiente suave. En general son de textura franco arcillo Arenoso con presencia de Conglomerados de grava a los 1,80 Kms. de profundidad. Actualmente estos suelos son utilizados en cultivos anuales.

Esta unidad de mapeo es 2std y la leyenda descriptiva es:

$\frac{\text{Ra-F1N}}{\text{Babc-1}} \text{ G1}$

8.2 VARIANTE DE SERIE RUIZ CON TEXTURA FRANCO ARCILLO ARENOSO A FRANCO ARENOSO, 3 - 5% DE PENDIENTE

VRd: Son suelos con las mismas características anteriores solo se diferencia el subsuelo. Actualmente su uso se limita al pastoreo.

Esta unidad de mapeo es 3std: y la leyenda cartográfica es:

$\frac{\text{VR-F1B}}{\text{Cdef-3}}$