



OBRA: PUENTE # 5

REQUIRENTE: UTN

**Ubicación: Vías del FFCC Gral. Urquiza y Río Luján, Luján,
Provincia de Buenos Aires**

ESTUDIO DE SUELOS



CONTENIDO

1	OBJETIVO	3
2	ENSAYOS.....	3
2.1	TAREAS DE CAMPO	3
2.2	TAREAS DE LABORATORIO	4
3	DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO	5
3.1	UBICACIÓN DE LAS PERFORACIONES.....	5
3.2	ESTRATIGRAFÍA	5
3.3	ENSAYOS PENETROMÉTRICOS	6
3.4	NIVEL FREÁTICO	6
3.5	ANÁLISIS QUÍMICOS	6
4	RECOMENDACIONES.....	7
4.1	FUNDACIÓN INDIRECTA	7
4.2	CARGAS ACCIDENTALES	7
4.3	POTENCIAL AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND FRAGUADO	8
4.4	ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN	8
4.5	ESTRUCTURAS VERTICALES	8
5	ANEXO I: DEDUCCIÓN DE CARGAS ADMISIBLES.....	9
6	ANEXO II: REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	10
7	ANEXO III: PLANILLAS RESUMEN DE SONDEOS.....	13

OBRA: PUENTE # 5

REQUIRENTE: UTN

**Ubicación: Vías del FFCC Gral. Urquiza y Río Luján, Luján,
Provincia de Buenos Aires**

ESTUDIO DE SUELOS

1 OBJETIVO

Con el objeto de determinar el tipo de fundación más conveniente a adoptar para la obra de referencia a construirse en las vías del FFCC Gral. Urquiza y Río Luján, Luján, provincia de Buenos Aires, se ejecutaron dos (2) sondeos de veinticinco metros (25,0 m) a los fines de investigar los diferentes tipos de suelo presentes en el lugar y deducir las características físico-mecánicas del subsuelo.

2 ENSAYOS

2.1 Tareas de Campo

Se realizaron ensayos normalizados de penetración a cada metro (1,00 m) entre la superficie del terreno natural y hasta los veinticinco metros (25,0 m) de profundidad. A través de estos ensayos se valoró cuantitativamente la compacidad relativa de los diferentes estratos atravesados mediante la determinación del número de golpes N necesario para una hincia de 30 cm de una herramienta normalizada, en un suelo no alterado por el avance de la perforación, con una energía de impacto de 49 kgm (ASTM D 1586).

Se recuperaron muestras representativas de suelo, alteradas e inalteradas, identificándolas y empaquetándolas de manera hermética, para conservar inalterables sus condiciones naturales de humedad (ASTM-D-1587).



Se delimitó la secuencia y espesor de los diferentes estratos por reconocimiento tacto visual de los suelos extraídos.

Se procedió a la medición del nivel libre de aguas freáticas, una vez estabilizado dicho nivel.

Mediante un geoposicionador de mano (GPS) se relevaron las ubicaciones geográficas (WGS 84) de las bocas de perforación.

2.2 Tareas de Laboratorio

Sobre la totalidad de las muestras obtenidas se han realizado los siguientes ensayos:

- Contenido natural de humedad, referido a peso de suelo seco en estufa a 110°C. (ASTM D 2216).
- Observación macroscópica de las muestras: color, textura, concreciones calcáreas, materia orgánica, óxidos, etc.
- Límites de Atterberg: líquido y plástico; por diferencia: índice de plasticidad. (ASTM D 4318).
- Determinación de la fracción menor de 74 μ (limo + arcilla) por lavado sobre el tamiz standard N° 200. (ASTM D 1140).
- Análisis granulométrico por tamizado sobre la serie estándar de tamices. (ASTM D 422).
- Clasificación de los suelos, por textura y plasticidad, conforme al Sistema Unificado de A. Casagrande. (ASTM D 2487).

Sobre las muestras obtenidas sin signos visibles de perturbación estructural:

- Ensayos Triaxiales No Consolidados No Drenados. (ASTM D 2450).
- Determinación del Peso Unitario de las muestras (PUV) en estado natural.

Sobre una muestra de agua se realizaron las evaluaciones analíticas establecidas por el CIRSOC para la determinación de la potencial agresividad al hormigón de cemento portland fraguado:

- Amonio (IRAM 1872)
- pH (IRAM 1872)
- Magnesio (IRAM 1872)
- Agresividad (IRAM 1708)
- Sulfatos (IRAM 1872)

Sobre muestras de suelo se realizaron las determinaciones analíticas establecidas por el CIRSOC para el análisis de la potencial agresividad al hormigón de cemento portland fraguado:

- Índice de Acidez (IRAM 1707-1)



- Sulfatos (IRAM 1873)

3

3.1

DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

Ubicación de las perforaciones

Las perforaciones se ubicaron según las coordenadas geográficas que se muestran a continuación:

Sondeo	Latitud	Longitud
Sondeo N° 1	S 34° 27' 08,9"	W 58° 58' 19,4"
Sondeo N° 2	S 34° 27' 10,7"	W 58° 58' 16,1"

En la imagen satelital siguiente, obtenida mediante el auxilio de la aplicación Google Earth, se muestra la ubicación de las perforaciones.



3.2

Estratigrafía

La pila estratigráfica está formada por los siguientes mantos:

- Desde la superficie natural hasta aproximadamente los 2,00 m de profundidad se encuentra suelo vegetal (OL) de matriz limo arcillosa mezclado con material de aporte (relleno), de coloración parda virando a parda con vetas claras.
- Entre los 2,00 y 3,00 m de profundidad en el sondeos N° 1 se halla un estrato de sedimentos arcillo limosos con arenas finas de coloración parda. Se detectan concreciones calcáreas (tosquillas). Son denominados CL de acuerdo a la clasificación de suelos del Ing. Casagrande.
- Entre los 3,00 m y 16,00 m de profundidad en el sondeo N° 1 y entre los 2,00 m y 20,00 m en el sondeos N° 2 se extienden sucesivas intercalaciones de



sedimentos limo arcillosos, arcillo limosos, limo arenosos y limo arcillo arenosos, con arenas finas y algo de conchilla, de coloración gris verdosa virando a gris verdosa con motas blancas, gris, gris oscura, castaño con vetas claras, castaño grisácea, castaño rosada y castaño rojiza hacia abajo. Entre los 7,00 y 9,00 m y entre los 13,00 y 15,00 m en el sondeo N° 1 se hallan arenas limosas de coloración gris verdosa virando a gris clara y castaño rojiza a mayor profundidad. Se detecta la presencia de concreciones calcáreas en forma nodular o tosquillas de regular tamaño y abundantes otorgando a la textura aspecto toscoso. Entre los 4,00m y 6,00 m el perfil presenta elevado tenor de humedad. Son ML, MH, CL-ML, SM y GM.

- Por debajo de los 16,00 m de profundidad en el sondeo N° 1, y de los 20,00 m en el sondeo N° 2, y hasta el límite investigado (25,00m) se extiende un manto de arenas limosas de coloración castaño rosada virando a castaño rojiza hacia abajo, con alto contenido de nódulos calcáreos. Son SM.

3.3 Ensayos Penetrométricos

De los menores resultados obtenidos a cada nivel en los ensayos penetrométricos (SPT) y valorados según la escala de Terzaghi para suelos finos, los mantos atravesados se pueden tratar como:

- Hasta 3,00 m: *blandos*
- Entre 3,00 y 7,00 m: *semifluidos*
- Entre 7,00 y 9,00 m: *muy sueltos a sueltos* los sedimentos gruesos y *compactos* los sedimentos finos.
- Entre 9,00 y 13,00 m: *muy compactos a duros*
- Entre 13,00 y 20,00 m: *densos* los sedimentos gruesos y *muy compactos a duros* los sedimentos finos
- Entre 20,00 y 25,00 m: *densos*.

3.4 Nivel Freático

A la fecha de ejecutadas las perforaciones (setiembre de 2017) en la profundidad investigada se detectó la presencia de agua libre a 2,50 m en el sondeo N° 1 y a 2,20 m en el sondeo N° 2.

3.5 Análisis Químicos

Sobre una muestra de agua tomada de la napa freática se efectuaron los siguientes análisis químicos:

Determinación	Sondeo N°
Amonio	0,20 mg/l
pH	7,88 u de pH
Magnesio	25,4 mg/l
Agresividad	27,1 mg/l
Sulfatos	174 mg/l



Sobre muestras de suelo, representativas de distintas profundidades, se efectuaron los siguientes análisis químicos:

Muestra y profundidad	Determinación	
	Índice de Acidez	Sulfatos
Sondeo 1, 2,55 a 3,00 m	0,80 ml NaOH/100g	0,0044 %
Sondeo 2, 1,55 a 2,00 m	1,20 ml NaOH/100g	0,0052 %
Sondeo 2, 4,55 a 5,00 m	2,0 ml NaOH/100g	0,0181 %

4 RECOMENDACIONES

Por todo lo expuesto, para las fundaciones de la obra proyectada se dan las siguientes recomendaciones.

4.1 Fundación Indirecta

Pilotes, preexcavados (hormigonados in situ) apoyados al nivel que se indica, se pueden dimensionar con las siguientes cargas específicas:

• Cota de apoyo de las fundaciones, referida al riel existente:	-24,0 m
• Carga Admisible por Punta (qp) a la profundidad de fundación:	200,0 t/m²
• Fricción Lateral Media a lo largo del fuste (fs):	
o entre el terreno natural y -10,0 m	despreciable (*)
o entre los -10,0 m y el nivel de fundación	2,0 t/m²
• Coeficiente de Balasto Horizontal (Cb _H)	
o entre la superficie de terreno natural y los -10,0 m	0,4 kg/cm³
o entre los -10,0 m y el nivel de fundación	5,5 kg/cm³
• Coeficiente de Balasto Vertical (Cb _v) a la cota de fundación	16,0 kg/cm³

(*) Para evitar posibles efectos de fricción negativa y para garantizar la geometría del pilote durante la etapa constructiva, se recomienda encamisar el pilote en toda esta profundidad, hasta cota (relativa al riel) de -10 m.

Deberá considerarse el efecto de grupo si la separación entre ejes es inferior a dos veces y media el diámetro (2,5 D) de los pilotes.

En Anexo I se detallan parámetros adoptados y cargas admisibles deducidas.

4.2 Cargas Accidentales

Para solicitudes accidentales, las cargas admisibles recomendadas se podrán aumentar hasta en un veinticinco por ciento (25 %).



4.3 Potencial Agresividad al Hormigón de Cemento Portland Fraguado

Como consecuencia de los resultados obtenidos, los suelos y agua analizados presentan un rango de agresividad *fuerte* al hormigón de cemento portland fraguado por lo que se recomienda tomar las precauciones usuales para estos casos: utilización de cemento tipo ARS, incremento de los espesores de recubrimiento de las armaduras e incorporación intencional de aire a la mezcla.

4.4 Asentamientos por Consolidación

Al estar en presencia de suelos *semifluídos* hasta cota -10 m (medida desde el nivel de riel existente), con contenidos de humedad elevados, es factible que se manifiesten asentamientos por consolidación por efecto de sobrecargas. Por tal motivo, para el caso de preverse la construcción de terraplenados adicionales, se sugiere construirlos en forma anticipada, y con una altura superior a la de proyecto, en pos de inducir una precarga y así acelerar el desarrollo de los posibles descensos del manto blando, sobre todo en la zona de las losas de acceso al puente.

4.5 Estructuras verticales

Las estructuras verticales (que llegaran a alcanzar una profundidad máxima de 12 m, respecto al nivel actual de riel existente) podrán ser calculadas con el diagrama de empujes del Código de la Ciudad de Buenos Aires para arcillas blandas, con los siguientes parámetros:

Donde :

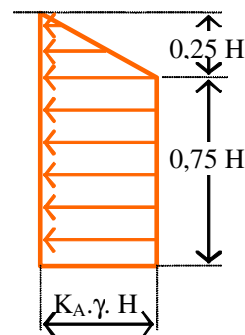
$$\gamma = 1,70 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 1,10 \text{ t/m}^2$$

$$\phi_u = 0^\circ$$

$$K_A = 1 - \frac{4 \cdot m \cdot c}{\gamma \cdot H}$$

$$m = 0,7$$



5 ANEXO I: DEDUCCIÓN DE CARGAS ADMISIBLES

CONSIDERACIONES GENERALES

Nivel de referencia:	Eje del riel existente	0,0 m
Cota mínima de boca de sondeo considerada:		-2,6 m
Cota de fondo de cauce estimada:		-6,8 m
Cota de apoyo de la punta del pilote:		-24,0 m
Longitud constructiva estimada de pilote:		17,2 m
Cota de Socavación estimada:		-10,0 m

A) CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE DE PUNTA

Ángulo de fricción interna (ϕ):	24,00 °
Cohesión (c):	9,50 t/m ²
$N_q : f(\phi)$:	9,60
$N_c : f(\phi)$:	19,32
$N_\gamma : f(\phi)$:	6,89

Peso específico saturado (γ_{sat}):	1,95 t/m ³
Peso específico agua (γ_w):	1,00 t/m ³
Carga efectiva por tapada de suelo: $q' = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot D_f$:	13,30 t/m ²
Profundidad de embebimiento en suelo considerado (D_f):	14,00 m
Diámetro de pilote estimado (B):	0,80 m

D/B en función de la prof. de manto considerado:	17,50
Longitud equivalente:	0,71 m

$S_c = 1 + (0,2 + \tan^6(\phi)) \cdot B/L$:	1,21
$d_c = 1 + (0,35/(B/D) + 0,6/(1 + 7 \cdot \tan^4(\phi)))$:	1,67
$S_{cdc} = f(D/B, \phi)$:	2,02

q_{rp} (carga rotura punta) = $(c \cdot N_c + q' \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B) \cdot S_{cdc}$:	630,04 t/m ²
F_s (coef.seguridad):	3,00

Carga admisible por punta (q_{padm}):	210,0 t/m ²
Carga admisible por punta adoptada (q_{padm}):	200,0 t/m ²

B) CÁLCULO DE TENSION ADMISIBLE DE FRICCIÓN EN EL FUSTE

Cota de Piso del Primer Manto considerado:	-10,00 m
Cota de Piso del Segundo Manto considerado:	-24,00 m

hasta Cota -10 m

Longitud efectiva de manto:	3,20 m
Ángulo de fricción interna (ϕ):	0,00 °
Cohesión (c):	0,00 t/m ²

Coefficiente k adoptado:	0,40
$\delta = 2/3 \phi$:	0,00
F_s (coef.seguridad):	3,00
Carga Admisible Término Cohesivo $[c / F_s]$:	0,00 t/m ²
Carga Admisible Término Granular $[k \cdot \sigma'_v \cdot \tan(\delta)/F_s]$:	0,00 t/m ²
Carga Admisible de fuste hasta Cota -10 m	0,00 t/m ²

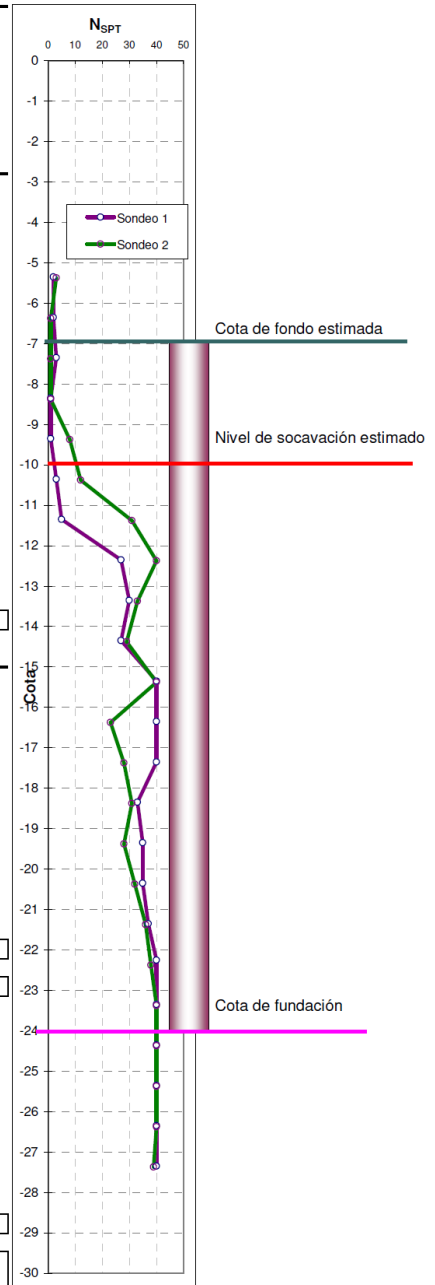
Coefficiente de Balasto Horizontal (CBH) adoptado hasta Cota -10 m	0,40 kg/cm ³
--	-------------------------

entre Cotas -10 m y -24 m

Longitud efectiva de manto:	14,00 m
Ángulo de fricción interna (ϕ):	16,00 °
Cohesión (c):	5,00 t/m ²

Coefficiente k adoptado:	0,70
$\delta = 2/3 \phi$:	10,67 °
F_s (coef.seguridad):	3,00
Carga Admisible Término Cohesivo $[c / F_s]$:	1,67 t/m ²
Carga Admisible Término Granular $[k \cdot \sigma'_v \cdot \tan(\delta)/F_s]$:	0,36 t/m ²
Carga Admisible de fuste entre Cotas -10 m y -24 m	2,00 t/m ²

Coefficiente de Balasto Horizontal (CBH) adoptado entre Cotas -10 m y -24 m	5,50 kg/cm ³
Coefficiente de Balasto Vertical (CBV) adoptado a la Cota de Fundación:	16,00 kg/cm ³



6 ANEXO II: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Acceso a Sondeo 1



Sondeo 1



Sondeo N°1





Sondeo N° 2


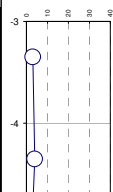
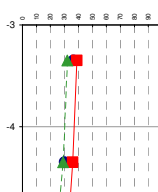
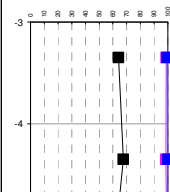
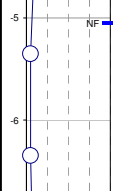
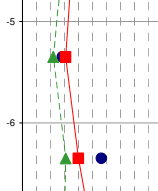
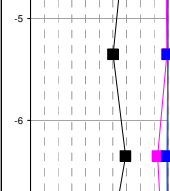
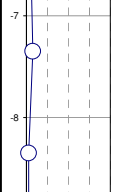
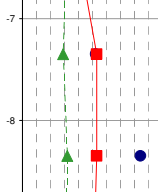
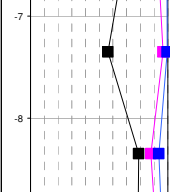
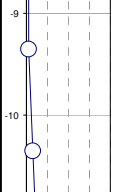
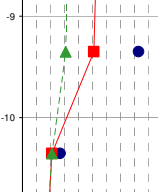
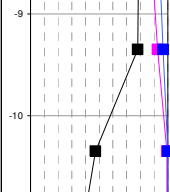
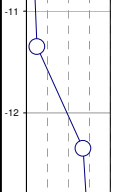
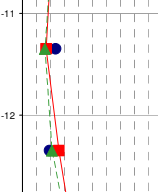
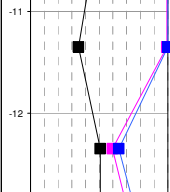
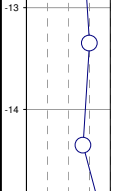
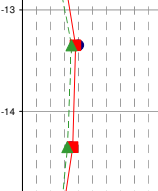
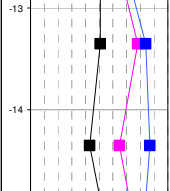
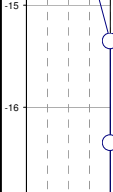
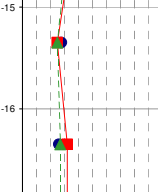
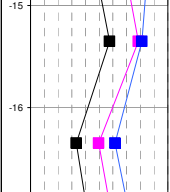
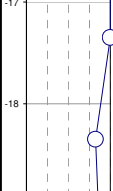
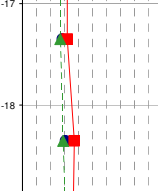
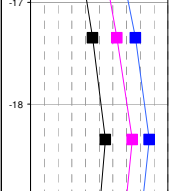
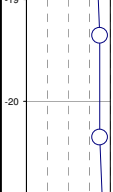
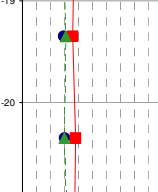
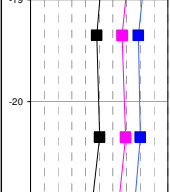
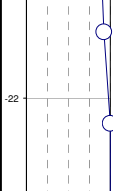
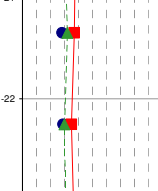
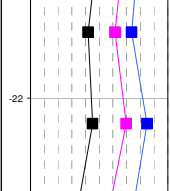




7

ANEXO III: PLANILLAS RESUMEN DE SONDEOS

En las hojas siguientes se muestran planillas que resumen la totalidad de los ensayos de campo y laboratorio realizados para la identificación mecánica del subsuelo y descripción estratigráfica.

<div><div></div><div><div>Asesoría Geotécnica</div><div>Estudios de Suelos</div><div>Proyectos Viales</div><div>Calle 120 N° 202, La Plata - Telefax: 0221 482 7484 - inkaingenieria@gmail.com - www.inkaingenieria.com.ar</div></div></div>															ESTUDIO N° 2017043					
OBRA: Puente															Requirente: UTN					
Ubicación: Pilar, Provincia de Buenos Aires															SONDEO N° 1					
Cotas referidas a: Riel vía existente																				
Cota del Punto de Ref. 0,00 m																				
Cota Boca de Perf.: -2,55 m																				
Cota Pelo de Napa: -5,05 m															Fecha: septiembre de 2017					
PROFUNDIDAD DE HINCA		COTA MUESTRA	CLASIFIC. S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN	HUM. NAT. [%]	LÍMITES DE ATTERBERG			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				ENSAYOS TRIAXIALES (UU)			SPT N	GRÁFICO SPT Y NAPA FREÁTICA	HUMEDAD NATURAL Y LÍMITES DE ATTERBERG	GRÁFICO GRANULOMÉTRICO	
de [m]	hasta [m]					LL [%]	LP [%]	IP [%]	P.T. 4 [%]	P.T. 10 [%]	P.T. 40 [%]	P.T. 200 [%]	Øu [°]	Cu [t/m²]	γ [t/m³]					
0,50	1,00	-3,35		Relleno, con suelos limo arcillosos, pardo	37	39	32	7	100	100	99	64				3				
1,50	2,00	-4,35			30	36	29	7	100	100	99	68				4				
2,50	3,00	-5,35	CL	Relleno, arcillo limoso, con tosquillas y arena fina, pardo	29	31	22	9	100	100	99	60				2				
3,50	4,00	-6,35	ML	Limo arcilloso, nodular, gris verdoso con motas blancas	56	40	31	9	100	99	93	69				2				
4,50	5,00	-7,35	MH	Arcillo limoso, plástico, nodular, gris verdoso ----- gris oscuro, conchillas, saturado	52	53	29	24	100	100	96	56				3				
5,50	6,00	-8,35	MH		84	53	32	21	94	94	88	79				1				
6,50	7,00	-9,35	MH		83	51	31	20	97	96	92	78				1				
7,50	8,00	-10,35	SM	Arena limosa, gris verdosa	27	21	21	0	100	100	99	47				3				
8,50	9,00	-11,35	SM	gris clara	24	17	16	1	100	100	99	35	3	2,10	1,75	5				
9,50	10,00	-12,35	CL-ML	Limo arcilloso, fuertemente nodular, castaño rosado	19	26	21	5	70	64	60	51				27				
10,50	11,00	-13,35	ML	toscoso, castaño rojizo	40	38	35	3	89	84	78	51				30				
11,50	12,00	-14,35	ML	con nódulos, castaño rosado	35	36	32	4	98	87	65	43				27				
12,50	13,05	-15,35	ML		28	25	25	0	83	81	79	58				>40				
13,50	13,90	-16,35	SM	Arena limosa, con tosquillas, castaño rojizo	26	32	27	5	71	61	50	33				>40				
14,50	14,90	-17,35	SM		29	32	27	5	88	76	63	45				>40				
15,50	16,00	-18,35	ML		Limo arenoso, nodular, castaño rojizo oscuro	31	37	29	8	96	86	74	55							33
16,50	17,00	-19,35	SM	Arena limosa, nodular, castaño rojizo oscura	29	36	31	5	88	78	67	48				35				
17,50	18,00	-20,35	SM		30	38	30	8	92	80	69	50				35				
18,50	19,00	-21,35	SM		28	37	32	5	88	74	61	42				37				
19,40	19,90	-22,25	SM		29	35	30	5	96	85	70	45				>40				
20,50	20,80	-23,35	SM	nodular, castaño rojiza	29	37	31	6	87	71	53	31				>40				
21,50	21,90	-24,35	SM		27	37	31	6	87	71	53	31				>40				
22,50	22,90	-25,35	SM		28	37	31	6	91	77	59	37				>40				
23,50	23,80	-26,35	SM		30	36	31	5	94	83	67	44				>40				
24,50	24,90	-27,35	SM	Toscoso, limo arcilloso, castaño rojizo	28	37	29	8	95	80	62	40				>40				
				Límite de perforación																

2

Fecha: **septiembre de 2017**

[illegible]



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

.

Hoja Adicional de Firmas
Pliego

Número:

Referencia: suelosferlote1

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 15 pagina/s.