

CAPITULO XI

ANEXOS I

11.1 Descripción de las Perforaciones

Perforación #1

Se encuentra ubicada en las coordenadas 209.253,75 N-518.736,50 E, a la cota de 1684 msnm y aparentemente fuera del deslizamiento (fig. 3.1). No tiene instalado "poor-boy" y se encuentra obstruida, pues al medir el nivel freático (cuadro 11.4) la sonda no sobrepasa los 48.5 m.

Se alcanzó una profundidad total de 76.4 m. Fue realizada por personal de C.I.N.CO.S.A.

En esta perforación se distinguen dos capas (fig. 11.1):

De 0 a 23 m no hay núcleos, por ser utilizados para análisis geotécnicos, cuyos resultados se muestran en el cuadro 11.1.

La primer capa se distingue de 20 a 39 m de profundidad, presenta un grado de alteración que varía de alto a moderado. Se halla constituida principalmente por areniscas finas, medias, gruesas y guijarrosas, con matriz arcillosa. Ocasionalmente aparecen estratos de tobas intercalados, que al alterarse se transforman en arcillas. El color de estos materiales cambia de acuerdo a la alteración; las tonalidades más comunes son: café claro, verde claro, amarillo y violeta.

Todo este tramo se muestra muy fracturado en donde se han desarrollado pátinas de óxido de manganeso. El RQD es igual a 0% .

La segunda capa abarca de 39 a 76.4 m, formada por una brecha, que en estado sano, es dura, densa, de color verde, con cemento silíceo. Dentro de ella, en ocasiones se da el contacto por grano y en otras predomina el cemento.

Cerca de los 54 m aparece muy alterada, con lentes arcillosos blancos. A los 54 m se presenta un estrato de carbón de 3 cm de espesor. A 68 m de profundidad existen huecos de disolución, de igual forma pátinas de óxido de manganeso y de hierro.

En el tramo de 56 a 65 m se encuentran intercaladas lutitas y areniscas de diferentes granulometrías, con cemento silíceo y colores que varían de gris verdoso a negro y en algunos casos violeta.

Toda esta secuencia contiene vetas de calcita, ceolitas y ocasionalmente cristales de pirita. El grado de alteración con respecto a la primera capa es menor y en su mayor parte se presenta sana.

CUADRO 11.1

Profundidad (m)	Clasificación S.U.C.S	Penetración S.P.T (# golpes)	Líquido Límite LL%	Límites Plástico Lp%	Humedad Natural Wn%	Compresión Simple (qu) KPa	Densidad g/cm ³
1.5	MH	3	52	19	62	60	1.020
2		5					
3	MH	2	65	49		80	1.240
3.5		3			50		
4.5	MH	12	57	30	75	60	0.900
5		6					
6	MH	6	58	32	43	70	1.250
6.5		13					
7.5	MH	7	55	35	40	110	1.340
8		22					
9	ML	15	50	32		75	1.450
9.5	ML	53	48	31	33		
11	ML	21	45	30	35	120	1.380
11.5		34					
12.5	ML	25	30	42	32	75	1.450
13	ML	34	29	41			
16	ML	20	29	40	38	170	1.500
16.5	ML	77	28	30			
18		38				70	1.500
18.5		54			26		
19.5						220	1.550
20.0		54			63		

Perforación #2

Realizada por personal de la sección de Perforación e Inyección del I.C.E. (fig.3.1). Se ubica dentro del área inestable, cerca del deslizamiento interno "Gilberth", en las coordenadas 208.984,50 N - 518.556,50 E, a una elevación de 1640.88 msnm y se alcanzó una profundidad de 93.40 m.

Esta perforación no tiene "poor-boy" y se encuentra obstruida a los 10.25 m en el tubo de 2.5 pulgadas, además, en el de 1 pulgada, ubicado al lado, está en idénticas condiciones, pero a los 25.45 m, pues a esta profundidad, al medir el nivel freático (cuadro 11.4), se encontró restos de lodo y aceite utilizados al realizar la perforación.

Con la descripción de los núcleos de perforación se llegó a caracterizar tres capas importantes (fig. 11.2):

La primera abarca desde 0 a 47 m de profundidad y está constituida de 0 - 5 m por: Suelo limoso de alta plasticidad color café claro.

De 5 a 24.6 m se observan intercalaciones de una arenisca guijarrosa, que al aumentar el tamaño de los clastos se transforma en una brecha; ambas mal seleccionadas, predominando la matriz arcillosa de color amarillo sobre los clastos. Presentan pátinas de óxidos de manganeso y hierro.

En menor proporción aparecen estratos arenosos mal seleccionados, con granulometrías de media a gruesa, en los cuales, al igual que en los anteriores, predomina la matriz arcillosa.

Cabe mencionar que en varios sectores no hubo recuperación de núcleos.

De los 24.6 a 47 m aparece la arenisca guijarrosa, aumentando el contenido de matriz y desapareciendo los clastos en algunos tramos. Presenta tonalidades de colores: café grisáceo, amarillo, violeta y café rojizo, dependiendo del grado de alteración. Este tramo puede corresponder con la segunda capa diferenciada en la perforación #1, solo que en este caso se encuentra más alterada.

Al final, cerca de los 42 m, aumenta el tamaño de la granulometría, cambiando la roca a una brecha.

Los materiales de esta capa se pueden clasificar como limos arcillosos muy heterogéneos, con estratos arenosos intercalados. A pesar de la alteración, hubo una buena recuperación. Se observaron espejos de fricción a los 21.2, 30 y 36.4 m.

La característica principal de esta capa es el grado avanzado de alteración y a eso se debe el contenido tan alto de matriz arcillosa amarilla, típica de la superficie del deslizamiento.

Los límites líquido y plástico varían desde 75% a 45% y 65% a 30% respectivamente. El cuadro 11.2 resume los resultados de los ensayos realizados por el Ing. Delgado (1990).

La segunda capa abarca desde 47 hasta 78 m y está constituida por: Una lutita silícea, que al estar inalterada es densa y dura, su color varía dependiendo de su estado de alteración desde negro a gris (muy deleznable) y amarilla cuando es una arcilla. La alteración se incrementa al unirse lentes arcillosos color crema.

De igual forma, que capa existe una arenisca de grano fino a medio, color verde, cemento silíceo. El grado de alteración evoluciona de forma similar a lo sucedido con la lutita silícea. Al concentrarse los lentes arcillosos, se transforma de roca sana a una arcilla color crema.

A la profundidad de 71 m aparece un material, color gris, poco denso, que puede ser una toba o una lutita alterada. De forma similar a las anteriores se convierte en una arcilla color crema.

Esta secuencia muestra pátinas de óxidos de manganeso y de hierro. Es característico el contraste de materiales alterados y sanos.

De los 78 a 93.4 m se presenta la tercer capa, denominada como la base del deslizamiento y está constituida por: Una arenisca de guijarrosa a conglomerádica, color verde, cemento silíceo, densa, con cristales y vetas de calcita. Todavía conserva evidencias de alteración.

Cerca de los 84 m aparece una brecha constituida por clastos de tobas y areniscas, alcanzando diámetros hasta de 5 cm, densa, con cemento silíceo. El color cambia dependiendo de la cantidad de clastos, ya que en algunos tramos aumenta el contenido de cemento y matriz, adoptando una tonalidad violeta. Por el contrario, su color se torna verde al predominar los clastos de epidotita. Presenta grandes vetas y cristales de calcita y ceolitas, las que ayudan a fragmentar la roca.

CUADRO 11.2

Profundidad (m)	Clasificación S.U.C.S	Recuperación (cm/cm)	Penetración S.P.T. # golpes	Límites		Compresión Simple (qu) KPa	Nota
				Líquido Ll%	Plástico Lp%		
4.60		21	7			50	
5.05	MH	42	10	77	63	25	
7.05						100	
7.50		45	8	60		100	
10.10		32	12	47	35	30	
10.5	ML	35	15			100	
13.35		45	3			50	
13.80		27	38	52	35	50	
16.20		45	14			50	
16.60		45	18	58	30	150-250	
19.20		29	22			320	Cu=15 KPa
19.70	ML-MH	45	32			480	
22.30		29	43			20	
25.35		29	28			300-450	Cu=90 KPa
25.80	MH-CH	45	28			230-400	RQD= 0-10%
29.35		29					
29.80							
34.50							
35.50							
37.00							
37.55							
38.30							
46.70	MH						
46.97							
60.00	ML			33	28		

Perforación #3

Se ubica dentro del área inestable, en las coordenadas 209.054,50 N - 518.367,75 E, a una altura de 1600.22 msnm y fue realizada por personal de la Sección de Perforación e Inyección del I.C.E. No tiene "poor-boy". La sonda llegó hasta el fondo, por lo tanto se cuenta con un buen registro del nivel freático (cuadro 11.4 y fig. 11.6).

Dicha perforación no llegó a la base del deslizamiento, esto al tener que suspenderse a los 40.6 m de profundidad, por peligro de perder el equipo a causa de movimientos percibidos.

Con base en la descripción de los núcleos recuperados, se pueden distinguir dos capas importantes (fig. 11.3):

La primera está constituida de 0 - 6 m por: Suelo arcilloso de colores rojo y amarillo.

A partir de los 6 m y hasta los 20 m se observan intercalaciones de areniscas guijarrosas, las cuales presentan sus clastos alterados e inmersos en una matriz arcillosa amarilla. En algunos sectores aumenta esporádicamente el contenido de clastos dentro de ella y como resultado se obtiene el contacto por grano.

Este material se intercala con una arcilla de tonalidades amarilla y crema. En algunos núcleos menos alterados se puede apreciar una textura tobácea, la cual contiene minerales blancos arcillificados, posiblemente feldespatos.

Al final del tramo aparece una arenisca verdosa, gruesa, mal seleccionada y el contacto por grano. Estos materiales

presentan fisuras, en las que se han desarrollado pátinas de óxidos de hierro y manganeso .

En el tramo de 14.15 a 14.65 m, no hubo recuperación, el equipo se precipitó en caída libre alrededor de 1 metro, lo que hace pensar en la existencia de una grieta o cavidad. De los 15.6 a los 16.2 m tampoco se obtuvo recuperación.

El material que constituye esta capa de 0 a 20 m se encuentra muy alterado y se clasifica como limos, típicos de la superficie del deslizamiento, predominando los de baja plasticidad (LP menor 30%).

Se realizaron dos ensayos triaxiales entre los 3 y 4 metros de profundidad, los resultados fueron los siguientes:

Para el ensayo no consolidado no drenado (uu) la cohesión (C_u) fue de 40 KPa y el ángulo de fricción (ϕ_u) igual a 18.5° . En el ensayo consolidado-no drenado (cu) la cohesión (C_{cu}) alcanzó un valor de 20 KPa y el ángulo de fricción (ϕ_u) resultó ser igual a 17.5° . Los datos obtenidos de los ensayos realizados por el Ing. Delgado se resumen en el cuadro 11.3.

La segunda capa no apareció en la perforación #2. Abarca de los 20 a 40.8 m de profundidad y está constituida por material color violeta. Su litología varía, desde una toba con pequeños minerales arcillosos blancos (posiblemente feldespatos alterados), pasa a arenisca de diferentes granulometrías, hasta guijarrosa. En todas ellas predomina la matriz tobácea violeta. En las partes de granulometría más fina se encuentra menos alterada y presenta fisuras con pátinas de óxido de manganeso. Ocasionalmente cambia su color de violeta

a gris.

A partir de los 20 m, la alteración disminuye, después de los 32.5 m aparece la roca sana intercalada con alterada.

El contenido y humedad natural a los 27 m es menor al 10% y su densidad cercana a los 3.00 g/cm³.

Presenta espejos de fricción a los 20, 35 y 39 m de profundidad.

CUADRO 11.3

Profundidad (m)	Clasificación S.U.S.C	Penetración S.P.T. # golpes	Límites Líquido		Humedad Natural Wn%	Compresión Simple (qu) KPa	Densidad g/cm ³
			Ll%	Lp%			
0.00					48		
0.70					48	50	1.10
2.2	ML		48	30			
3.05	ML		35	8			
3.9	ML		40	30			
4.45	ML		42	30	45	25	1.20
4.95	ML		39	28	37	30	1.30
5.10	ML		35	28			
5.25	ML	30			28		
7.05		48			28	110	1.40
7.50		70			25	230	1.60
7.95					23	450	1.55
10.0					25	975	1.70
13.0							2.60
14.0	CH		53	21			
27.0					8		1.20

Perforación # 4

Se encuentra ubicada en las coordenadas 208.914,50 N-518.282,50 E, a una elevación de 1556.69 msnm. Fue realizada por personal de la Sección de Perforación e Inyección del I.C.E. Cuenta con dos "poor-boy", ambos atorados, pero no se logra conocer cual es el del fondo y cual el de la superficie, uno tiene 10.6 m de cable afuera y el otro 14.3 m. Presenta un buen registro del nivel freático (cuadro 11.4, fig. 11.6).

En los núcleos de esta perforación se pueden distinguir dos capas importantes (fig. 11.4):

La primera está constituida por: suelo de varios colores con un espesor de 7 m, en donde predomina el formado por limos color café oscuro, típicos de la superficie del deslizamiento.

De 7 a 13.15 m, se presenta una arenisca guijarrosa, en la cual, sus clastos muy alterados, están inmersos en una arcilla amarilla.

A los 13.15 m de profundidad y hasta los 15.2 m, aparece un material arcilloso, color amarillo. En algunos núcleos más sanos se aprecia una textura tobácea. En el tramo de 15.29 a 19.25 no hubo recuperación.

A partir de los 19.25 m de profundidad aparece nuevamente la arenisca guijarrosa. Su única diferencia con la citada anteriormente es su matriz color café. Aproximadamente a los 26 m se hace presente un estrato centimétrico de brecha color violeta, en el que prevalece la matriz arcillosa sobre los clastos.

Esta capa de 0 a 26 m se encuentra completamente alterada, con predominio de la matriz sobre los clastos y compuesta por limos amarillos heterogéneos, que se comportan en algunos sectores más plásticamente que en otros.

En la segunda capa, de 26 a 35 m, la alteración comienza a disminuir, sin embargo, a los 29 m todavía presenta un RQD=0% y una resistencia a la compresión simple $(q_u)=22000$ KPa. A partir de esa profundidad la roca mejora su calidad, el RQD alcanza valores de 30% a 60% y además las fracturas están limpias.

Esta capa se encuentra constituida por una arenisca guijarrosa de tonalidad verdosa, en donde predomina la matriz. Presenta pátinas de óxidos de Mn y Fe. Pasa luego a una brecha color violeta, la matriz disminuye, comienza a prevalecer el cemento silíceo y clastos de origen sedimentario y volcánico, de colores violeta, verde y gris. Asimismo se exhiben vetas de ceolita en gran cantidad, que ayudan a fragmentar la roca.

Esta segunda capa corresponde con la base del deslizamiento.

El contraste entre las dos capas, en esta perforación, es muy similar a la discordancia observada en el frente del deslizamiento.

Perforación # 5

Se ubica en las coordenadas 208.812,50 N - 518.642,00 E, a una elevación de 1622.21 msnm. Fue realizada por personal de C.I.N.CO.S.A.. No tiene "poor-boy", el control del nivel freático se muestra en el cuadro 11.4 y en la figura 11.6.

De los 76 a los 81.31 m comienzan a predominar las granulometrías gruesas y todas ellas contienen cemento silíceo y vetas de calcita.

CUADRO 11.4
Control del nivel freático

Perforación número	Fecha en que se realizó la medida			
	10/11/89 (m)	23/11/89 (m)	26/1/90 (m)	23/3/90 (m)
1	42.34	(?)	(?)	(?)
2	(?)	44,14	(?)	(?)
3	27.90	29.91	37.00	33.10
4	2,94	3,50	7.12	7.00
5	39.67	40.50	41.84	37.10

#3. Pero en este caso muestra un R.Q.D. que varía de 0 a 10%. El material se encuentra sano a partir de los 38.66 m y además se distinguen vetas y cristales de ceolitas y calcita.

A la profundidad de 47.88 m aparecen estratos centimétricos de una brecha color verde, con cemento silíceo y clastos hasta de 3 cm de diámetro, intercalados dentro de la secuencia color violeta antes descrita. Este tipo de intercalación se observa hasta los 56 m.

En esta secuencia existen huecos de disolución con cristales de calcita que presentan una textura sacaroidal.

A partir de los 56 m da inicio la tercer capa formada por una secuencia silícea similar a la descrita en la perforación 2, entre los 47 y 74 m, solo que en esta ocasión más sana y con mayor intercalación. Exhibe colores verde, azul grisáceo y negro.

Entre los 56 y 73 m predomina una lutita silícea, densa, con tonalidades oscuras debidas al contenido de materia orgánica. Esta se intercala con una arenisca de diferente granulometría.

Dicha secuencia presenta fracturas rellenas de ceolita, calcita, pirita y esporádicamente cuarzo lechoso; además, cristales de calcita, que producen una leve reacción. Las vetas ayudan a que el material se disgregue. A los 71 m la roca se altera, obteniendo una tonalidad blanquizca.

De los 73 a 76 m aparece una arenisca de granulometría media, recristalizada, presenta cristales de cuarzo, calcita, pirita y epidota, a esta última se debe su tonalidad verde y existen vetas de calcita que ayudan a disociar la roca.

De los núcleos recuperados se distinguen tres capas (Fig. 11.5): La primera abarca de 0 a 32 m y está constituida por 10 m de suelo arcilloso, amarillo, que en ciertos sectores muestra tonalidades blancas. Su comportamiento es heterogéneo, algunas partes son más plásticas que otras. En los últimos 40 cm de este tramo aparecen núcleos sanos de una arenisca guijarrosa.

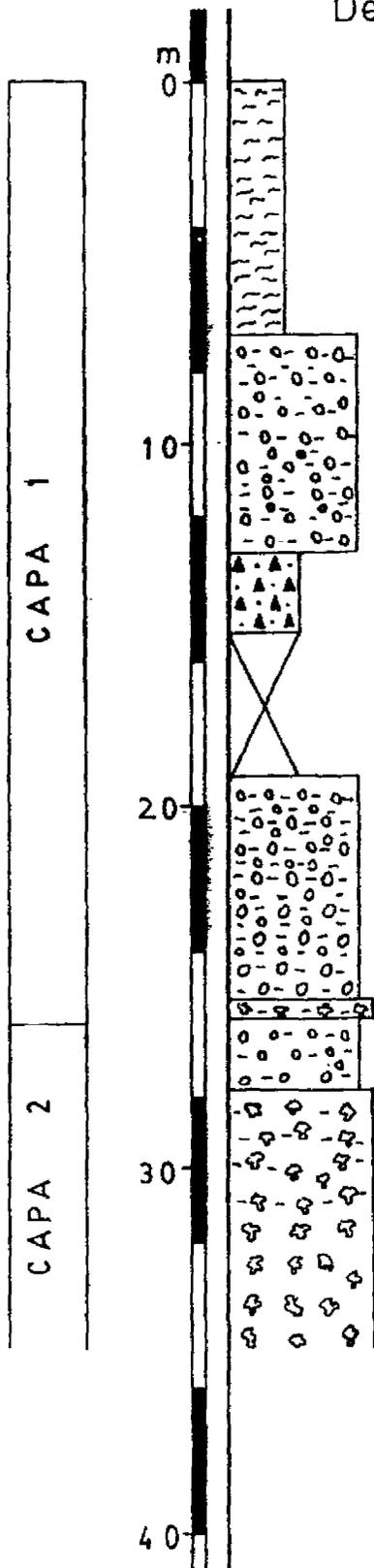
De los 10 a los 32 m varía el grado de alteración y en varios tramos se observan características residuales de la roca madre. Se presenta una toba que cambia su color y textura dependiendo del grado de alteración (puede aparecer como un suelo arcilloso café grisáceo, o una toba gris verdosa y en ocasiones hasta marrón, cuando está en mejores condiciones). Es poco densa, silícea, con lentes de color blanco azulado. Se intercala con una arenisca guijarrosa muy alterada, típica de la superficie del deslizamiento, en la cual predomina la matriz. Los clastos, son de colores morado, gris verdoso y crema.

También, en menor proporción, se muestran areniscas de diferentes granulometrías, en ellas predomina la matriz tobácea de color gris verdoso.

Es importante hacer notar que, en la primer capa de esta perforación, se exhiben tramos menos alterados que en la primer capa de las otras perforaciones.

De los 32 a los 56 m, el material presenta características diferentes, constituyendo la segunda capa. A partir de los 32 hasta los 50.88 m aparece la misma secuencia violeta descrita en el tramo de 36 a 38 m de la perforación

COLUMNA; PERFORACION N° 4
Deslizamiento Alto de Tapezco



Ubicación: N 208.914,50

E 518.282,50

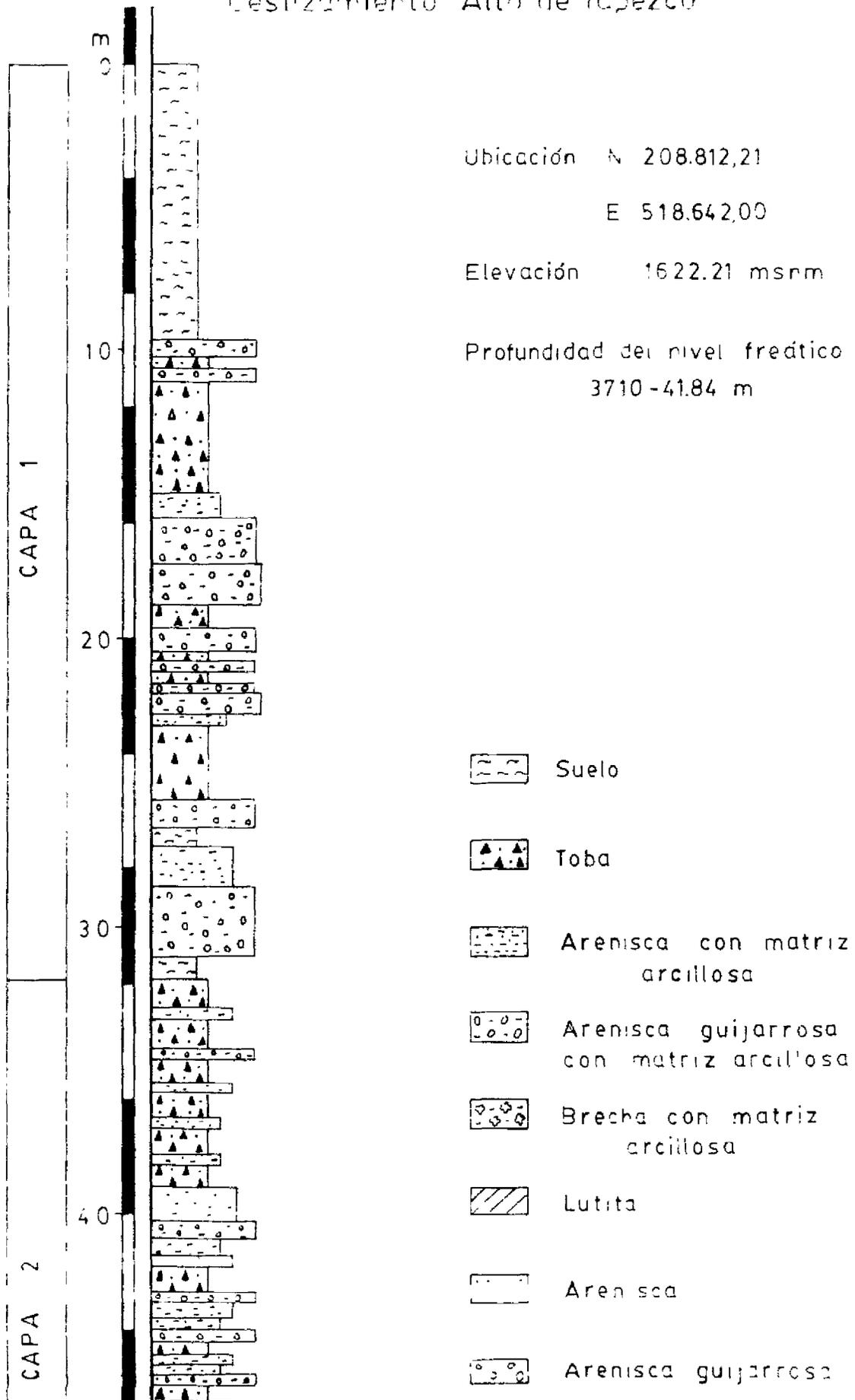
Elevación: 155669 msnm

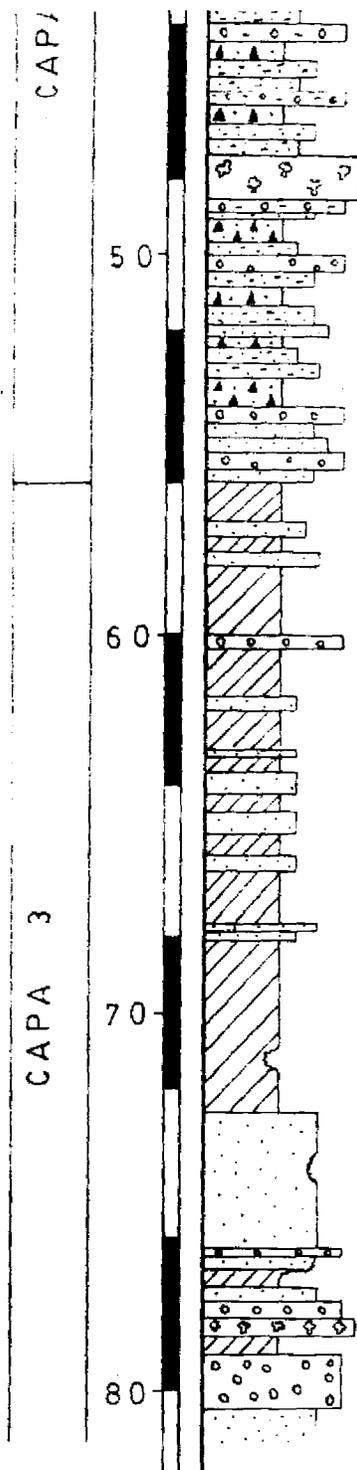
Profundidad del nivel freático
2.94 - 7.12 m

-  Suelo
-  Toba
-  Arenisca guijarrosa con matriz arcillosa
-  Brecha con matriz arcillosa
-  Brecha
-  No se recuperó

COLUMNA, PERFORACION N° 5

Deslizamiento Alto de Tapezco





 Arenisca guijarrosa

 Brecha

 Roca alterada

fina
 media
 gruesa
 arenisca

COLUMNA, PERFORACION N° 1

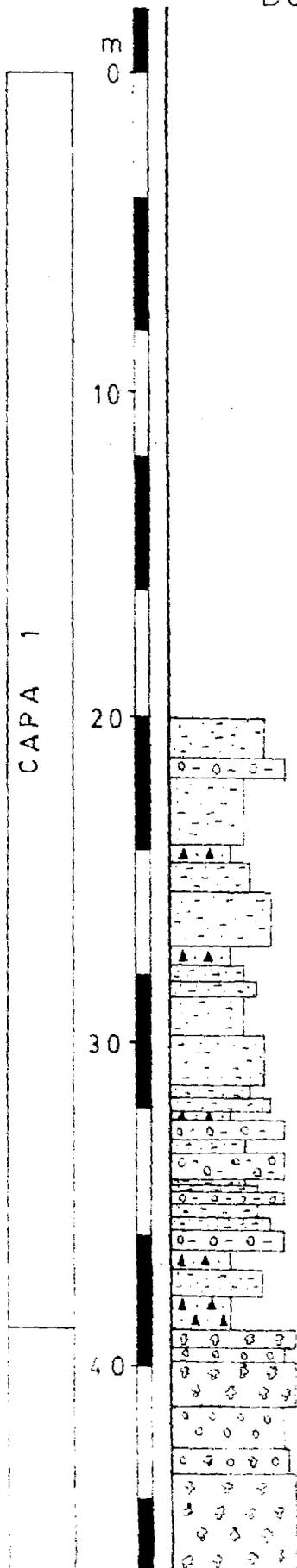
Deslizamiento Alto de Tapezco

Ubicación: N 209,253,75

E 518,736,50

Elevación 1584.00 msnm

Profundidad del nivel freático 42.34



— Carbón

▲▲▲ Toba

⋯ Arenisca con matriz arcillosa

⊖⊖⊖ Arenisca guijarrosa con matriz arcillosa

▨ Lutita

⋯ Arenisca

⊖⊖⊖ Arenisca guijarrosa