Carlos Alberto Vera Salas
Ingeniero Civil
Registro MOPC No. 2.738
Cel.: +595 991 885688
carlos.vera.salas@outlook.com

1.- Análisis de la solución de Contención con Muro de Gaviones y diseño de la Protección del Arroyo Paraguari – Según Propuesta.

Para el cálculo del Muro a Gravedad se consideró lo siguiente.

1.1- Pre diseño del Muro de contención de Gaviones y de la Protección costera con Colchones Reno.

Para esto se utilizó la Norma **BS8006** que nos define la relación de la base del Muro con la altura del mismo.

Imagen 1. Tabla de relación de base y Altura de Muros.

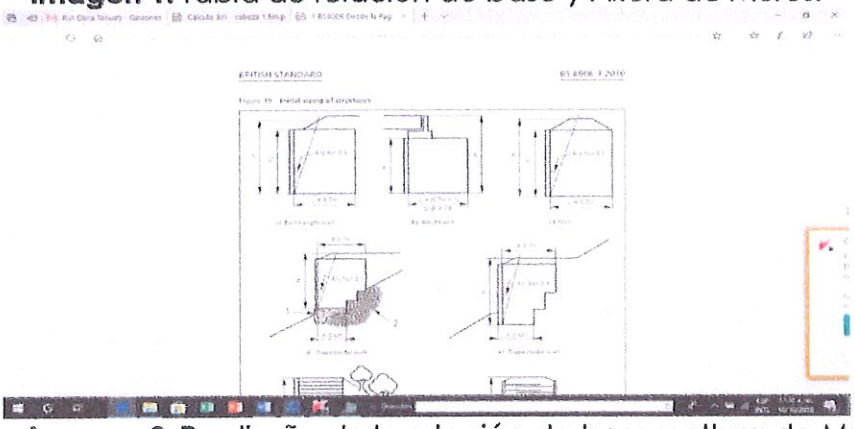


Imagen 2. Prediseño de la relación de base y altura de Muros.

El predimensionado de la base es de 3.0 m y la altura es de 4.5 m.se emportra 0.50 metros, la altura útil es de 4.0 m.

- **Es decir se cumple base B = 0.70 H de altura**

1.2- Para los factores de seguridad se adoptó la Norma Brasilera ABNT NBR 11682

Que dice "*Como resultado, para que no se tenga ruptura, es necesario que la tensión de corte actuante (τA) sea inferior a resistencia al corte del suelo (τR). La relación entre estas presenta el coeficiente de seguridad contra ruptura al corte, FS:*

$$Fs = \tau R / \tau A$$

Carlos Alberto Vera Salas
Ingeniero Civil
Registro MOPC No. 2.738
Cel.: +595 991 885688
carlos.vera.salas@outlook.com

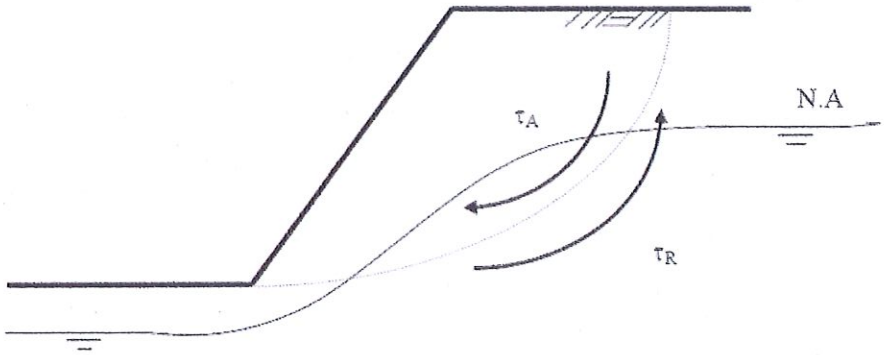


Imagen 3. *Esquema que muestra la tensión de corte actuante (τA), y la resistencia al corte del suelo (τR). Verificar la Topografia.*

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra los grados de seguridad considerando la protección de vidas humanas con los criterios adoptados.

Grado de seguridad	**Criterios**
Alto	• *Áreas urbanas con intenso movimiento y permanencia de personas, como edificios públicos, residenciales, comerciales e industriales, escuelas, hospitales, estadios, plazas y demás locales, urbanos o no, con posibilidad de elevada concentración de personas; Ferrocarriles o Autopistas de tráfico intenso.*
Medio	• *Áreas y edificaciones con movimiento y permanencia restricta de personas.* • ***Autopistas de tráfico moderado;***
Bajo	• *Áreas y edificaciones con movimiento y permanencia eventual de personas;* • *Autopistas de tráfico bajo.*

Tabla 1. *Grados de seguridad con sus criterios para protección de vidas humanas.*

Fuente: ABNT NBR 11682.

31
treinta y un

Carlos Alberto Vera Salas
Ingeniero Civil
Registro MOPC No. 2.738
Cel.: +595 991 885688
carlos.vera.salas@outlook.com

A continuación, se muestra los grados de seguridad considerando pérdidas materiales y ambientales con los criterios adoptados.

Grado de seguridad	Criterios
Alto	•Propiedades: Locales junto a propiedades de alto valor histórico, social o adquisitivo, obras de gran porte y áreas que afecten servicios esenciales. •Daño ambiental: Locales sujetos a accidentes con daño ambiental elevado, como junto a oleoductos, diques, fábricas de productos tóxicos y otras
Medio	•Propiedades: Locales junto a propiedades de valor medio; •Daño Ambiental: Locales sujetos a accidentes con daño ambiental moderado.
Bajo	•Propiedades: Locales junto a propiedades de valor bajo; •Daño ambiental: Locales sujetos a accidentes con daño ambiental bajo.

Tabla 2. Grados de seguridad considerando pérdidas materiales y ambientales con los criterios adoptados.

Fuente: ABNT NBR 11682.

Grado de seguridad contra pérdidas de vidas	Alto	Medio	Bajo
Grado de seguridad contra pérdidas materiales y daños ambientales			
Alto	**1.5**	**1.40**	**1.30**
Medio	**1.4**	**1.30**	**1.20**
Bajo	**1.4**	**1.30**	**1.10**

Tabla 3 Tabla de Grados de Seguridad.

Carlos Alberto Vera Salas
Ingeniero Civil
Registro MOPC No. 2.738
Cel.: +595 991 885688
carlos.vera.salas@outlook.com

Fuente: ABNT NBR 11682.

(*) La adopción de ***factores de seguridad iguales o inferiores a 1.20 solo será permitida cuando los parámetros de resistencia del suelo puedan ser confirmados por retroanálisis, para las condiciones más desfavorables de presiones de poros"***

1.3 Cálculo de Factores de seguridad en la sección crítica estudiada con el Software GawacWin.

La memoria de cálculo se adjunta al informe.

El cálculo de estabilidad deL MURO se ha realizado con la ayuda del Software GawacWin.

El análisis de seguridad Global calculado con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop fue de ***1.60*** *es decir un valor alto para resguardar la vida, los materiales y los daños ambientales.*

Carlos Alberto Vera Salas
Ingeniero Civil
Registro MOPC No. 2.738
Cel.: +595 991 885688
carlos.vera.salas@outlook.com

Resumen

Datos sobre el muro

Cara nº	Largo m	Altura m	Desfase m
1	3.00	0.50	-
2	2.50	1.00	0.50
3	2.00	1.00	1.00
4	1.50	1.00	1.50
5	1.00	1.00	2.00

Datos sobre el suelo

Suelo	γ kN/m3	c kN/m2	φ deg
B4	18.00	0.00	38.00
B1	20.00	5.00	15.00
F4	18.00	3.00	35.00
F1	18.00	26.50	25.00

Cargas

Carga	kN/m3	Carga	kN/m3
Q9		Q9	
Q1		Q1	
Q2	20.00	Q2	
		Q3	

Malla y diám. del alamb.: 5x7, ø 2.2 mm CD

Verificaciones de Estabilidad

Externa						Interna		Global	
FS para Vuelco		FS para Deslizamiento		FS - Tension de la Base Izq	FS - Tension de la Base der.	FS Interna (critica)		FS Global	
3.44	Satisfed	2.10	Satisfed	0.00 Not Satisfed	0.00 Not Satisfed	Ok	Satisfed	1.60	Satisfed

Carlos Alberto Vera Salas
Ingeniero Civil
Registro MOPC No. **2738**
C.I.No.: 679.247

Carlos Antonio López No. 169 – Luque Paraguay

34
treinta y cuatro

ESTUDIO GEOTECNICO

Obra: Protección de Márgenes – Cauce Paraguarí

Ubicación: Bañado Sur

Localidad: Asunción

Proyecto: TECSUL S.A.

Fecha: 18 - Marzo - 2019

35
Treinta y cinco

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

CONTENIDO

1. Antecedentes.
2. Ensayos realizados.
3. Nivel Freático.
4. Resultados de Ensayos.
5. Interacción Suelo Estructura.
6. Diseño de Fundaciones.

Anexo A: Croquis de Ubicación de Sondeos.
Anexo B: Planillas de Sondeos de Campo.
Anexo C: Ensayos de Clasificación de Suelos.

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

1. INTRODUCCION.

Los datos relevados en campo e informaciones del presente documento, muestran los resultados obtenidos en los sondeos exploratorios en suelo, realizados en el Cauce Paraguarí, ubicado en el Bañado Sur de Asunción.

El informe incluye un croquis de ubicación de los sondeos, los resultados obtenidos del ensayo a percusión tipo SPT - *Standard Penetration Test* (ASTM D1586-11), y el perfil transversal del terreno. De las muestras extraídas del subsuelo se efectuaron ensayos de clasificación tacto-visual en campo, y en laboratorio de acuerdo a los criterios establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS, conforme norma ASTM D421-07 (*Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle – Size Analysis and Determination of Soil Constants*).

Finalmente, a partir del conjunto de informaciones del local, se sugieren posibles alternativas de fundación de la estructura.

2. ENSAYOS REALIZADOS.

A partir de los datos relevados en obra, se definió la realización de sondeos, consistentes en ensayos de penetración normalizada tipo SPT, que mide la resistencia del suelo a lo largo de la profundidad perforada (a cada metro de sondeo), para la determinación del número de golpes requerido para que hincando un mazo de 63.5Kg de peso y una altura de caída libre de 76cm, realice una penetración dinámica de hasta 45cm en el suelo, utilizando para ello un sacamuestras bipartido del tipo Raymond–Terzaghi de 2" y 1 3/8" de diámetros, externo e interno respectivamente.

El avance de la perforación fue realizado con barreno manual hasta las diferentes profundidades de ensayo.

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

Las coordenadas de los puntos de ejecución de los sondeos corresponden a:

Sondeo	Coordenadas UTM		
	X	Y	Z
P1	434601	7200282	
P2	434663	7200323	
P3	434736	7200374	
P4	434814	7200448	
P5	434864	7200600	
P6	434893	7200659	
P7	434932	7200703	
P8	434986	7200778	
P9	435028	7200820	
P10	435063	7200880	

3. NIVEL FREÁTICO.

Se ha detectado la presencia de un nivel freático en los sondeos realizados, en la fecha de ejecución de las perforaciones.

No obstante, conservadoramente para efectos de cálculo, en temporadas de fuerte precipitación pluvial, es conveniente considerar al terreno natural en condición de saturación total (inundado).

4. RESULTADOS DE ENSAYOS.

Los resultados obtenidos a partir de los ensayos del SPT pueden verse en las planillas de los ensayos de campo, como así también en el Perfil Geotécnico, respectivamente.

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

En los sondeos realizados, P1 al P10, se encontró una arena limosa (SM), de compacidad media en superficie y compacta en profundidad, hasta la profundidad de los sondeos. En los ensayos de clasificación de suelos se verificó un pasante del tamiz #200 en un rango inferior al 30% (arenas limosas finas).

5. INTERACCION SUELO ESTRUCTURA.

Debido a las características del Proyecto (Protección de Márgenes) y las propiedades de los suelos, se recomienda el empleo de fundaciones superficiales apoyando sobre el estrato firme resistente, con vigas de amarre de forma a que la estructura de forma solidaria.

Dichas fundaciones deberán dimensionarse conforme solicitaciones de Proyecto, en términos de cargas y momentos actuantes, en función al diseño estructural de la obra. Para el Proyecto Ejecutivo de las fundaciones deberán considerarse las excavaciones y/o rellenos a ser realizados en el sitio, de acuerdo a los requerimientos.

6. DISEÑO DE FUNDACIONES.

Para el Diseño de la Estructura de Contención de las Márgenes se propone apoyar los gaviones sobre el estrato firme resistente (N>50), suelo muy compacto de color marrón rojizo, que exige mayor dificultad a la excavación manual.

Los parámetros geotécnicos necesarios para el diseño son:

- *Cohesión c=0*
- *Ángulo de rozamiento interno ϕ=30°*
- *Tensión de Trabajo σ=20*ton/m^2.
- *Cota de Apoyo: variable.*

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

Los gaviones deberán colocarse conforme diseño ejecutivo, con una ligera inclinación al interior y empotrada una profundidad de al menos 1 (un) metro en el suelo muy compacto.

Se resalta el hecho de que todas las recomendaciones del presente Informe Geotécnico están basadas en los datos contenidos en los perfiles de suelo, obtenidos de lugares singulares a partir de las perforaciones realizadas, por lo que es posible que puntualmente en algunos casos se presenten situaciones diferentes a las relevadas en los sondeos durante la ejecución de las fundaciones. De producirse esta situación, sería conveniente revisar los criterios adoptados.

Ing. José Pavón Mendoza
PSI Ingeniería y Medio Ambiente SRL

40
cuarenta

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

CORRELACIONES DEL SPT

Designación de Gravas y Arenas en función al SPT			
Grado de Compacidad	*Número de Golpes N*	*Ángulo de fricción interna (φ)*	*Densidad Relativa Dr (%)*
muy suelta	0 – 4	28º	0 – 15
suelta	4 – 10	28º - 30º	15 – 35
media	10 - 30	30º - 36º	35 - 65
compacta	30 – 50	36º - 41º	65 – 85
muy compacta	>50	> 41º	85 - 100

Designación de Arcillas y limos arcillosos en función al SPT			
Grado de Consistencia	*Número de Golpes N*	*Cohesión (ton/m^2)*	*Ángulo de fricción interna (φ)*
muy blanda	0 – 2	< 1,25	0º
blanda	2 – 4	1,25 – 2,5	0º - 2º
media	4 – 8	2,5 - 5	2º - 4º
rígida	8 – 15	5 - 10	4º - 6º
muy rígida	15 - 30	10 - 20	6º - 12º
dura	> 30	> 20	> 14º

41
Consentayuro

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

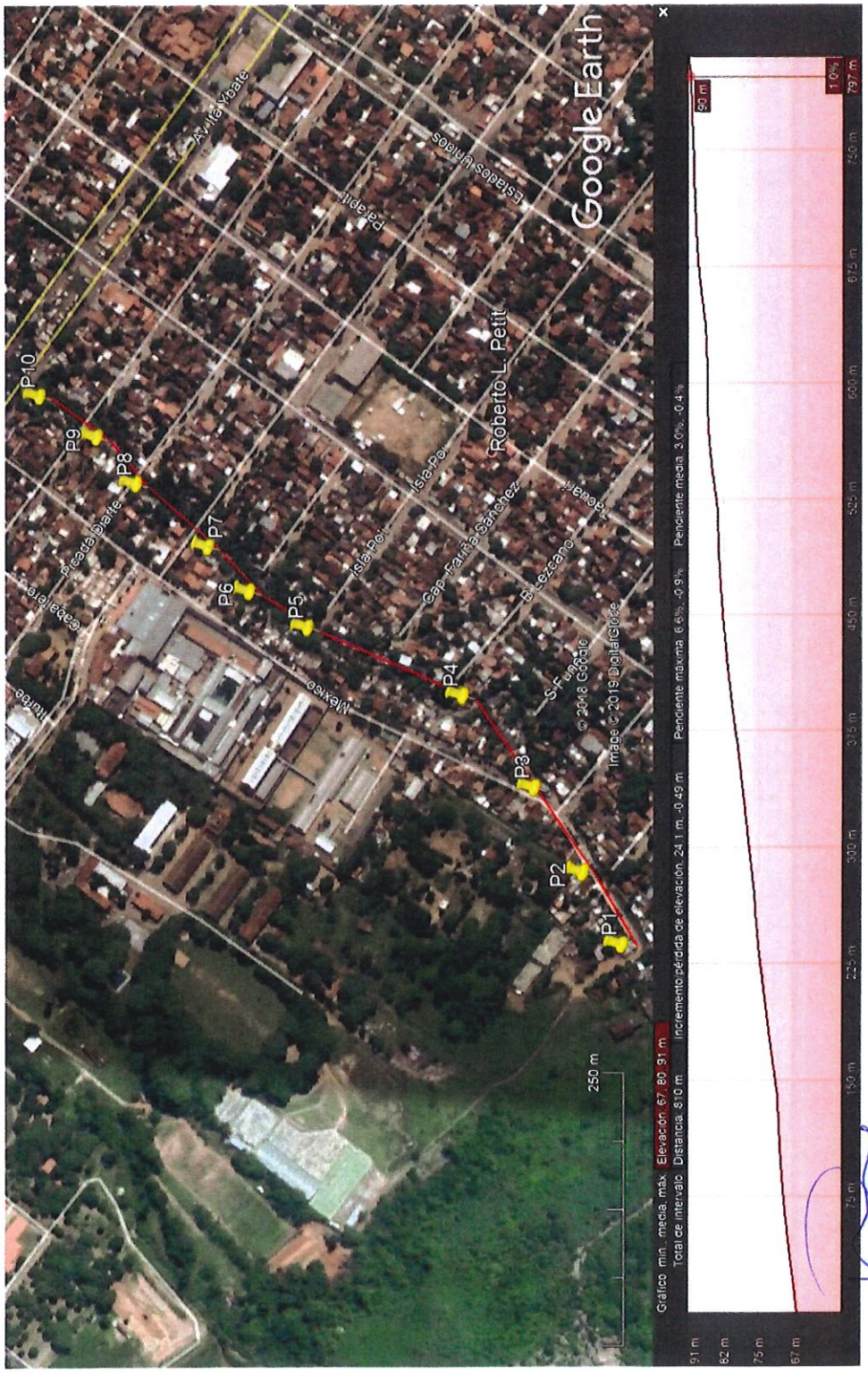
ANEXO A

CROQUIS DE UBICACIÓN DE SONDEOS

42
cuarenta y dos

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636



43
Cuarenta y tres

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

ANEXO B

ENSAYOS DE SPT

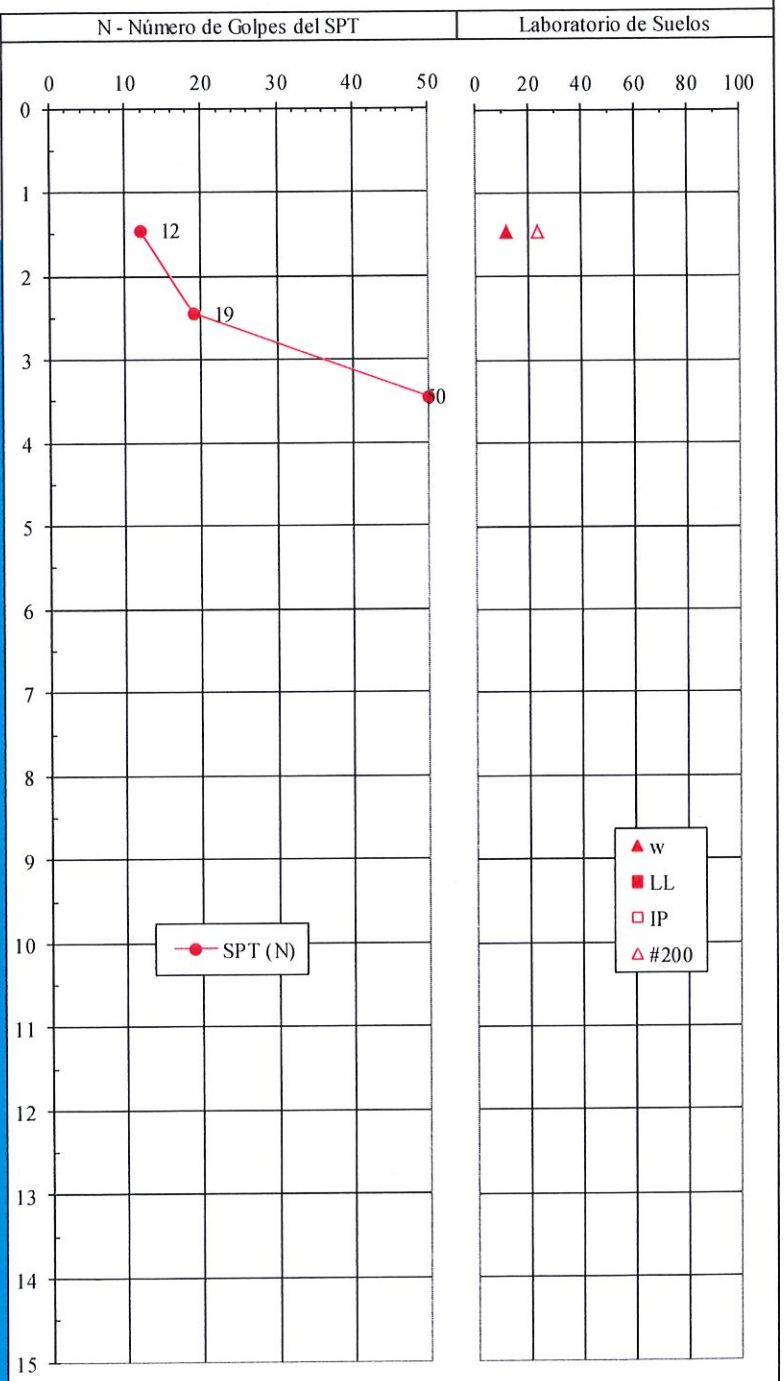
44
cuarenta y cuatro

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí	**Sondeo Nº:** P1
Ubicación: Bañado Sur - Asunción	**Nivel Freático:** 1,60m
Proyecto: TECSUL S.A.	**Fecha:** 11-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), compacidad media, marrón rojiza	
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



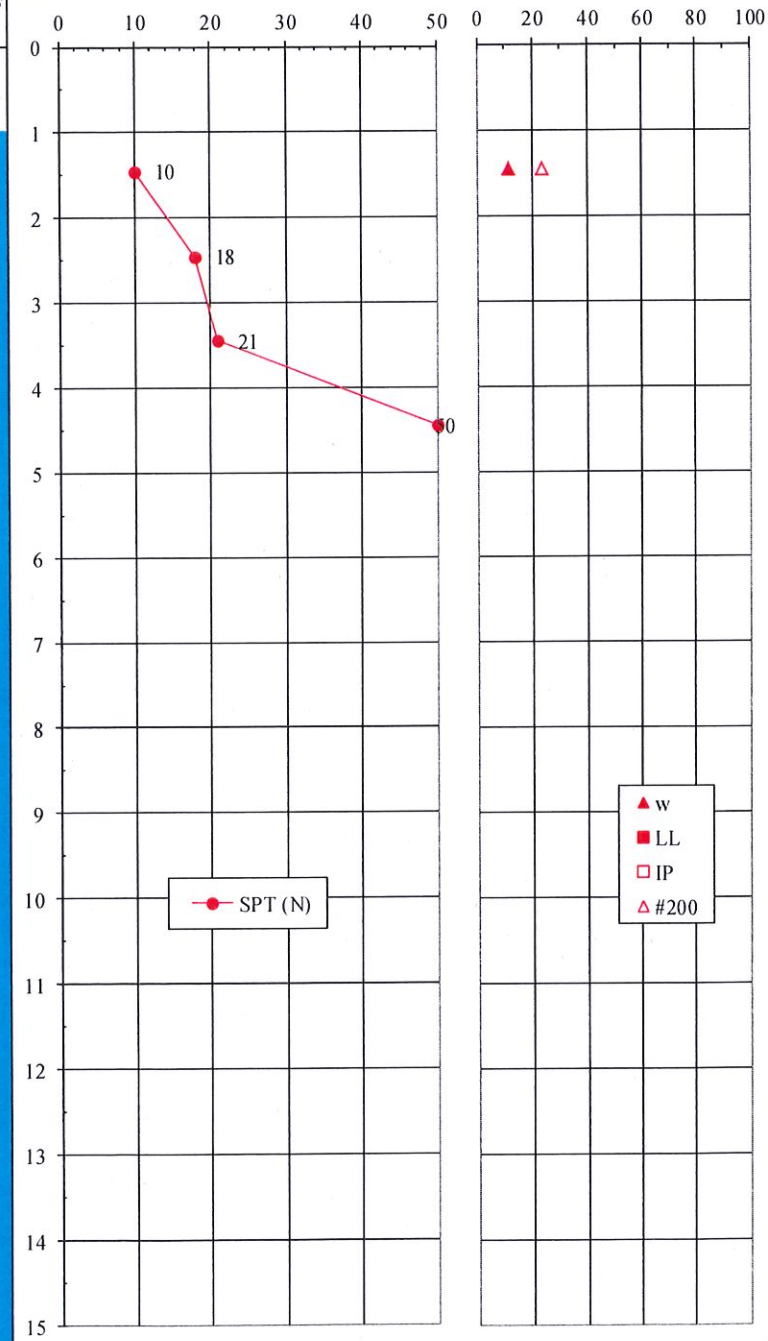
45
cuarenta y cinco

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí	**Sondeo Nº:** P2
Ubicación: Bañado Sur - Asunción	**Nivel Freático:** 1,00m
Proyecto: TECSUL S.A.	**Fecha:** 11-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), compacidad media, marrón rojiza	
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



46
cuarenta y seis

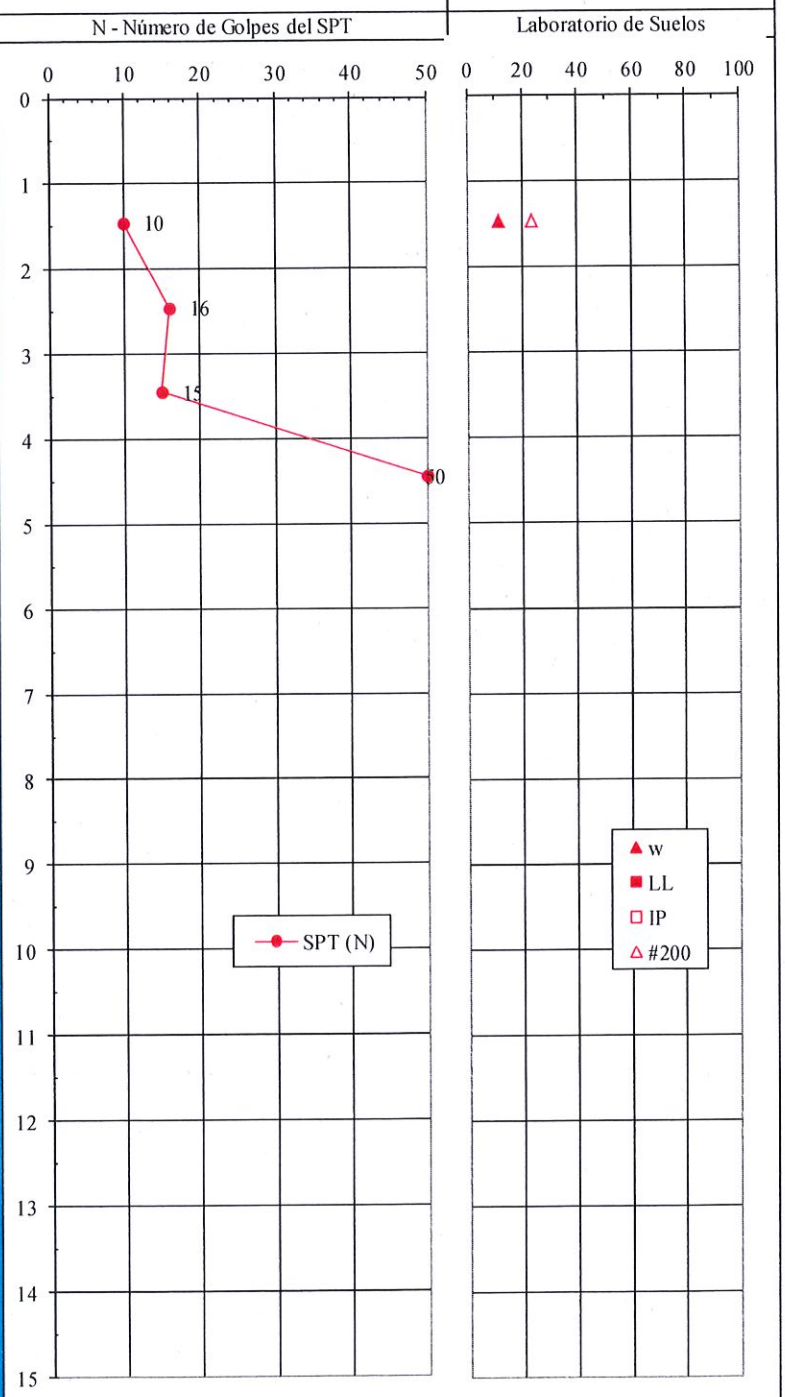
PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.

Sondeo Nº: P3
Nivel Freático: 0,20m
Fecha: 11-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), compacidad media, marrón rojiza	
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



4P
cuarenta y siete

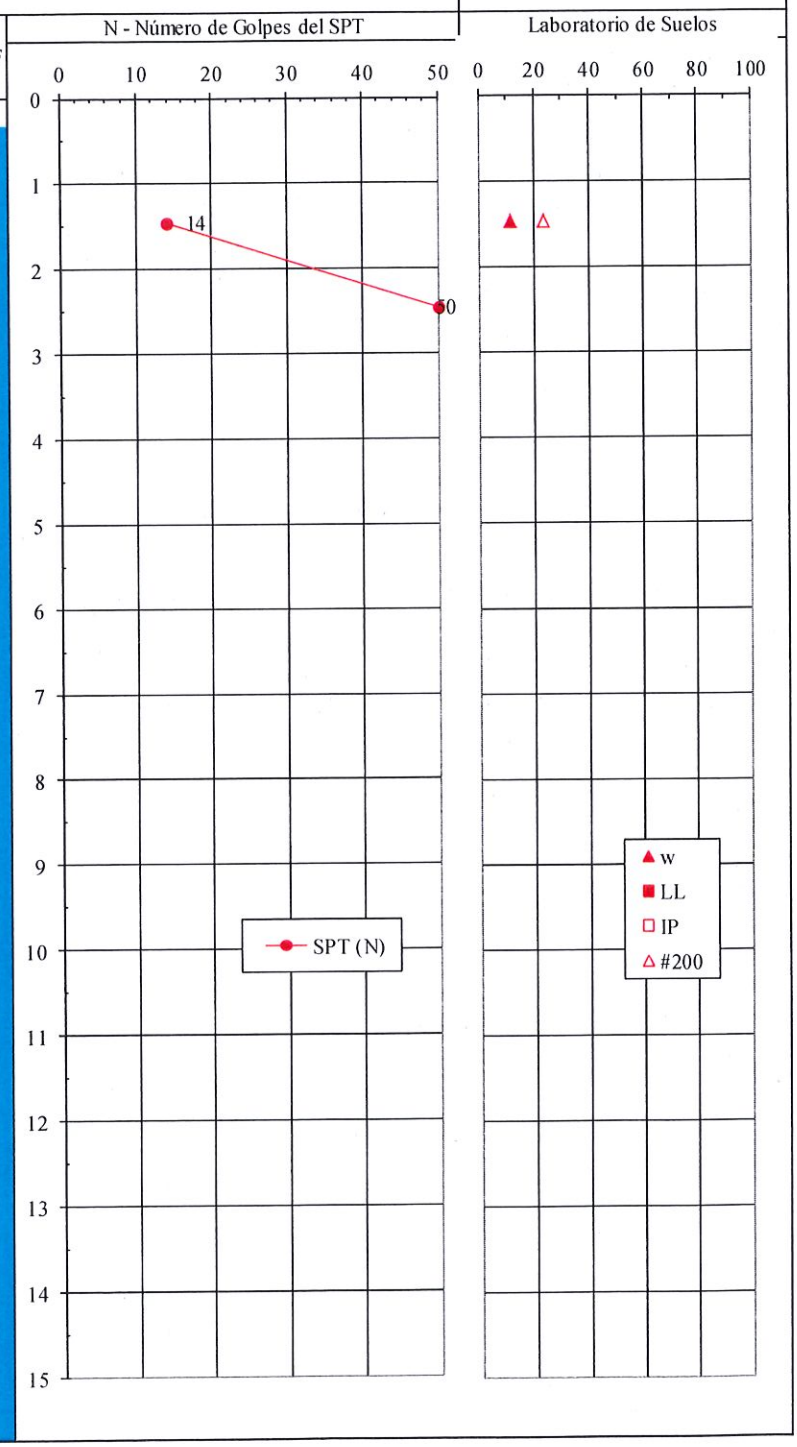
PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.

Sondeo Nº: P4
Nivel Freático: 0,40m
Fecha: 11-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), compacidad media, marrón rojiza	
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



48
Cuarenta y ocho

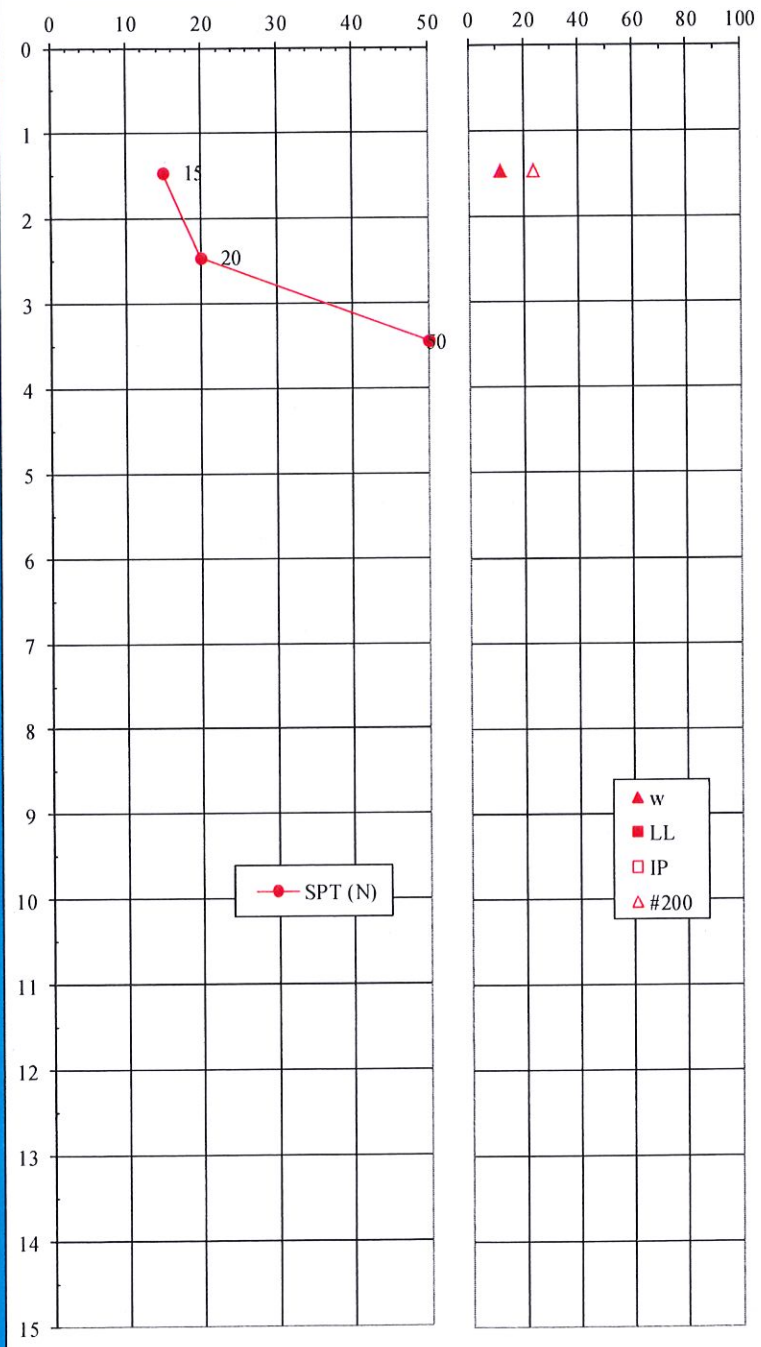
PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.

Sondeo Nº: P5
Nivel Freático: 0,20m
Fecha: 11-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), compacidad media, marrón rojiza	
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



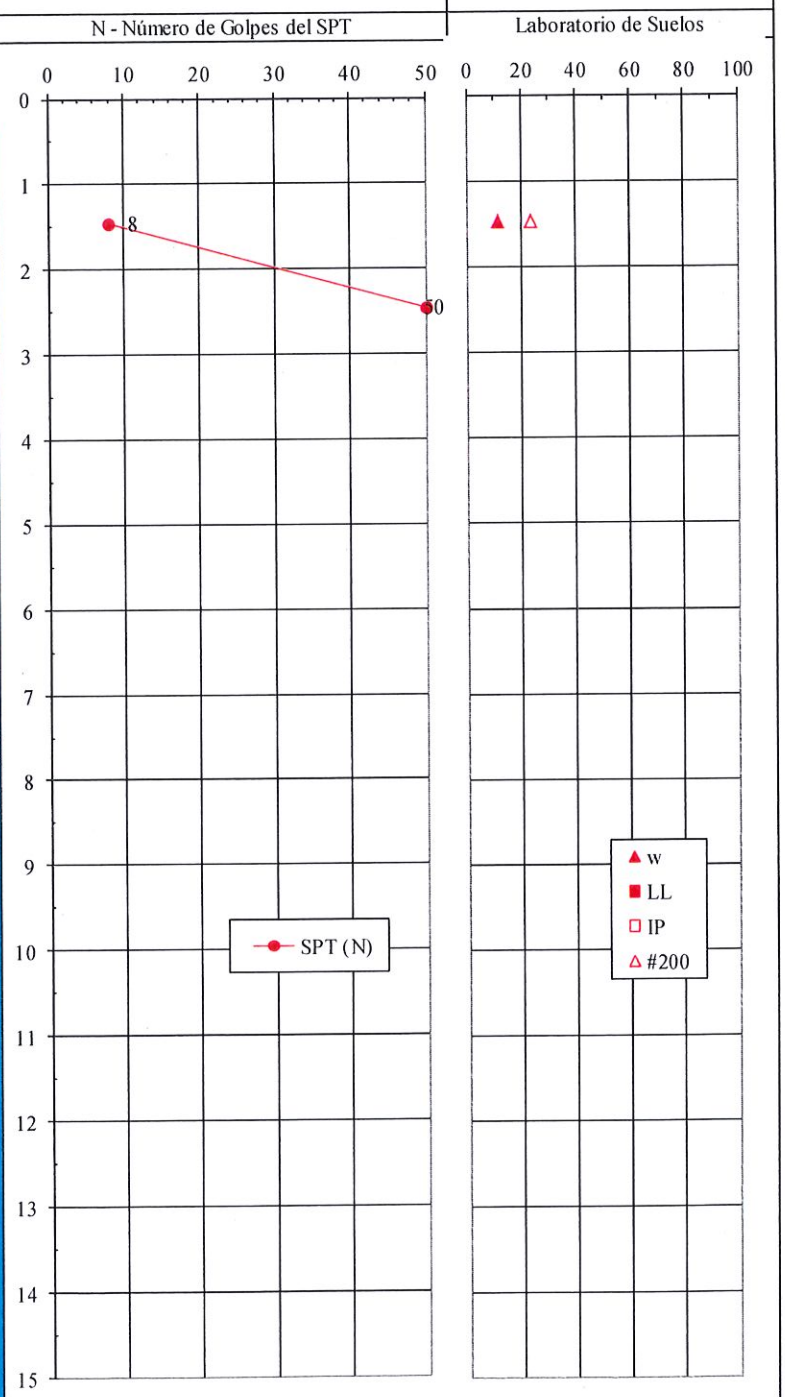
49
cuarenta y nueve

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí	**Sondeo Nº:** P6
Ubicación: Bañado Sur - Asunción	**Nivel Freático:** 0,10m
Proyecto: TECSUL S.A.	**Fecha:** 11-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), compacidad media, marrón rojiza	
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



50
cincuenta

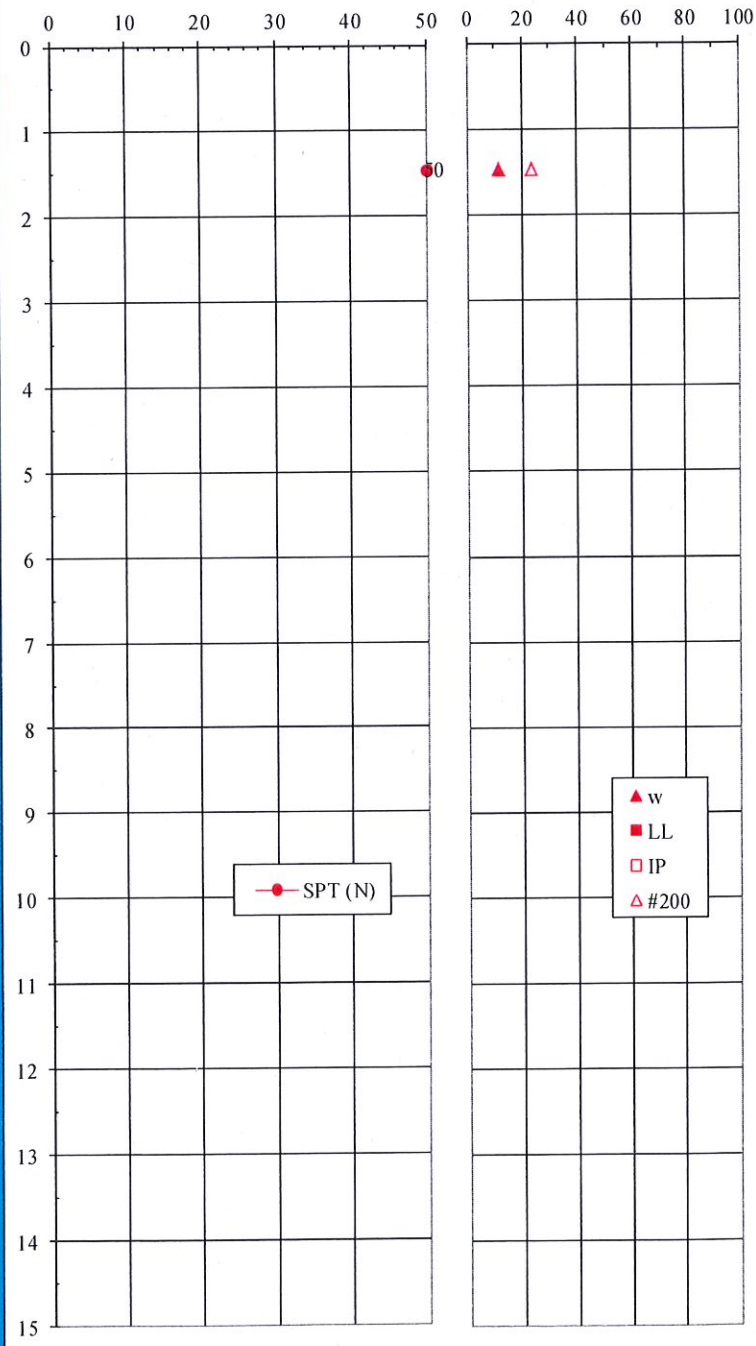
PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.

Sondeo Nº: P7
Nivel Freático: 0,10m
Fecha: 12-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



51
cincuenta y uno

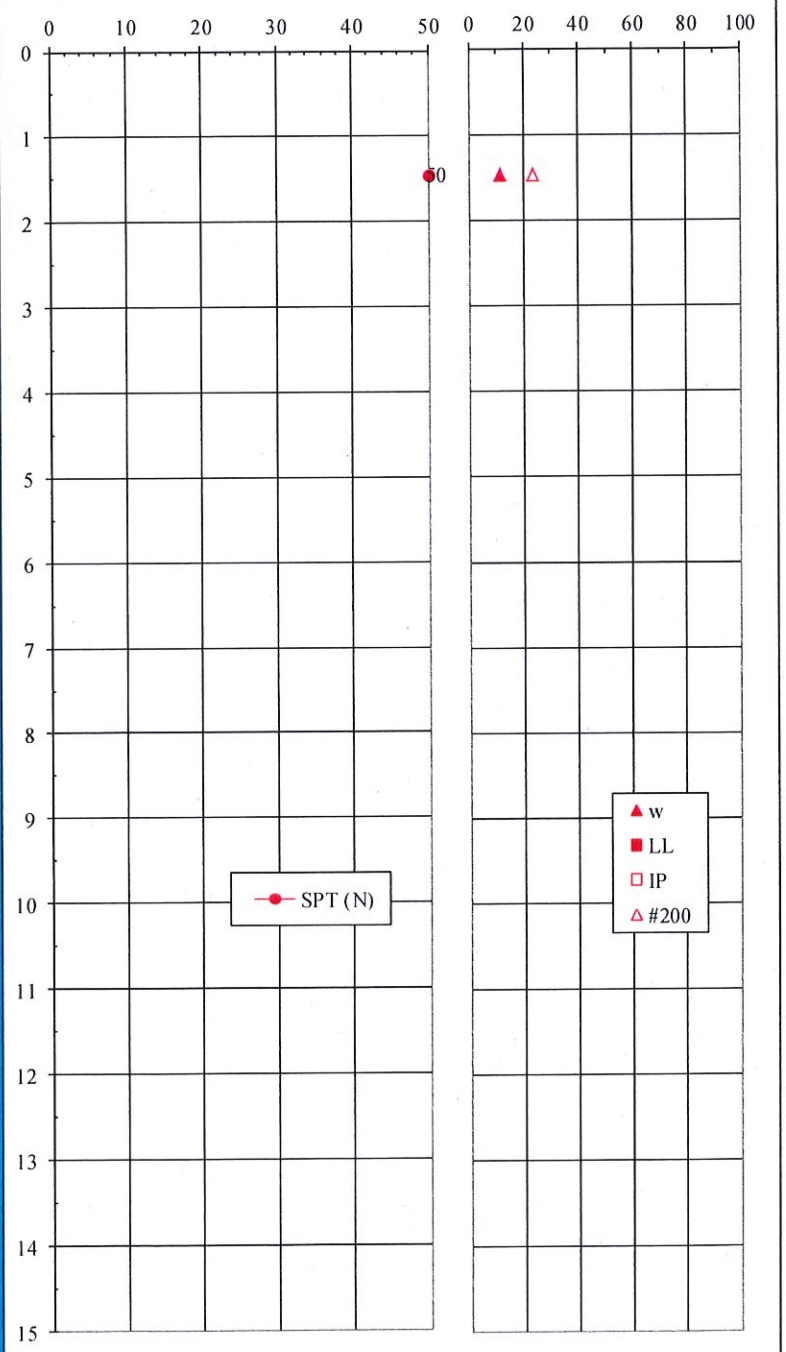
PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.

Sondeo Nº: P8
Nivel Freático: 0,30m
Fecha: 12-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



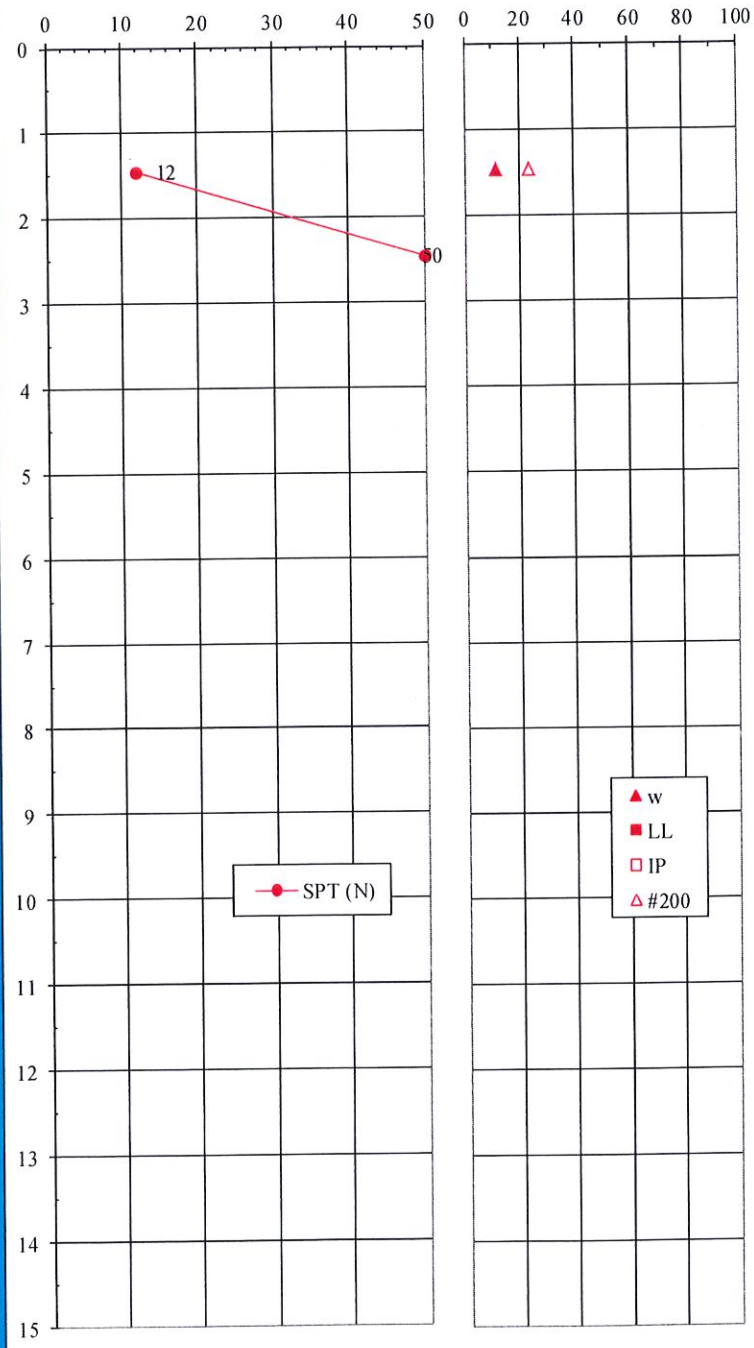
52
cincuenta y dos

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.

Sondeo Nº: P9
Nivel Freático: 0,20m
Fecha: 12-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), compacidad media, marrón rojiza	
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



53
cincuenta y tres

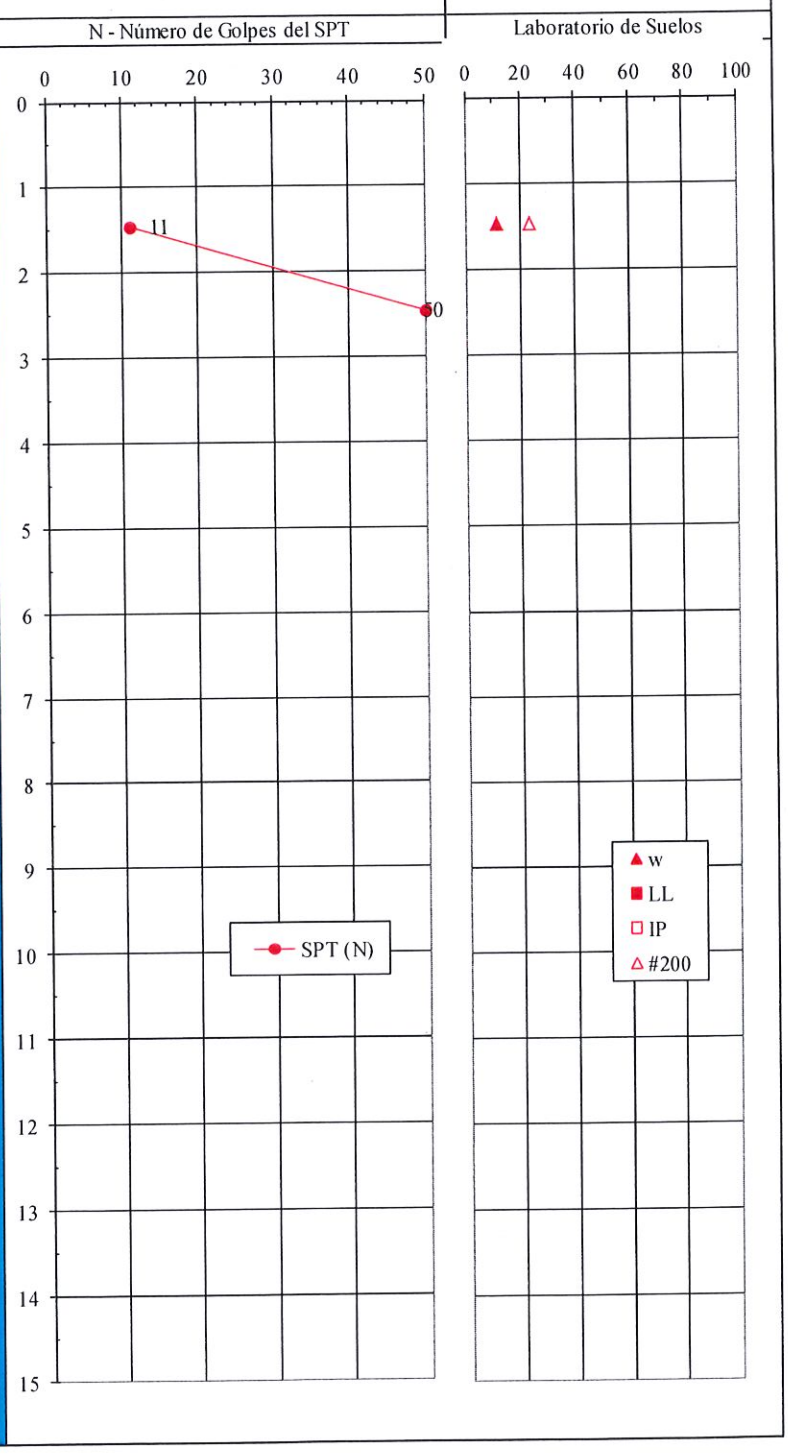
PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

OBRA: Cauce Paraguarí
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.

Sondeo Nº: P10
Nivel Freático: 0,30m
Fecha: 12-mar-19

Descripción del Material	NF
Arena limosa (SM), compacidad media, marrón rojiza	
Arena limosa (SM), muy compacta, marrón rojiza	
Fin del Sondeo	



54
cincuenta y cuatro

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

ANEXO C

ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

55
cincuenta y cinco

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

Obra: Cauce Paraguari
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.
Fecha: 15.Marzo.2019

Sondeo Nº	Profundidad (m)		w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Pasante Tamiz # 10	# 40	# 100	# 200	SUCS	Descripción de Muestras
P1	1,00	1,45	12				100	81	64	26	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	
P2	1,00	1,45	11				100	77	59	18	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	
P3	1,00	1,45	12				100	78	60	22	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	
P4	1,00	1,45	11				100	81	58	20	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	
P5	1,00	1,45	12				100	78	59	21	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	

56.
Cincuenta
y Seis

PSI

Esmeralda 1372
Lambaré - Paraguay
Tel. (0982) 543636

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

Obra: Cauce Paraguarí
Ubicación: Bañado Sur - Asunción
Proyecto: TECSUL S.A.
Fecha: 15.Marzo.2019

Sondeo Nº	Profundidad (m)		w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Pasante Tamiz # 10	# 40	# 100	# 200	SUCS	Descripción de Muestras
P6	1,00	1,45	12				100	78	58	19	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	
P7	1,00	1,45	12				100	82	65	27	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	
P8	1,00	1,45	11				100	81	61	23	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	
P9	1,00	1,45	12				100	81	62	23	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	
P10	1,00	1,45	11				100	81	62	24	SM	Arena limosa, gris
	2,00	2,45									SM	
	3,00	3,45									SM	
	4,00	4,45									SM	
	5,00	5,45									SM	
	6,00	6,45									SM	