

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE SUELOS PARA LA EJECUCIÓN DE DESAGÜES PLUVIALES

UBICACIÓN DE LA OBRA:

Barrio Nuevo Alberdi Oeste – Rosario
Provincia de Santa Fe – Republica Argentina

COMITENTE:

Municipalidad de Rosario
Secretaría de Obras Públicas
Dirección General de Hidráulica
Provincia de Santa Fe – Republica Argentina

SUMARIO DE ESTE INFORME:

- I. Objetivos del Informe. Simbología
- II. Descripción de la Metodología de Trabajo
- III. Croquis de Ubicación de las Perforaciones
- IV. Clasificación de los Suelos
- V. Perfil Estratigráfico
- VI. Cuadro de Cotas y Tensiones Admisibles
- VII. Análisis de la Capacidad Portante
- VIII. Análisis de Probables Asentamientos
- IX. Análisis de estabilidad de taludes de excavación
- X. Recomendación para obras en túnel
- XI. Ensayos de Laboratorio
- XII. Conclusiones

I.- OBJETIVOS DEL INFORME

- Analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo que determinan las características de su comportamiento geotécnico.
- Determinar los parámetros de diseño necesarios para el desarrollo de las obras.
- Estudiar distintos sistemas de fundación y recomendar las alternativas más convenientes.
- Establecer un cuadro de cotas y tensiones admisibles.

SIMBOLOGÍA UTILIZADA.

θ	Cota de Referencia
$\oplus$ B.P.	Boca de Pozo.
N	Nº de golpes del Ensayo de Penetración Terzaghi.
ω	Humedad Natural.
γ	Densidad aparente húmeda.
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
#200	Tamiz de malla nº 200 (74 micrones)
ϕ	Ángulo de fricción interna.
C	Cohesión.
mv	Módulo edométrico.
∇	Nivel de napa freática
M.A.	Muestra alterada.
T.N.	Terreno Natural.
S.U.C.S.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
H.R.B.	Highway Research Board
ν	Coefficiente de Seguridad
σ_{adm}	Tensión admisible
Df	Cota de fundación
$E=1/mv$	Módulo de Young.
ϵ	Deformación unitaria.
G	Peso específico del suelo.
e	Relación de vacíos.
n	Porosidad

II.- RESEÑA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

A.- DE CAMPO:

Los trabajos de campo fueron comenzados y finalizados el 12 de septiembre de 2011.

Se realizaron tres perforaciones de 6,00 m de profundidad respecto a boca de pozo. En las mismas se efectuó el Ensayo de Penetración Normalizado de Terzaghi (SPT) según Norma IRAM 10517/70, con toma-muestra de puntas intercambiables, a cada metro de profundidad aproximadamente. Con este procedimiento se toman muestras de cada estrato, y se acondicionan para mantener sus características inalteradas hasta la posterior realización de los ensayos de laboratorio.

Un técnico especializado en mecánica de suelos realizó en campaña un reconocimiento de las características generales del suelo en cada uno de los estratos detectados.

Respecto a hechos existentes en el predio se localizó la ubicación de los sondeos. Así mismo se determinaron las cotas de bocas de pozo mediante nivel óptico en referencia a una cota fija de fácil accesibilidad.

Recopilación de antecedentes técnicos de la zona en la cual se emplazará la obra.

Determinación de la ubicación del agua subterránea, de encontrarse en la profundidad sondeada.

B.- DE LABORATORIO

A partir de las muestras tomadas en campaña, se las extrae con sumo cuidado y se confeccionan probetas para la realización de los siguientes ensayos:

Determinación de humedad según IRAM 10.519.

Determinación de densidad natural, densidad de suelo seco según ASTM D 2937.

Determinación de límite líquido según IRAM 10.513.

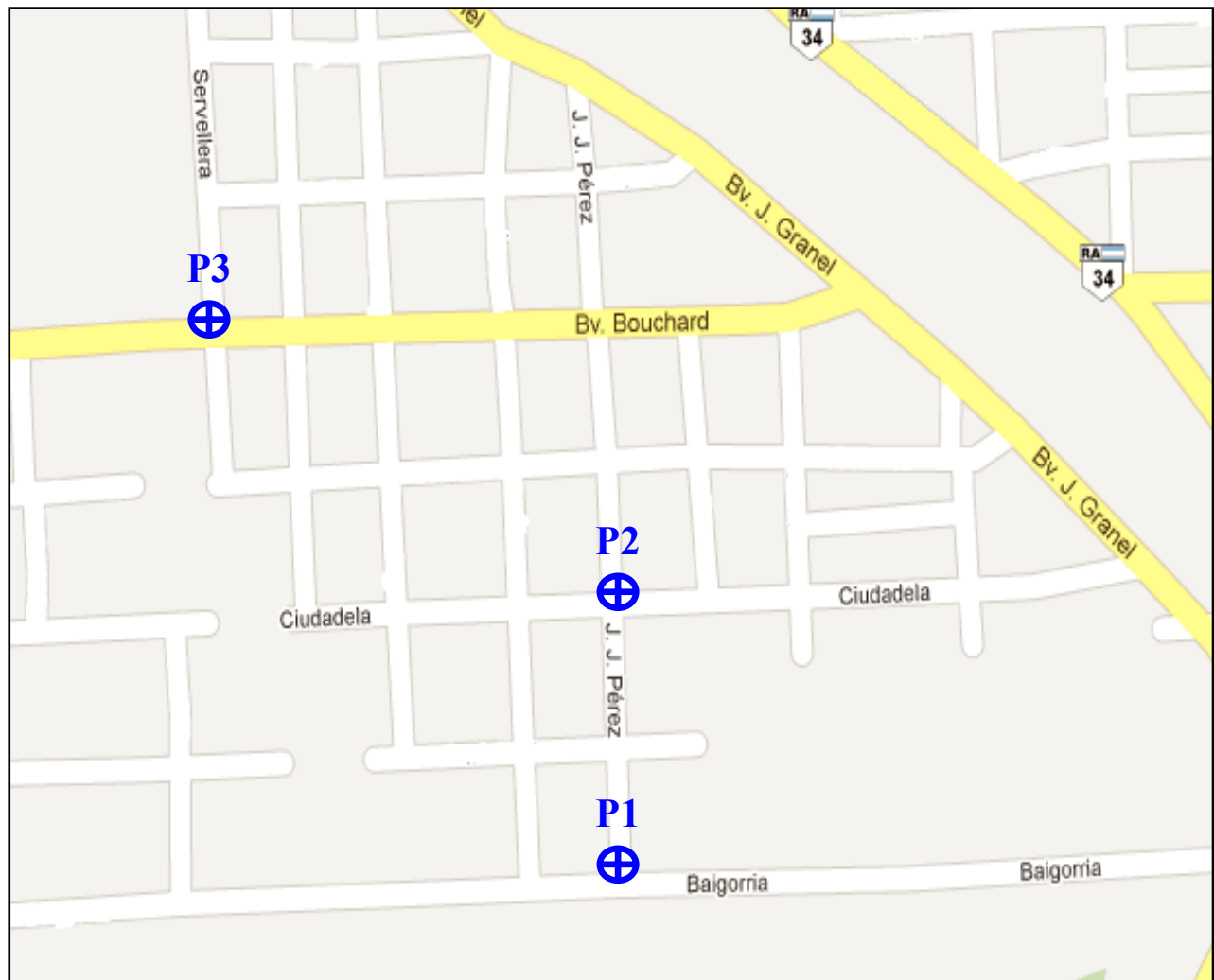
Determinación de límite plástico e índice de plasticidad según IRAM 10.502.

Clasificación de suelos por S.U.C.S. (Casagrande) según AASHTO M145-66 - IRAM 10.509.

Ensayos granulométricos sobre tamices según IRAM 10.507.

Ensayos triaxiales escalonados rápidos según IRAM 10.529/74.

III.- CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PERFORACIONES



Nivel de referencia: IGN.

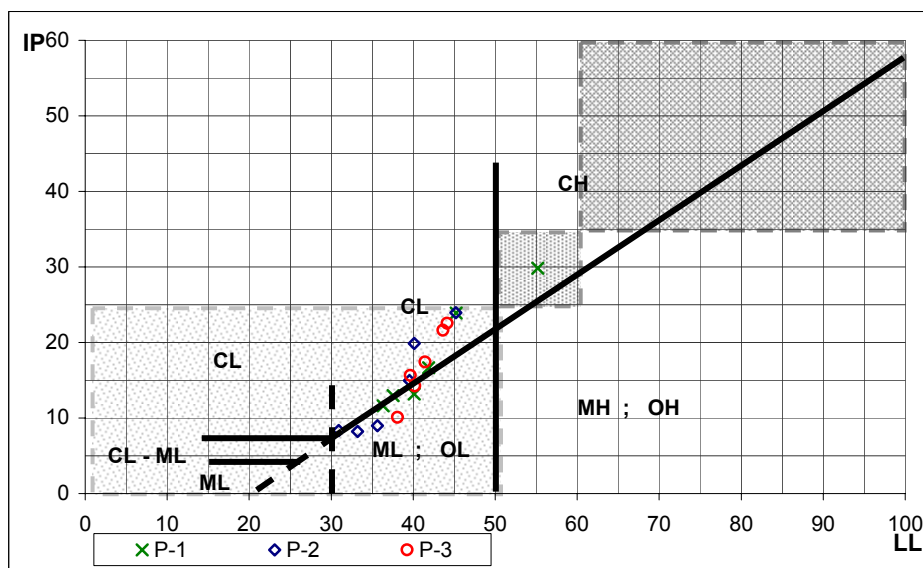
P-1 = +16,16 m

P-2 = +16,37 m

P-3 = +16,78 m

IV.- CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (S.U.C.S. - Casagrande)

DIVISION PRINCIPAL			SIMBOLO	NOMBRES TIPICOS	Clasificación basada en el porcentaje de finos. Menos del 5% pasa por el tamiz n° 200 GW, GP, SW, SP. Más del 12% pasa por el tamiz n° 200 GM, GC, SM, SC. Entre el 5 y el 12 % se utilizan símbolos dobles (ej SM-SW)
SUELOS DE GRANO GRUESO 50% o más es retenido por el tamiz n° 200.	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz n° 4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.	
			GP	Gravas y mezclas de grava y arena mal graduadas con pocos finos o sin finos.	
		GRAVAS CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava arena y limo.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla.	
	ARENAS más del 50 % de la fracción gruesa pasa el tamiz n° 4.	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o sin finos.	
			SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o sin finos.	
		ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arenay limo.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena y arcilla.	
SUELOS DE GRANO FINO 50% o más pasa por el tamiz n° 200.	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido de 50 % o inferior.	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.	Con límite líquido, límite plástico se clasifica en la Carta de Casagrande.	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla.		
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido superior a 50%.	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o limos plásticos.		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.		
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media.		
Suelos Altamente orgánicos		PT	Turba, estiércol y otros suelos.		

CARTA DE CASAGRANDE.

Calificación del Potencial de Expansión según W.E.S. (Waterways Experimental Station - U.S. Army Corps of Engineers)

BAJO LL < 50 ; IP < 25

MEDIO 50 > LL < 60 y 25 > IP > 35

ALTO LL > 60 ; IP > 35

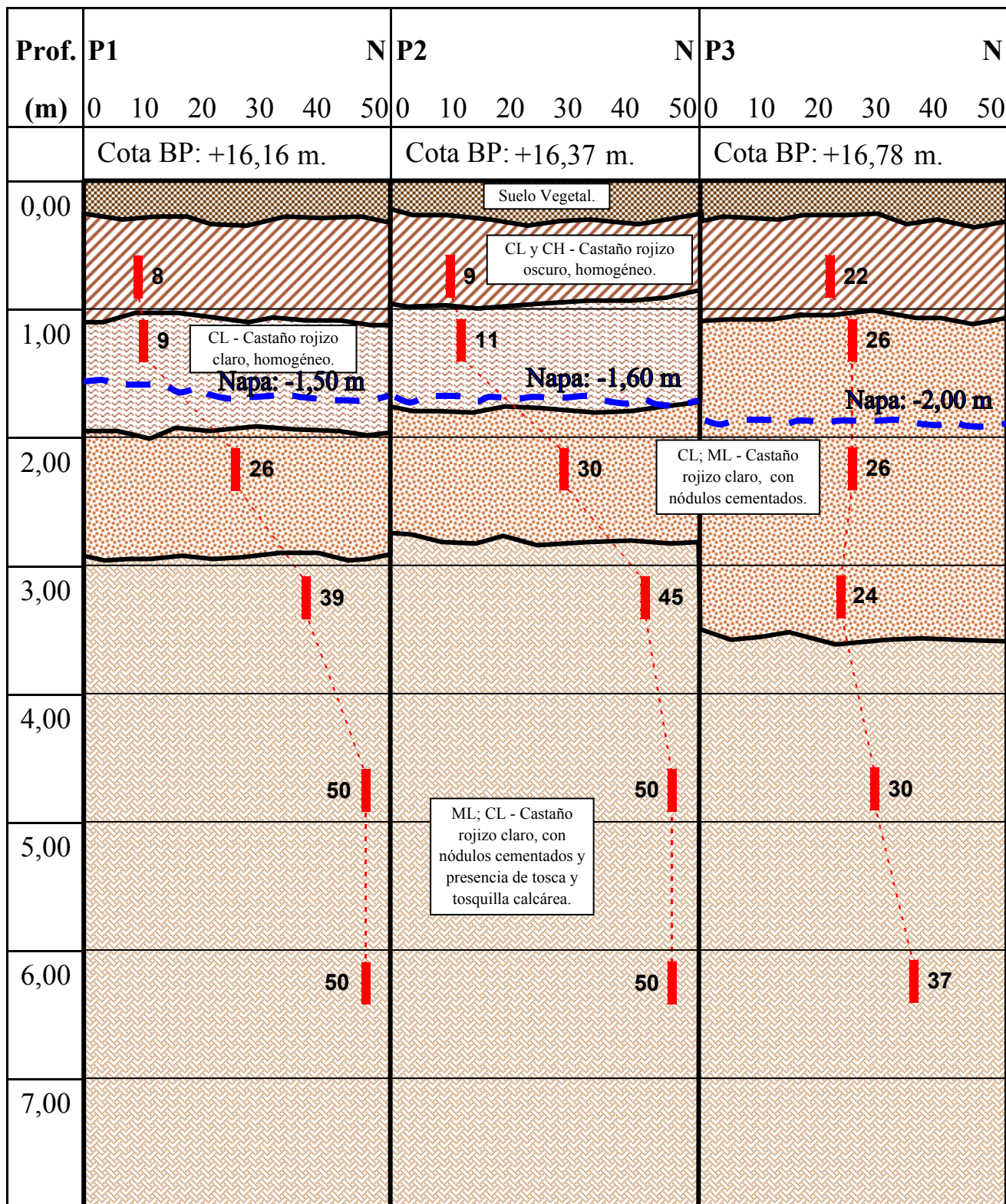
ENSAYO NORMALIZADO DE PENETRACION DE TERZAGHI (S.P.T.)

Durante la ejecución de las perforaciones se llevó a cabo el ensayo de penetración, que consiste en la hincada del sacamuestras a través de 45 cm del suelo, mediante una masa de 70 kg de peso y 70 cm de caída libre. El número de golpes necesario para penetrar los últimos 30 cm es el resultado del ensayo, y el mismo permite valorar la consistencia de los suelos en la siguiente forma:

Número de golpes	Consistencia
0 a 2	muy blanda
2 a 4	blanda
4 a 8	Medianamente compacta
8 a 15	compacta
15 a 30	muy compacta
más de 30	dura

V.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se representa aquí el perfil tentativo de la estratigrafía del suelo, basado en el reconocimiento y clasificación de las muestras ensayadas en laboratorio. Además, se indican los resultados de las sucesivas realizaciones del Ensayo normalizado de penetración de Terzaghi (SPT).



VI.- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

Con los valores obtenidos del ensayo de Terzaghi (S.P.T.), los datos recopilados en las tareas de campaña y las determinaciones de laboratorio, se ha calculado la capacidad portante del suelo en los distintos niveles y se ha confeccionado el siguiente cuadro de cotas y tensiones admisibles, para cargas estáticas.

En la determinación de estos valores se consideró:

- un coeficiente de seguridad a la rotura del suelo igual a: 3
- un asentamiento máximo de: 2,5 cm.

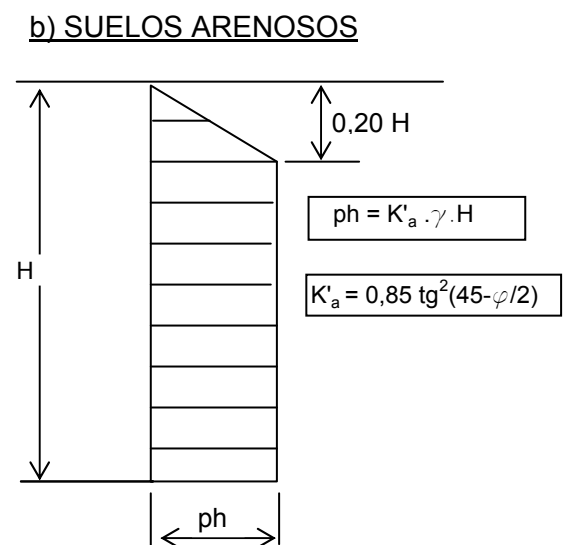
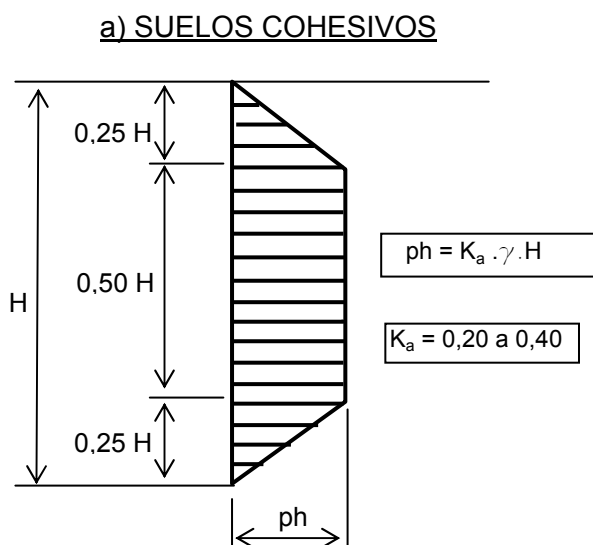
Profundidades referidas a Boca de Pozo	Cotas referidas a Nivel 0,00 de referencia	Tensiones admisibles para bases aisladas Kg/cm2	Coeficiente de Balasto Kg/cm3	Tensiones admisibles para zapatas continuas Kg/cm2
0,60 a 1,00	+15,90 a +15,50	-----	1,70 - 4,20*	0,90 - 1,70*
1,00 a 1,50	+15,50 a +15,00	1,40 - 2,50*	3,50 - 7,00*	-----
2,00 a 2,50	+14,50 a +14,00	3,20	8,40	-----
3,00 a 3,50	+13,50 a +13,00	3,90	9,80	-----
4,00 a 4,50	+12,50 a +12,00	4,90	10,00	-----

Observaciones:

- La napa freática fue detectada a una profundidad de entre 1,50 m y 2,00 m (en cota +14,80 m), durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de septiembre de 2011.
- Los valores con (*) son aplicables a la zona de influencia del pozo de sondeo P3, donde el suelo a esa profundidad posee una consistencia mayor.

DIAGRAMAS DE EMPUJES EN PARAMENTOS VERTICALES

- Estos diagramas corresponden a las hipótesis de: una rotura plana, para un macizo homogéneo, con superficie libre horizontal, limitado por una pantalla vertical lisa.



VII.- DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

A partir de los resultados de los ensayos triaxiales y teniendo presente que la napa de agua subterránea no afecta las cotas de fundación, podemos aplicar a estos valores la fórmula general de capacidad de carga para suelos cohesivos, donde los coeficientes N_c , N_q y N_γ son los indicados por Terzaghi.

$$\sigma_{\text{adm}} = q / A = \{ C N_c + (\gamma-1) D N_q + (\gamma-1) R_m N_\gamma \} / v, \quad v = 3$$

Para bases aisladas

Lado = 2,00 m.

$$R_m = A/4 = 0,500 \text{ m.}$$

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	Pi Mi	C [kg/cm2]	φ °	γ [t/m3]	Nc	Nq	Ng	q [t/m2]
-1,00	0,50	P3 M1	1,13	17	1,98	11,8	4,2	1,6	45,42
-1,50	1,00	P1 M2	0,63	15	2,03	10,5	3,6	1,2	23,39
-1,50	1,00	P2 M2	0,51	14	1,96	10,5	3,6	1,2	19,31
-2,50	2,00	P1 M3	0,68	26	1,93	21,0	10,7	7,0	55,14
-2,50	2,00	P2 M3	0,68	23	1,94	18,4	8,5	5,2	48,00
-2,50	2,00	P3 M3	0,57	19	1,92	14,0	5,6	2,7	30,53
-3,50	3,00	P1 M4	0,62	26	1,94	23,0	11,7	8,8	59,64

Para zapatas continuas

Ancho = 0,20 m.

$$R_m = A/2 = 0,10 \text{ m.}$$

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	Pi Mi	C [kg/cm2]	φ °	γ [t/m3]	Nc	Nq	Ng	q [t/m2]
-4,00	4,00	Valor Ponde- rado	0,69	27	1,99	25,0	13,1	10,8	75,15

VIII.- ANÁLISIS DE LOS POSIBLES ASENTAMIENTOS INICIALES

Formula general:

$$S = DH \cdot (st - sc) \cdot k \cdot mv$$

Nomenclatura:

S: Asentamiento, en centímetros.

q: Densidad del suelo, en kg/cm³.

DH: Espesor del manto considerado, en centímetros.

Df: Cota de fundación.

sc: Tensión de confinamiento, en Kq/cm2.

k: Factor de fundación de la profundidad.

st: Tensión aconsejada, en Kg/cm².

mv: Módulo edométrico, en cm^2/kg .

Estimación de asentamientos para una zapata de ancho:

2,00 m

Para cota de fundación: -2,00 m. De T.N.

Tensión de trabajo estimada: 3,20 Kg/cm²

Nº	Df cm	γ kg/cm3	sc Kg/cm2	(st-sc) kg/cm2	ΔH cm	k	mv cm2/kg	S cm
1	200	0,0019	0,370	2,830	40	1,0	0,008	0,860
2	240	0,0019	0,444	2,756	40	0,8	0,008	0,661
3	280	0,0019	0,518	2,682	40	0,4	0,008	0,300
4	320	0,0019	0,592	2,608	40	0,2	0,008	0,125
5	360	0,0019	0,666	2,534	40	0,1	0,008	0,081
				ASENTAMIENTO en cm.				2,028

IX - ESTABILIDAD TALUDES DE EXCAVACIÓN.

El análisis de la estabilidad de un talud vertical libre, desprovisto de entibación, puede comenzarse suponiendo un tipo de rotura plana, según la superficie marcada como 1-3 en la figura. Nos interesa determinar la altura crítica (h_{cr}), es decir, la altura que podrá excavarse con seguridad, sin necesidad de apuntalamientos. Del equilibrio de fuerzas y momentos surge la expresión siguiente:

$$h_{cr} = \frac{4 \cdot c \cdot \operatorname{tg}(45^\circ + \phi/2)}{\gamma}$$

donde c : cohesión interna del suelo

γ : densidad del suelo

ϕ : ángulo de fricción interna

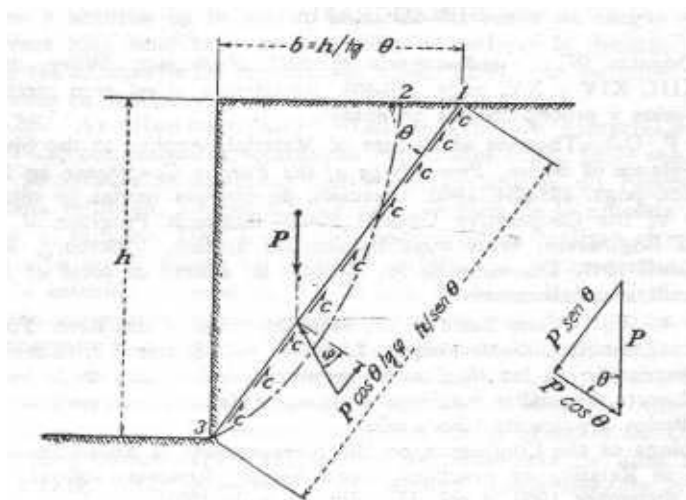
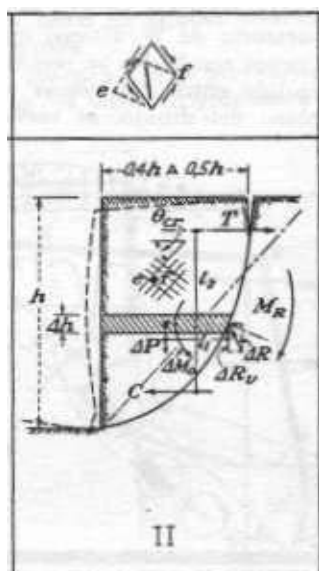


FIG. 8-1.—Análisis de la estabilidad de un talud vertical.

Sin embargo, tanto este estudio como el realizado por Fellenius sobre superficies de rotura circulares (2-3 en la figura), arrojan valores de altura crítica demasiado altos respecto de los que demuestra la experiencia.

A partir de esta observación, comenzaron a estudiarse los efectos de las tracciones que se producen en el suelo en la proximidad de la superficie, según se ve en la figura de más abajo.

Terzaghi tiene en cuenta este efecto, reduciendo la altura crítica calculada según la



expresión anterior con un factor 2/3, y recomienda tomar los valores característicos del suelo en forma conservadora, adoptando además un coeficiente de seguridad no menor a dos.

Si se arrimara un equipo pesado (rodados) al borde de la excavación, o si se acopian materiales, produciéndose una solicitación adicional valorada como p (fuerza repartida en unidad de área, por ejemplo kg/cm^2), debe tenerse en cuenta una disminución de h_{cr} , dada por la siguiente relación:

$$R_h = p / \gamma.$$

Resumiendo todas las consideraciones y efectos antes citados, la expresión de la altura crítica queda:

$$h_{cr} = \frac{2 \cdot 4 \cdot c}{3 \cdot \gamma \cdot v} \cdot \text{tg}(45^\circ + \phi/2) - R_h$$

A partir de la información disponible de los Estudios de Suelos realizados en la zona, se adoptaron como parámetros promedio del suelo los siguientes valores:

De 0,00 a 3,50 m $c = 0,51 \text{ kg}/\text{cm}^2$

$$\phi = 14^\circ$$

$$\gamma = 1,96 \text{ kg}/\text{dm}^3$$

$$h_{cr \text{ max.1}} = 4,44 \text{ m, con } v = 2$$

A partir de los 3,50 m de profundidad se detecta un cambio en la resistencia del suelo. Para el suelo que se encuentra por debajo de la cota mencionada se calcula h_{cr} de la siguiente forma:

A partir de 3,50 m $c = 0,69 \text{ kg}/\text{cm}^2$

$$\phi = 27^\circ$$

$$\gamma = 1,99 \text{ kg}/\text{dm}^3$$

$$h_{cr \text{ max.2}} = 7,26 \text{ m, con } v = 2$$

Conclusión: El suelo será estable sin entibación hasta los 7,26 m con coeficiente de seguridad es $v = 2,00$.

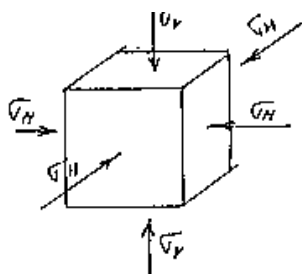
Este valor estará condicionado por los siguientes factores:

- 1- Se han empleado valores del Estudio, pudiendo variar los parámetros del suelo, por tratarse de un material heterogéneo.
- 2- Al mismo tiempo, sobre los parámetros de corte disponibles, se adoptó el valor más reducido.
- 3- Este análisis tiene en cuenta que no se colocarán cargas en la proximidades de la excavación.

X.- ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD EN TÚNELES

Planteo general del problema, análisis de la estabilidad de un túnel de sección circular:

Tensiones en el contorno de excavación de túneles de sección circular en un suelo elástico, homogéneo e isótropo.



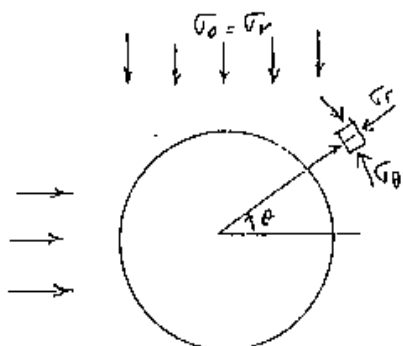
$$\sigma_v = \sigma_o = \gamma_s H$$

$$\sigma_h = K \gamma_s H.$$

$$\text{donde } K = \frac{\nu}{1-\nu}$$

ν = coeficiente de Poisson.

$$\nu = \frac{\epsilon_h}{\epsilon_v} = 0,4 \text{ a } 0,5 \text{ para arcillas compactas}$$

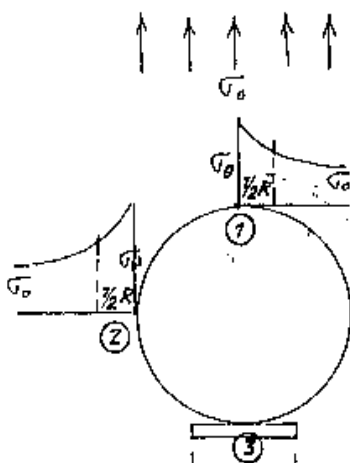


Para la sección circ.
se resulta:

$$\sigma_r = 0$$

$$\sigma_\theta = \sigma_o [(1+K) + 2(1-K)\cos 2\theta]$$

$$r = 0$$



TENSIONES EN LOS ESTRIBOS (2) Y EN LA CLAVE (1)

σ_θ para $\theta = 90^\circ$ (en la clave)

$$\sigma_\theta = (3K-1)\sigma_o$$

σ_θ para $\theta = 0^\circ$ (en las secciones diam.
metros horizontales)

$$\sigma_\theta = (3-K)\sigma_o$$

$$\sigma_{\theta \max} = 2\sigma_o \quad (\theta = 0^\circ \text{ y } \nu = 0,5 \text{ K}=1)$$

$$\sigma_{\theta \max} = 2,18\sigma_o \quad (\theta = 0^\circ \text{ } \nu = 0,45 \text{ K}=0,82)$$

$$\sigma_{\theta \max} = 2,52\sigma_o \quad (\theta = 0^\circ \text{ } \nu = 0,4 \text{ K}=0,68)$$

Datos del Suelo	C=0,69 Kg/cm ² , $\phi=27^\circ$, $\gamma=1,99\text{t/m}^3$
TAPADA APROX.	4,00
DIAMETRO EXCAV.	2,00
$\sigma_s \text{ max.}$	19,90
$\sigma_s \text{ adm.} = \sigma_{\text{adm}}/2$	37,60
Valor e	2,50

El valor e corresponde al espesor del estrato resistente por encima de la clave, donde debe verificarse un $N > 15$ con un espesor de estrato $e > 1,5 D$.

Conclusiones:

Debido a que el nivel de agua subterránea se ubica a partir de la cota 14,70 m (a 1,50 m del terreno natural) de profundidad, , será necesario realizar un abatimiento del nivel de agua subterránea para materializar la obra.

El análisis efectuado, para una sección circular, indica que es posible la ejecución de túneles sin entibación, el estrato de suelo atravesado por las excavaciones se encontrará muy húmedo por la presencia previa de la napa, con lo cual si bien el suelo resulta estable y tendrá un coeficiente de seguridad razonable, el hecho de que la obra se desarrolle en zona urbana merece una especial atención, por la presencia de: pozos absorbentes, instalaciones y servicios subterráneos , que han alterado el suelo previamente y no fueron detectados en los sondeos que integran este informe

En el caso del encuentro de túneles con paramentos verticales, debe tenerse presente que se superpone el estado tensiones generado por la excavación del túnel con las generadas por los empujes sobre paramentos verticales, resultando estos encuentros secciones críticas que requieren una especial atención. Se recomienda redondear las esquinas para el caso de secciones rectangulares, debido a una concentración de tensiones que es cuatro veces superior a las producidas en los paramentos verticales.

Por tratarse el suelo de un material heterogéneo, se recomienda trabajar con todas las medidas de seguridad que las reglas del arte imponen.

El hecho que se pueda excavar el túnel sin escudos o apuntalamientos especiales no exime de calcular el recubrimiento del túnel con los empujes correspondientes, debido a que los mismos se desarrollarán con el tiempo. Las distribuciones de tensiones y deformaciones van entonces evolucionando con el tiempo, tanto en el interior del macizo como en los empujes que se producirán sobre un revestimiento.

**Ing. Juan Carlos Rosado y Asoc.
Ingenieros Civiles**

XI.- ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDAD NATURAL

HUMEDAD NATURAL

LIMITES DE ATTERBERG

GRANULOMETRIA SOBRE #200

COHESIÓN

ÁNGULO DE FRICCIÓN

MÓDULO EDOMÉTRICO

SONDEO 1

FECHA: Septiembre de 2011.

COTA DE LA NAPA FREATICA: +14,80 m

COTA DE BOCA DE POZO: +16,16 m

Muestra	PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	Nº de golpes S.P.T.						Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ³	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Límites y granulometrías										C [kg/cm ²]	ϕ^0	mv [cm ² /kg l]
				0	10	20	30	40	50							0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
B.P.	0.00	+16,16								Suelo vegetal.																		
1	1,00	15,16	8							CH	1,94	30,90	55,18	25,33	99,10													
2	1,50	14,66	9							CL	2,03	31,72	45,23	21,33	98,62													
3	2,50	13,66	26							ML	1,93	26,52	36,35	24,75	97,36													
4	3,50	12,66	39							CL	1,94	25,49	37,54	24,56	96,51													
5	5,00	11,16	50							ML	1,97	24,59	40,12	26,95	93,22													
6	6,50	9,66	50							CL	1,95	28,51	41,89	25,24	90,79													

SONDEO 2

FECHA: Septiembre de 2011.

COTA DE LA NAPA FREATICA: +14,80 m

COTA DE BOCA DE POZO: +16,37 m

Muestra	PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	Nº de golpes S.P.T.						Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm3	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Límites y granulometrías												C [kg/cm ²]	φ^o	mv [cm2/kg]	
				0	10	20	30	40	50							0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
B.P.	0.00	+16,37								Suelo vegetal.																					
1	1,00	15,37	9							CL	Castaño rojizo oscuro, homogéneo.	1,87	31,77	45,21	21,25	99,02															
2	1,50	14,87	11							CL	Castaño rojizo claro, homogéneo, muy húmedo.	1,96	29,18	40,12	20,25	98,60												0,51	14	0,012	
3	2,50	13,87	30							CL	Castaño rojizo claro, muy húmedo, con nódulos cementados.	1,94	35,46	39,55	24,58	97,25												0,68	23	0,007	
4	3,50	12,87	45							CL	Castaño rojizo claro, con nódulos cementados y presencia de tosca y tosquilla calcárea.	1,97	29,94	30,92	22,56	94,22															
5	5,00	11,37	50							ML		1,98	21,31	35,62	26,62	91,63															
6	6,50	9,87	50							ML		1,96	27,26	33,20	24,99	89,38															

SONDEO 3

FECHA: Septiembre de 2011.

COTA DE LA NAPA FREATICA: +14,80 m

COTA DE BOCA DE POZO: +16,78 m

Muestra	PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T .	Nº de golpes S.P.T.						Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ³	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Límites y granulometrías										C [kg/cm ²]	φ^o	mv [cm ² /kg]	
				0	10	20	30	40	50							0	10	20	30	40	50	60	70	80	90				100
B.P.	0.00	+16,78								Suelo vegetal.																			
1	1,00	15,78	22							CL	1,98	24,53	44,13	21,58	98,66												1,13	17	0,007
2	1,50	15,28	26							CL	1,96	34,61	41,44	24,01	97,56														
3	2,50	14,28	26							CL	1,92	33,43	43,62	22,03	93,62												0,57	19	0,008
4	3,50	13,28	24							CL	1,92	30,85	39,65	24,01	95,12														
5	5,00	11,78	30							ML	1,99	31,53	38,09	28,01	90,02												0,69	27	0,007
6	6,50	10,28	37							ML	1,94	22,08	40,22	25,98	91,79														

XII.- CONCLUSIONES

A) Características generales del suelo:

A partir de haber reconocido, ensayado y clasificado en laboratorio las muestras obtenidas en campo, se puede realizar una descripción de las características generales de los suelos:

- Un primer estrato de suelo de suelo arcilloso CL y CH, de coloración castaño rojizo oscuro, homogéneo, de consistencia compacta, muy compacta en la zona de P3, que se extiende hasta una profundidad aproximada de 1,00 m.
- Le sigue un estrato de suelo arcilloso CL, de coloración castaño rojizo claro, homogéneo, de consistencia compacta, que alcanza una profundidad cercana a los 2,00 m.
- Luego se detecta un manto de suelo arcilloso CL y en menor medida limoso ML, de color castaño rojizo claro, con nódulos cementados, de consistencia muy compacta, que se extiende hasta una profundidad aproximada de entre 3,00 m y 3,50 m.
- A continuación, y hasta el final de los sondeos realizados, el suelo detectado clasifica como limo ML y como arcilla CL, es de color castaño rojizo claro, con nódulos cementados y presencia de tosca y tosquilla calcárea, de consistencia dura.

El nivel de aguas subterráneas fue detectado a una profundidad de entre 1,50 m y 2,00 m (en cota +14,80 m), durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de septiembre de 2011.

B) Recomendaciones:

Teniendo presente las características de los suelos encontrados y la tipología de las estructuras a fundar, se consideran aplicables las siguientes recomendaciones:

Para ejecutar construcciones en la zona, utilizar los valores de tensión admisible detallados en el cuadro del punto VI, donde a título de ejemplo una zapata fundada a -2,00 m respecto de boca de pozo, la tensión admisible es de 3,20 kg/cm².

Según la estimación realizada en el Punto VIII, el asentamiento inicial de una zapata de 2,00 m de ancho será del orden de 2,02 cm si se utiliza la tensión admisible recomendada. Una zapata más ancha ocasionará un mayor asentamiento.

Para las excavaciones previstas por debajo del nivel freático se deberá contar con un sistema de abatimiento de napas.

La excavaciones verticales en suelos naturales serán estables en excavaciones verticales en la profundidad estable, pero por tratarse de una zona urbana con alteraciones frecuentes producidas por la acción del hombre como pozos adsorbentes, cañerías de servicios públicos, rellenos deficientemente compactados, etc , se recomienda que siempre que se deba trabajar en el interior del zanjeo el empleo de una entibación de seguridad.

En el punto VI se brindan los diagramas de empujes a tener en cuenta en el diseño de entibaciones, que en este caso por tratarse de arcillas con fricción; por la presencia de tosquillas y cementaciones; combinaría ambos diagramas.

También resulta factible la excavación en túnel, si los diámetros del conducto lo permiten y el túnel se desarrolla por debajo de la cota de 12,50 IGN con una tapada del orden de 4,00 m , de forma que el conducto se desarrolle dentro de los mantos de suelo de consistencia compacta que permitan el trabajo del efecto de arco.

Al momento de la apertura de excavaciones y/o perforaciones se recomienda una especial atención por parte del director de obra, a fin de observar cualquier anomalía que eventualmente pudiera presentarse y pudiera afectar las fundaciones y excavaciones , y que no hubiera sido detectada en los sondeos puntuales del presente informe. Especialmente en los zanjeos que se realicen sobre veredas, es muy importante, previo al inicio de las tareas, el relevamiento de servicios enterrados y de pozos absorbentes en los jardines al frente de las viviendas, dado que los mismos constituyen factores puntuales de la degradación de la calidad mecánica de los suelos, haciéndoles perder su capacidad de tolerar una excavación vertical.

Ante las solicitudes originadas por el efecto viento, calculadas de acuerdo al CIRSOC 102, las tensiones admisibles pueden incrementarse en un 20 %.

Rosario, 16 de Septiembre de 2011.

Juan Carlos Rosado & Asociados
Ingenieros Civiles