

# ESTUDIO DE CARACTERIZACION GEOTECNICA

Proyecto: Puente sobre Arroyo Sarandí de la Paloma Ruta 15, Rocha

## 1. INTRODUCCION

El presente informe da cuenta de los trabajos realizados para la caracterización geotécnica de la estratigrafía del subsuelo en el emplazamiento del puente existente sobre el Arroyo Sarandí de la Paloma, ubicado en el kilómetro 86 de la Ruta 15, en el Departamento de Rocha.

Se realizaron 4 (cuatro) perforaciones, las dos extremas en tierra y las dos intermedias en agua, cuyas ubicaciones fueron determinadas a partir de las indicaciones del solicitante, y en función de las condiciones de acceso existentes al momento de los trabajos de campo, y se ilustran en los croquis de la Figura 1.

**Figura 1. Croquis de ubicación de los puntos de estudio**



## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En respuesta a la solicitud planteada los objetivos del estudio fueron:

- reconocimiento de los diferentes estratos presentes en el subsuelo;
  - relevamiento de los eventuales niveles de napa freática y techo de roca;
  - caracterización de los materiales rocosos existentes en el área del puente;
- recomendaciones sobre las alternativas para las fundaciones, incluyendo las tensiones y cargas admisibles correspondientes.

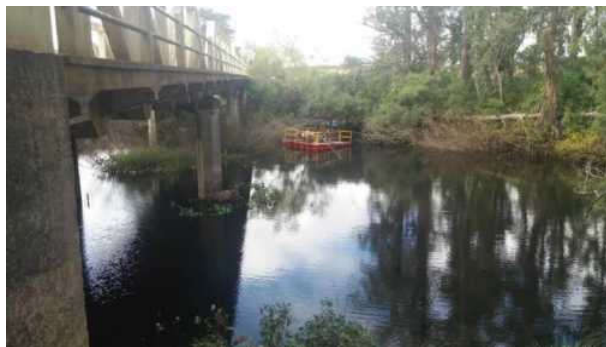
### 3. TRABAJOS DE CAMPO

Se ejecutaron cuatro perforaciones con equipo rotativo mecanizado, hasta alcanzar una penetración mínima de 2m en roca fracturada y con una profundidad mínima de 13m. La Figura 2 presenta vistas de las ubicaciones de los puntos de estudio.

**Figura 2. Vistas de las ubicaciones de los puntos de estudio**



**P1**



**P3**



**P4**

Previamente a la ejecución de los sondeos, se acondicionaron los accesos y los sitios de trabajo, para posibilitar la implantación del equipo de perforación y acondicionar una plataforma de trabajo adecuada en cada punto. Las perforaciones P2 y P3 se ubicaron en el cauce del arroyo, ejecutándose desde una plataforma flotante.

Durante la ejecución de los sondeos se realizaron las siguientes tareas:

- caracterización de los estratos componentes de la cobertura de suelos, recolección de muestras y ensayos SPT a cada metro de avance;
- una vez alcanzado el techo de roca, se continuo la perforación con corona diamantada y recuperación continua de los testigos de roca, los cuales fueron acondicionados en cajas de carton-plast; en cada carrera de perforación se procedió a la determinación de los porcentajes de recuperación y los índices RQD correspondientes.

La Tabla 1 presenta las coordenadas UTM-WGS84 de los puntos de sondeo, junto con las cotas de las bocas de perforación y las profundidades relevantes.

Las cotas fueron determinadas con nivel óptico tomando como origen de cotas el nivel +52.15 del Proyecto vial.

**Tabla 1. Coordenadas, cotas y profundidades relevantes**

Punto de exploración	Coordenadas UTM - WGS 84	Cota de boca de perforación / pelo de agua [m]	Profundidad de la napa freática [m]	Profundidad del techo de roca [m]	Profundidad máxima alcanzada [m]
<b>P1</b>	6.231.253 ; 750.833	-4,10	2,50 <sup>(1)</sup> / 3,00	7,40	13,00
<b>P2</b>	6.231.264 ; 750.814	-5,24	2,20 tirante de agua	7,50	13,50
<b>P3</b>	6.231.301 ; 750.775	-5,30	2,70 tirante de agua	7,80	13,70
<b>P4</b>	6.231.329 ; 750.738	-4,28	1,50	7,20	13,00

<sup>(1)</sup> filtración

En Anexo se presentan las planillas de registro de perforación correspondientes a cada sondeo, junto con los registros fotográficos de los testigos de roca recuperados en cada punto.

Previamente a la ejecución de los sondeos, a pedido expreso del solicitante, se realizaron dos perforaciones manuales, ubicadas en las márgenes del arroyo, próximas a los estribos, para el muestreo de suelos hasta una profundidad de 2m respecto al nivel de terreno natural, con el objetivo de estimar el diámetro equivalente  $D_{50}$ , correspondiente al tamaño de grano para el cual queda retenido el 50% de la muestra analizada. La Figura 3 muestra las ubicaciones de los puntos de muestreo.

**Figura 3. Vistas de las ubicaciones de los puntos de muestreo para**



**margen SE**



**margen NW**

#### **4. TRABAJOS DE LABORATORIO**

Sobre el total de las muestras recolectadas, fueron escogidas un total de 22 (veintidós) para los análisis de laboratorio. Las muestras procesadas fueron seleccionadas con el objetivo de caracterizar los diferentes estratos encontrados en los procesos de perforación de cada punto de estudio. Dichos estratos fueron identificados en el campo a través de la descripción táctil-visual de los materiales resultantes del proceso de perforación.

Sobre las muestras seleccionadas fueron ejecutados los siguientes ensayos: determinación de humedad natural, ensayos de análisis granulométrico y determinación de límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico). A partir de la información obtenida a través del análisis granulométrico y las determinaciones de límites de Atterberg, se realizó la clasificación de cada muestra procesada mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). La Tabla 2 resume los resultados obtenidos en las muestras analizadas. En Anexo se presentan las curvas Granulométricas determinadas en las muestras analizadas.

**Tabla 2. Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio**

Punto de Estudio	Muestra	Prof (m)	W <sub>NAT</sub> (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Clasificación de suelos (SUCS)
<b>P1</b>	<b>M1</b>	1,0	40,1	27	43	59,0	69,2	Limo de baja compresibilidad - ML
	<b>M2</b>	2,0	43,1	29	50	76,6	83,4	Limo de baja compresibilidad - ML
	<b>M3</b>	3,0	34,8	23	37	46,8	62,9	Arena arcillosa - <b>SC</b>
	<b>M4</b>	4,0	31,7	23	37	26,0	41,9	Arena arcillosa - <b>SC</b>
	<b>M5</b>	5,0	44,9	20	35	34,5	48,2	Arena arcillosa - <b>SC</b>
	<b>M6</b>	6,0	12,4	-	-	0,6	6,3	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M7</b>	7,0	13,5	-	-	0,3	1,6	Arena mal graduada - <b>SP</b>
<b>P2</b>	<b>M1</b>	3,0	25,8	-	-	0,4	8,4	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M2</b>	4,0	20,4	-	-	0,5	4,8	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M3</b>	5,0	12,5	-	-	0,1	1,9	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M4</b>	6,0	19,4	-	-	0,3	5,7	Arena mal graduada - <b>SP</b>
<b>P3</b>	<b>M1</b>	3,0	24,0	-	-	1,8	24,7	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M2</b>	5,0	30,1	-	-	1,3	9,8	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M3</b>	6,0	32,9	NP	-	5,8	38,0	Arena limosa mal graduada - <b>SP-SM</b>
	<b>M4</b>	8,0	34,3	NP	-	5,0	28,9	Arena limosa mal graduada - <b>SP-SM</b>
<b>P4</b>	<b>M1</b>	1,0	37,6	21	30	53,8	77,5	Arcilla de baja compresibilidad - <b>CL</b>
	<b>M2</b>	2,0	30,8	-	-	4,2	48,7	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M3</b>	3,0	31,2	NP	-	6,1	93,9	Arena limosa mal graduada - <b>SP-SM</b>
	<b>M4</b>	4,0	22,0	-	-	2,2	39,4	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M5</b>	5,0	21,8	-	-	0,2	10,4	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M6</b>	6,0	22,0	-	-	0,7	13,0	Arena mal graduada - <b>SP</b>
	<b>M7</b>	7,0	26,7	-	-	2,6	19,3	Arena mal graduada - <b>SP</b>

## **5. DESCRIPCION DEL PERFIL DE SUBSUELO**

El perfil geotécnico detectado puede describirse de manera general compuesto por estratos arenosos, de coloración gris, que se presentan muy sueltos a sueltos, eventualmente medianamente densos en profundidad, que se encuentran depositados sobre el techo de roca.

En las perforaciones realizadas próximas a los estribos, se encontró una cobertura de suelos arcillosos y limosos, con arena, de color negro o marrón y consistencias muy blandas. En estos puntos fue detectada la napa freática a profundidades variables entre 1,50m y 3,00m.

El techo de roca se encontró a cotas variables entre -11,50 (P1 y P4) y -13,10 (P3). La zona estudiada del macizo rocoso existente en el sitio de estudio, está compuesta por rocas del tipo GNEIS gris, que se presenta completamente meteorizado hasta las máximas profundidades investigadas, del orden de los 13m, que corresponden a cotas variables entre -17 y -19.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En función de los resultados obtenidos es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

### **6.1 Condiciones de Excavabilidad**

Desde el punto de vista de las características resistentes de los materiales encontrados puede afirmarse que las tareas de excavación pueden realizarse con equipos de mediano porte hasta profundidades del orden de los 7,00m.

De mantenerse las condiciones hidráulicas encontradas al momento de los trabajos de campo y considerando la presencia de suelos arenosos sueltos, para todos los trabajos de excavación será necesaria la utilización de bombes y elementos de contención.

### **6.2 Fundaciones Directas**

En este ítem se sugiere una tensión admisible para la verificación de las fundaciones del puente existente.

Dado que las perforaciones realizadas fueron ejecutadas desplazadas del puente original, no es posible la verificación del material correspondiente al "firme" declarado en el plano suministrado. En consecuencia, se tomara la hipótesis que las bases del puente existente están apoyadas en el techo de roca.

En función de la hipótesis realizada, se sugiere la adopción de un valor de tensión vertical admisible a la compresión de 500 kPa, correspondiente al GNEIS completamente meteorizado.

### **6.3 Fundaciones mediante pilotes**

En función de los resultados obtenidos se formula a continuación la propuesta de parámetros geotécnicos para la verificación de la alternativa de fundaciones mediante pilotes. Las recomendaciones se presentan diferenciando los estribos, caracterizados por las perforaciones P1 y P4, de las pilas intermedias, caracterizadas por las perforaciones acuáticas (P2 y P3).

Se indican los valores de tensiones admisibles de punta  $a_p$  y de rozamiento lateral

i. Adicionalmente se informan los valores del coeficiente de reacción horizontal  $K_H$ . En todos los cálculos se consideró un valor máximo de 50 para  $N(SPT)$ . Las cotas indicadas refieren al origen de cotas adoptado para el presente informe.

Los valores de  $K_H$  fueron estimados sobre la hipótesis que el fuste de los pilotes se desarrolla en suelos arenosos, no cohesivos, a partir de los valores de  $N(SPT)$



representativos de las perforaciones realizadas.

Se sugiere estimar el valor de  $K_H$  a partir de la expresión:

$$K_H = n_H (z/D)$$

Donde,

$K_H$  es el coeficiente de balasto horizontal, en  $[\text{kg}/\text{cm}^3]$ ;

$n_H$  es una constante de proporcionalidad que depende de los valores de  $N(\text{SPT})$  y de la presencia o ausencia de napa freática, en  $[\text{kg}/\text{cm}^3]$ ;

$z$  es la profundidad, en  $[\text{m}]$ ;

$D$  es el diámetro del pilote, en  $[\text{m}]$

### 6.3.1 Estribos (P1 y P4)

Intevalo de cotas [m]	$\tau$ [kPa]	$\sigma_p$ [MPa]	$K_H$ [kg/cm <sup>3</sup> ]
-5 a -9	5		0,1
-9 a -11	10		0,2
-11 a -13	35	3,0	1,0

### 6.3.2 Pilas Intermedias (P2 y P3)

Intevalo de cotas [m]	$\tau$ [kPa]	$\sigma_p$ [MPa]	$K_H$ [kg/cm <sup>3</sup> ]
-8 a -11	5		0,15
-11 a -13	20		0,6
-13 a -15	35	3,0	1,0

# PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

<b>Proyecto:</b> Puente sobre A° Sarandí de La Paloma. Ruta 15 km 86.000		<b>Punto de Exploración:</b> <b>P1</b>
<b>Ubicación:</b> Coord. UTM WGS84: 6.231.253 ; 750.833	<b>Fecha:</b> 26-abr-19	
<b>Hoja 1 de 2</b>	<b>NOMENCLATURA:</b> N.F. Napa Freática $w_{nat}$ Humedad Natural    LP Límite Plástico    LL Límite Líquido	
	%200 Pasa Tamiz #200    %40 Pasa Tamiz #40    Rec % de Recuperación    RQD Rock Quality Designation	
	SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos $[W_1 - W_6]$ Grado de Meteorización (weathering classification ISMR-1981)	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio						Prof. (m)
			Relleno arcilloso marrón 0,30 m							
1	M1	N(SPT) = 4 (1; 2; 2)	Limo arenoso negro, de consistencia muy blanda, aspecto fangoso	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	1
				40,1	27	43	59,0	69,2	ML	
2	M2	N(SPT) = 4 (2; 2; 2)		$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	2
				43,1	29	50	76,6	83,4	ML	
3	M3	N(SPT) = 3 (1; 1; 2)	Prof. 2,50m: filtración, aumenta el contenido de arena	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	3
			Prof. 3,00m: N.F.	34,8	23	37	46,8	62,9	SC	
4	M4	N(SPT) = 3 (1; 1; 2)		$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	4
				31,7	23	37	26,0	41,9	SC	
5	M5	N(SPT) = 12 (3; 5; 7)	Arena arcillosa gris verdoso, medianamente densa, de granulometría media	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	5
				44,9	20	35	34,5	48,2	SC	
6	M6	N(SPT) = 14 (5; 5; 9)		$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	6
				12,4	-	-	0,6	6,3	SP	
7	M7	N(SPT) > 100 (5; 8; [R])	Arena mal graduada gris, medianamente densa, de granulometría media a gruesa	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	7
				13,5	-	-	0,3	1,6	SP	

Método de perforación: rotativo mecanizado, corona diamantada	
Cota Boca Perfor.: -4,10	<b>OBSERVACIONES:</b> origen de cotas nivel de vereda del puente en cabecera SW (ver croquis)
Prof. Máx. Alcanzada: 13,00m	

## PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

<b>Proyecto:</b> Puente sobre A° Sarandí de La Paloma. Ruta 15 km 86.000		<b>Punto de Exploración:</b> <b>P1</b>
<b>Ubicación:</b> Coord. UTM WGS84: 6.231.253 ; 750.833	<b>Fecha:</b> 26-abr-19	
<b>Hoja 2 de 2</b>	<b>NOMENCLATURA:</b> N.F. Napa Freática $w_{nat}$ Humedad Natural    LP Límite Plástico    LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200    %40 Pasa Tamiz #40    Rec % de Recuperación    RQD Rock Quality Designation <b>SUCS</b> Sistema Unificado de Clasificación de Suelos $[W_1 - W_6]$ Grado de Meteorización (weathering classification ISMR-1981)	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)
			Arena mal graduada gris, medianamente densa, de granulometría media a gruesa		
			7,40 m		
8		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		8
9		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		9
10		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		10
11		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		11
12		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		12
13		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		13
<b>Fin de la perforación</b>					
14					14

Método de perforación: rotativo mecanizado, corona diamantada	
Cota Boca Perfor.: -4,10	<b>OBSERVACIONES:</b> origen de cotas nivel de vereda del puente en cabecera SE (ver croquis)
Prof. Máx. Alcanzada: 13,00m	

## PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

**Proyecto:** Puente sobre A° Sarandí de La Paloma. Ruta 15 km 86.000

**Punto de Exploración:**

**Ubicación:** Coord. UTM WGS84: 6.231.264 ; 750.814

**Fecha:**  
25-abr-19

P2

Hoja 1 de 2

**NOMENCLATURA:** N.F. Napa Freática     $w_{nat}$  Humedad Natural    LP Límite Plástico    LL Límite Líquido  
 %200 Pasa Tamiz #200    %40 Pasa Tamiz #40    Rec % de Recuperación    RQD Rock Quality Designation  
 SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos     $[W_1 - W_6]$  Grado de Meteorización (weathering classification ISMR-1981)

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio						Prof. (m)
1			agua							1
2			2,20 m							2
3	M1	N(SPT) = 3 (2; 1; 2)	2,70 m Arena mal graduada negra, muy suelta, aspecto fangoso	$w_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	3
4	M2	N(SPT) = 8 (2; 3; 5)	2,70 m Arena mal graduada gris, suelta, de granulometría media a gruesa	25,8	-	-	0,4	8,4	SP	4
5	M3	N(SPT) = 9 (1; 3; 6)	2,70 m Arena mal graduada gris, suelta, de granulometría media a gruesa	20,4	-	-	0,5	4,8	SP	5
6	M4	N(SPT) = 8 (3; 3; 5)	2,70 m Arena mal graduada gris, suelta, de granulometría media a gruesa	12,5	-	-	0,1	1,9	SP	6
7		N(SPT) > 100 (4; 7; [R])	2,70 m Arena mal graduada gris, suelta, de granulometría media a gruesa	19,4	-	-	0,3	5,7	SP	7

Método de perforación: rotativo mecanizado, corona diamantada

Cota Pelo de Agua.: -5,24

**OBSERVACIONES:** origen de cotas nivel de vereda del puente en  
cabecera SE (ver croquis)

Prof. Máx. Alcanzada: 13,50m

## PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

<b>Proyecto:</b> Puente sobre A° Sarandí de La Paloma. Ruta 15 km 86.000		<b>Punto de Exploración:</b> <b>P2</b>
<b>Ubicación:</b> Coord. UTM WGS84: 6.231.264 ; 750.814	<b>Fecha:</b> 25-abr-19	
<b>Hoja 2 de 2</b>	<b>NOMENCLATURA:</b> N.F. Napa Freática $w_{nat}$ Humedad Natural    LP Límite Plástico    LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200    %40 Pasa Tamiz #40    Rec % de Recuperación    RQD Rock Quality Designation <b>SUCS</b> Sistema Unificado de Clasificación de Suelos $[W_1 - W_6]$ Grado de Meteorización (weathering classification ISMR-1981)	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)
			Arena mal graudada gris, suelta, de granulometría media a gruesa		
8		Rec. = 0% RQD = 0	7,50 m GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		8
9		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		9
10		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		10
11		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		11
12		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		12
13		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		13
14	<b>Fin de la perforación</b>				14

Método de perforación: rotativo mecanizado, corona diamantada	
Cota Pelo de Agua.: -5,24	<b>OBSERVACIONES:</b> origen de cotas nivel de vereda del puente en cabecera SE (ver croquis)
Prof. Máx. Alcanzada: 13,50m	

## PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

<b>Proyecto:</b> Puente sobre A° Sarandí de La Paloma. Ruta 15 km 86.000		<b>Punto de Exploración:</b> <b>P3</b>
<b>Ubicación:</b> Coord. UTM WGS84: 6.231.301 ; 750.775	<b>Fecha:</b> 04-may-19	
<b>Hoja 1 de 2</b>	<b>NOMENCLATURA:</b> N.F. Napa Freática $w_{nat}$ Humedad Natural    LP Límite Plástico    LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200    %40 Pasa Tamiz #40    Rec % de Recuperación    RQD Rock Quality Designation SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos $[W_1 - W_6]$ Grado de Meteorización (weathering classification ISMR-1981)	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio						Prof. (m)
1			agua							1
2			2,70 m							2
3	M1	N(SPT) = 3 (1; 1; 2)	Arena gris oscuro, muy suelta, aspecto fangoso	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	3
4			3,20 m	24,0	-	-	1,8	24,7	SP	
5	M2	N(SPT) = 34 (2; 4; 30)	Arena gris, densa a muy densa, de granulometría media a gruesa	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	5
6				30,1	-	-	1,3	9,8	SP	
7	M3	N(SPT) = 50 (8; 15; 35)		$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	6
				32,9	NP	-	5,8	38,0	SP-SM	

Método de perforación: rotativo mecanizado, corona diamantada	
Cota Boca Perfor.: -5,30	<b>OBSERVACIONES:</b> origen de cotas nivel de vereda del puente en cabecera SE (ver croquis)
Prof. Máx. Alcanzada: 13,70m	

## PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

<b>Proyecto:</b> Puente sobre A° Sarandí de La Paloma. Ruta 15 km 86.000		<b>Punto de Exploración:</b> <b>P3</b>
<b>Ubicación:</b> Coord. UTM WGS84: 6.231.301 ; 750.775	<b>Fecha:</b> 04-may-19	
<b>Hoja 2 de 2</b>	<b>NOMENCLATURA:</b> N.F. Napa Freática $w_{nat}$ Humedad Natural    LP Límite Plástico    LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200    %40 Pasa Tamiz #40    Rec % de Recuperación    RQD Rock Quality Designation SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos $[W_1 - W_6]$ Grado de Meteorización (weathering classification ISMR-1981)	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)												
			Arena gris, muy densa, de granulometría media a gruesa														
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><math>w_{nat}</math></td> <td>LP</td> <td>LL</td> <td>% 200</td> <td>% 40</td> <td>SUCS</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">34,3</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">5,0</td> <td style="text-align: center;">28,9</td> <td style="text-align: center;">SP-SM</td> </tr> </table>	$w_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	34,3	NP	-	5,0	28,9	SP-SM	
$w_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS												
34,3	NP	-	5,0	28,9	SP-SM												
8	M4	N(SPT) > 100 (15; [R]; -)	7,80 m		8												
		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado ( $W_5$ )		9												
9					9												
		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado ( $W_5$ )		10												
10					10												
		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado ( $W_5$ )		11												
11					11												
		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado ( $W_5$ )		12												
12					12												
		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris verdoso, completamente meteorizado ( $W_5$ )		13												
13					13												
14	Fin de la perforación				14												

Método de perforación: rotativo mecanizado, corona diamantada	
Cota Boca Perfor.: -5,30	<b>OBSERVACIONES:</b> origen de cotas nivel de vereda del puente en cabecera SE (ver croquis)
Prof. Máx. Alcanzada: 13,70m	

## PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

<b>Proyecto:</b> Puente sobre A° Sarandí de La Paloma. Ruta 15 km 86.000		<b>Punto de Exploración:</b> <b>P4</b>
<b>Ubicación:</b> Coord. UTM WGS84: 6.231.329 ; 750.738	<b>Fecha:</b> 02-may-19	
<b>Hoja 1 de 2</b>	<b>NOMENCLATURA:</b> N.F. Napa Freática $w_{nat}$ Humedad Natural    LP Límite Plástico    LL Límite Líquido %200 Pasa Tamiz #200    %40 Pasa Tamiz #40    Rec % de Recuperación    RQD Rock Quality Designation SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos $[W_1 - W_6]$ Grado de Meteorización (weathering classification ISMR-1981)	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio						Prof. (m)
1	M1	N(SPT) = 3 (1; 2; 1)	1,00 m Arcilla arenosa negra, muy blanda	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	1
2	M2	N(SPT) = 4 (2; 2; 2)	1,50 m Prof. 1,50m: N.F. Arena mal graduada marrón, muy suelta a suelta, de granulometría fina a media	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	2
3	M3	N(SPT) = 11 (2; 4; 7)	4,00 m Arena mal graduada gris, suelta a medianamente densa, de granulometría media	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	3
4	M4	N(SPT) = 8 (3; 3; 5)	4,00 m Arena mal graduada gris, suelta a medianamente densa, de granulometría media	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	4
5	M5	N(SPT) = 8 (2; 3; 5)	7,20 m GNEIS completamente meteorizado	$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	5
6	M6	N(SPT) = 10 (3; 3; 7)		$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	6
7	M7	N(SPT) > 100 (2; 4; [R])		$W_{nat}$	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	7

Método de perforación: rotativo mecanizado, corona diamantada	
Cota Boca Perfor.: -4,28	<b>OBSERVACIONES:</b> origen de cotas nivel de vereda del puente en cabecera SE (ver croquis)
Prof. Máx. Alcanzada: 13,00m	



## PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

<b>Proyecto:</b> Puente sobre A° Sarandí de La Paloma. Ruta 15 km 86.000		<b>Punto de Exploración:</b> <b>P4</b>
<b>Ubicación:</b> Coord. UTM WGS84: 6.231.329 ; 750.738	<b>Fecha:</b> 02-may-19	
<b>Hoja 2 de 2</b>	<b>NOMENCLATURA:</b> N.F. Napa Freática $w_{nat}$ Humedad Natural    LP Límite Plástico    LL Límite Líquido	
	%200 Pasa Tamiz #200    %40 Pasa Tamiz #40    Rec % de Recuperación    RQD Rock Quality Designation	
	SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos $[W_1 - W_6]$ Grado de Meteorización (weathering classification ISMR-1981)	

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD - % Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)
			Arena gris		
			7,20 m		
8		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		8
9		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		9
10		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		10
11		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		11
12		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		12
13		Rec. = 0% RQD = 0	GNEIS gris amarronado, completamente meteorizado ( $W_5$ )		13
14	Fin de la perforación				14

Método de perforación: rotativo mecanizado, corona diamantada		
Cota Boca Perfor.: -4,28	<b>OBSERVACIONES:</b> origen de cotas nivel de vereda del puente en cabecera SE (ver croquis)	
Prof. Máx. Alcanzada: 13,00m		