

**CONSULTORA DE INGENIERIA**

Ing. Main Ricardo Enrique  
Mat.: C.I. 5188 E.R.

**CONTACTO:**

Tel/Fax: (0343)4070764 - Cel: (0343)155178145  
Email: ricardomain@ingrem.com.ar  
WebSite: www.ingrem.com.ar

COMITENTE: INGENIERO ERNESTO KEMMERER

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ÁREA METROPOLITANA – SAN BENITO

# PROYECTO AGUA POTABLE AREA METROPOLITANA PARANÁ

## INFORME GEOTÉCNICO CENTRO DE DISTRIBUCION SAN BENITO

<u>REVISÓ</u>	<u>FECHA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
Nombre y Apellido:	de Revisión: ___/___/___	Observaciones:
Nombre y Apellido:	de Aprobación: ___/___/___	



## **1. Objetivo del Estudio**

Estudiar las características desde el punto de vista geotécnico, en el lugar de emplazamiento de la futura obra. Determinar tipos de fundación aconsejables, sus características generales y análisis de alternativas. Proveer datos de diseño necesarios para el proyecto y dimensionamiento de los tipos de fundación, y otras componentes de la obra. Recomendar detalles constructivos adaptados a las condiciones de suelo.

## **2. Características de la Obra**

Al momento de ejecución de este estudio se cuenta con las siguientes características de las obras a saber:

- Se trata de la construcción de los centros de reserva y distribución conforme, con la posibilidad de fundar tanques elevados o reservorios bajo nivel de terreno natural.

## **3. Trabajos Realizados**

Se han efectuado estudios de campo, laboratorio y gabinete

### **3.1) Estudios de campo.**

Se han efectuado dos auscultaciones para medición de consistencia como ser ensayos SPT (ensayo de penetración estándar).

#### ENSAYOS SPT

Se efectuaron dos perforaciones, cuya ubicación se aprecia en el croquis adjunto, la profundidad de ambos sondeos realizados fue de 6,00m tomados desde cota de boca de pozo, como se desprende en la planilla respectiva.

### 3.1.2. Ensayo SPT

Los ensayos SPT han respondido a la Norma IRAM 10517/70, y han sido efectuados mediante la hincada de un sacamuestras bipartido (Terzaghi) de 2" de diámetro exterior, hincado al dejar caer libremente una maza de 140 libras (63,5 kg), desde una altura de 30" (762 mm) sobre la cabeza de golpeo de las barras de sondeo.

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

En la determinación de la resistencia a penetración de una arena influye la profundidad a la cual se practica el ensayo, debido al confinamiento producido por la presión de la sobrecarga. Puede ocurrir que al aumentar la profundidad exhiba valores mayores de densidad relativa que la real.

Si se considera normal el valor de N a una profundidad que corresponde a una presión efectiva de sobrecarga de 10 t/m<sup>2</sup>, el factor de corrección CN que hay que aplicar a los valores de N para otras presiones efectivas diferentes está dado por la expresión:

$$CN = 0,77 \cdot \log 200/p$$

Donde:

CN = Factor de corrección

p = Presión efectiva debida a la sobrecarga (t/m<sup>2</sup>).

### 3.1.3. Medición del nivel freático y agua superficial

Durante las labores de campaña se efectuó la determinación instantánea de la lámina subterránea. En el centro destinado para la ciudad de San Benito la presencia de agua subterránea se divisó a una profundidad de 1,50m.

### 3.2. Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de Laboratorio realizados para la identificación de los distintos suelos y determinación de los parámetros geotécnicos más relevantes en el estudio de la cimentación:

#### 3.2.1.- Humedad Natural (Wn)

Según normas IRAM 10519/70. Se midió como el porcentaje del agua respecto al Peso seco de las partículas, en su estado natural

$$(Wn = (Psh-Pss)/Pss*100)$$

#### 3.2.2.- Granulometría

Según normas IRAM 10512/77. Se realizó, el lavado sobre tamiz N° 200 y el tamizado se efectuó, sobre la serie de tamices N° 4 (4.76 mm), N° 10 (2 mm), N° 40 (0.417 mm) y N° 200 (0.074 mm).

#### 3.2.3.- Límites de Atterberg

Los límites líquido (LL) y plástico (LP) se determinaron siguiendo las normas IRAM 10501/68 e IRAM 10502/68. Con los datos obtenidos con este ensayo y el de granulometría, se clasificaron los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y según el Sistema de la Highway Research Association (HRB).

##### 3.2.3.1.- Índice de Liquidez del Suelo

Por otra parte, teniendo en cuenta la humedad natural y los valores de LP e IP (IP = LL-LP), se calcula el Índice de Liquidez del suelo (B).

$$B = \frac{w - LP}{IP} 100$$





Este índice da una medida indicativa de consistencia del suelo según la tabla siguiente: Denominación de los suelos arcillosos sobre la base del Índice de Consistencia B (o IL).

**ARCILLAS MUY ARENOSAS**

dura ..... B < 0  
 plástica ..... 0 < B < 1  
 líquida ..... B > 1

**ARCILLA POCO ARENOSA Y ARCILLA**

dura ..... B < 0  
 semiduro ..... 0 < B < 0,25  
 poco dura ..... 0,25 < B < 0,50  
 plástica ..... 0,50 < B < 0,75  
 líquido plástica ..... 0,75 < B < 1  
 líquida ..... B > 1

**3.2.3.2.- Potencial de Hinchamiento de los suelos**

A partir de los datos de índice de plasticidad (IP) y humedad natural (wn) se analizó la susceptibilidad a expansión de los estratos arcillosos utilizando dos métodos:

- Método de Holtz y Gibbs (1954): identifica el perfil de expansividad en función del Índice de Plasticidad.

<b>Índice de Plasticidad</b>	0- 15	10- 35	20- 55	> 55
<b>Potencial de hinchamiento</b>	Leve	Medio	Alto	Muy Alto

- Método recomendado por el Manual de U.S. Army Corps of Engineer (EM-1100-1-1904- Cap. 5.5). Análisis de la susceptibilidad a la expansión de los estratos arcillosos en base a una ecuación para el hinchamiento libre formulada por O'neil-Ghazzaly:

$$S_f = 2.27 + 0.131w_L - 0.27w_0$$

$S_f$  : Expansión libre (%)

$w_L$  : Límite líquido (%)

$w_0$  : Humedad natural (%)

Esta metodología no tiene en cuenta la tapada de suelo, o sea la presión efectiva. Es por este motivo que el Manual recomienda utilizar la ecuación propuesta por Gogoll (1970) para determinar el hinchamiento porcentual final:

### **3.2.4.- Peso específico aparente del suelo húmedo ( $\gamma_{hum}$ )**

Se define como el cociente entre el peso de las partículas más el agua que contiene y el volumen total del mismo. Se obtuvo mediante el método de la parafina. Considerando el contenido de humedad natural que posee el suelo, se obtiene el peso específico aparente del suelo seco, mediante la expresión:

$$\gamma_d = \gamma_{hum} (1 + W_n/100)$$

### **3.2.5.- Peso específico aparente del suelo húmedo ( $\gamma_{hum}$ )**

Se evalúa el potencial de colapso de un suelo por el criterio de colapsabilidad de Gibbs, según el cual un suelo presenta riesgo de ser colapsable si su densidad seca ( $G_d$ ) es inferior al siguiente cociente:

$$G_d < 2.6 / [1+(0.026 w_l)]$$

### **3.2.6.- Ensayos triaxiales. (IRAM 10529- AASHTOT234-70;ASTM D285070)**

El método utilizado fue de deformación controlada a una velocidad de deformación de 1 mm por minuto, efectuando lecturas cada 15 segundos de la carga axial aplicada.

Los ensayos se realizaron sobre muestras de suelos cohesivos, con humedad natural. Fueron del tipo múltiple y en probetas independientes, no drenado (NCR), según la homogeneidad y disponibilidad de las mismas.

La presión de confinamiento fue dada mediante agua, desde una cámara intermedia, transmitiendo la presión con una válvula reguladora de presión, y fue de 0.5, y 1 kg/cm<sup>2</sup> La tensión desviadora, se midió mediante un aro dinamométrico calibrado, a medida que avanzaba el ensayo.



En todos los casos se utilizaron para medir deformaciones, flexímetros de una sensibilidad de 0,01 mm por división.

Las probetas fueron de una esbeltez igual a 2. En todos los casos las dimensiones fueron de 4 cm de diámetro por 8 cm de altura. Dichas probetas fueron protegidas, durante el ensayo, con membranas de látex.

Se consideró como rotura del espécimen ensayado, cuando la tensión desviadora se mantuvo constante (es decir a lecturas repetidas o muy próximas del flexímetro que marca la deformación del aro dinamométrico).

Se midieron las humedades antes y después del ensayo

### 3.3. Ubicación sondeos

#### Imagen Satelital



Imagen Satelital: Predio Centro de Reserva y Distribución – ciudad de San Benito.

### 3.4. Fotografías de la zona de estudio

#### Estudio Geotécnico Predio San Benito







Imagen 01: Predio Centro de Distribución y Almacenaje – San Benito



Imagen 02: Tareas de Barrenado - Oro Verde



Imagen 03: Ejecución Ensayo -SPT Oro Verde

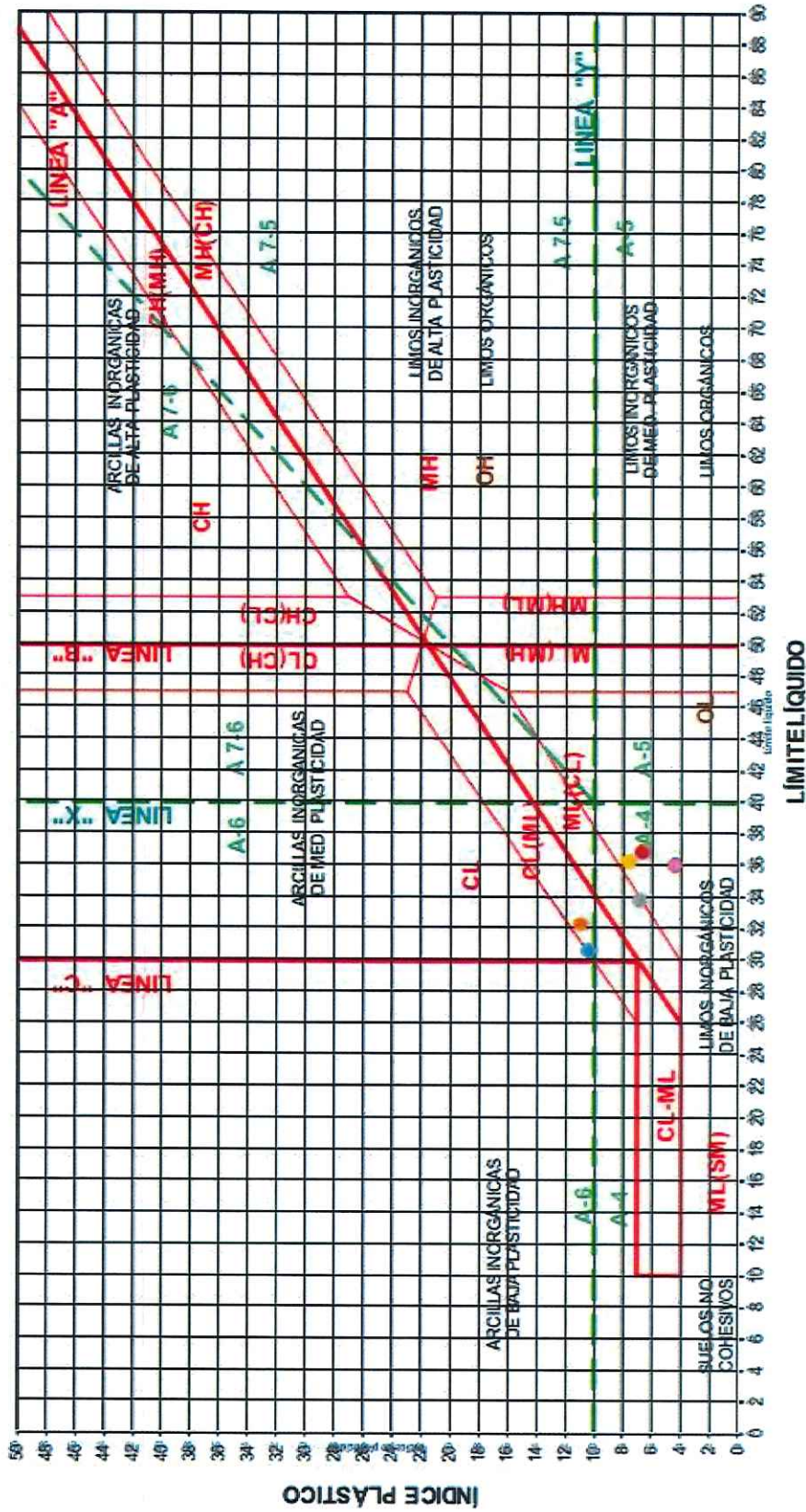




## 4. Descripción del perfil Geotécnico hallado

### 4.1. Clasificación

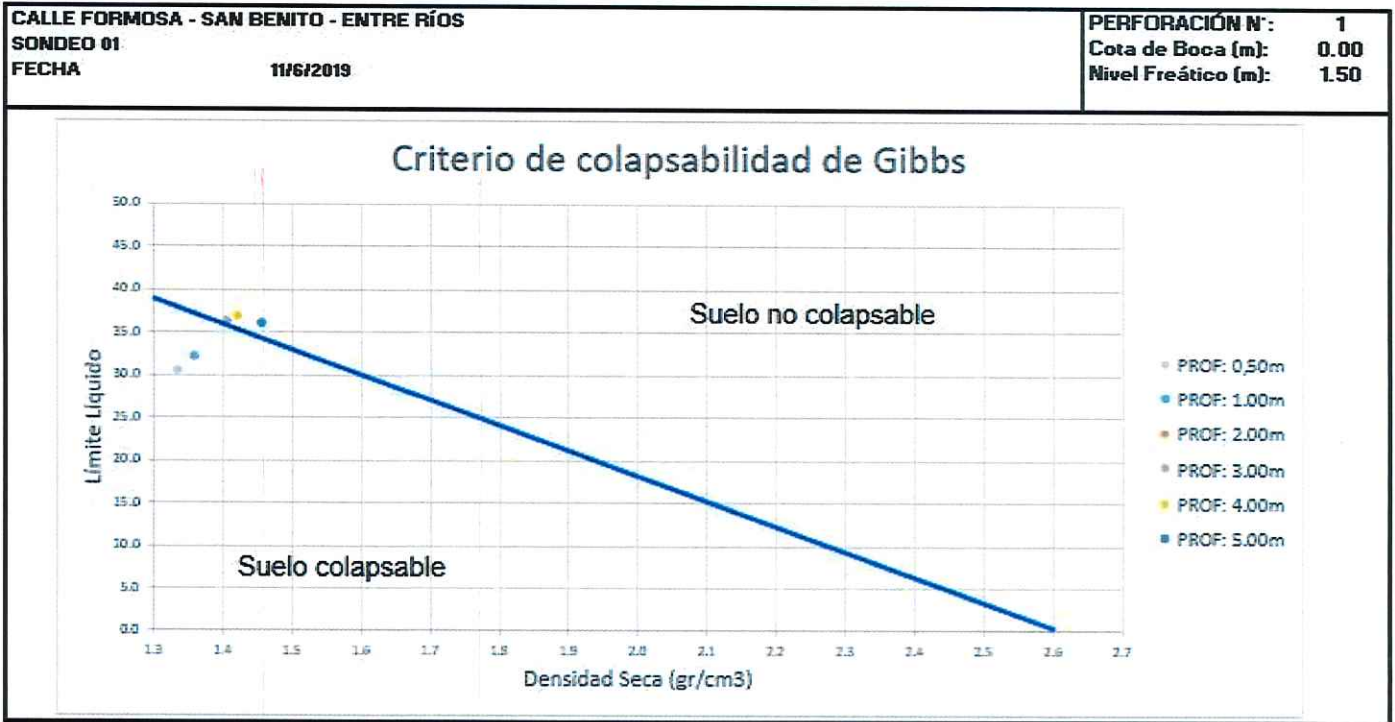
Ábaco de Casagrande



Abaco Sondeo 1 – Predio San Benito

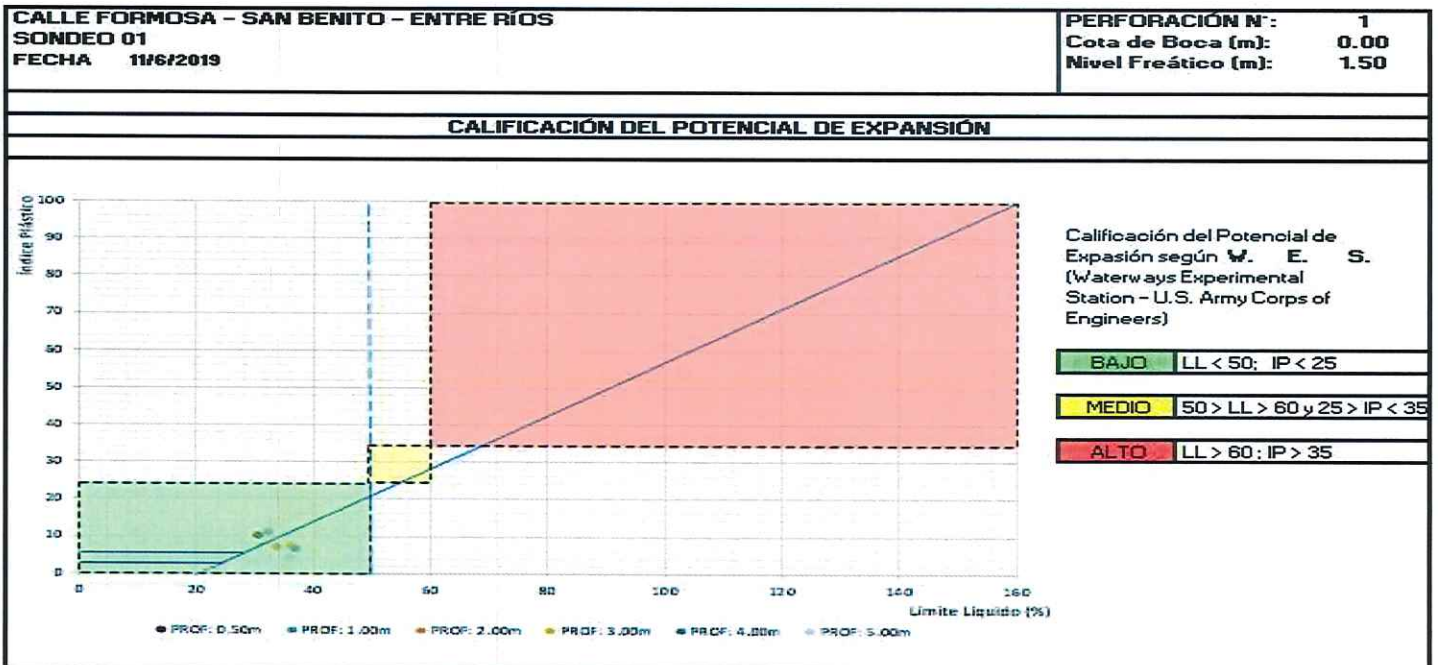


## 4.2. Colapsabilidad



Abaco Sondeo 1 – San Benito

## 4.2. Expansión



Abaco Sondeo 1 – San Benito

#### **4.4 Agresividad al Hormigón y al Acero**

Las muestras de suelos no floculan en agua destilada. En consecuencia, el contenido de sales solubles (Cloruros y Sulfatos), es inferior al 0,1% siendo no agresivas al hormigón. Los hormigones de las fundaciones con recubrimiento de armadura superior a 2,5cm, en consecuencia, no requieren medida de precaución especial.

### **5. Descripción general**

#### **SONDEO 1-2 – PREDIO SAN BENITO**

El perfil del primer metro de profundidad de los sondeos realizados se compone de una arcilla de baja plasticidad magra de clasificación SUCCS (CL) como puede apreciarse en la correspondiente planilla de laboratorio, de color negro y castaño oscuro, cuya compacidad es medianamente compacta (N entre 5 y 6 golpes), de 1 a 2 metros de espesor.

Por debajo del estrato anterior se divisó la presencia de un manto íntegramente compuesto desde la cota de boca de pozo hasta la profundidad de 5,00m por un Limo magro y de baja plasticidad de clasificación SUCCS (ML), de color castaño, de consistencia medianamente compacta variando a muy compacta hasta la cota final de perforación (N entre 6 y 27 golpes, conforme aumenta la profundidad).

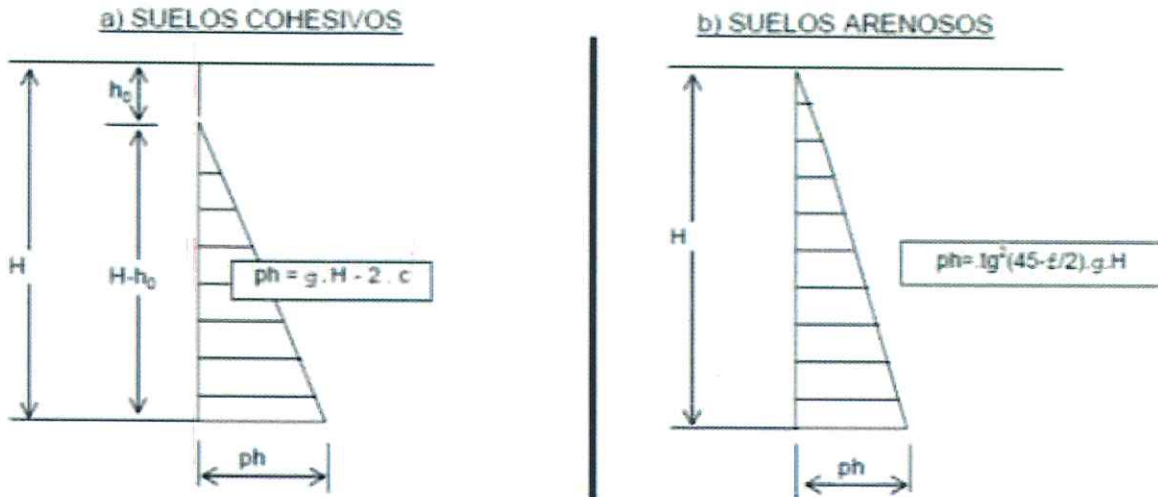


## 6. Recomendaciones Generales

### 6.1 Muro de contención y fundaciones directa

#### 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.



La presión activa ( $\sigma_a$ ) sobre la estructura vendrá definida por la siguiente expresión:

$$\sigma_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot (\gamma h + q) - 2C \tan \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

La presión pasiva ( $\sigma_p$ ) sobre la estructura vendrá definida por la siguiente expresión:

$$\sigma_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot (\gamma h + q) - 2C \tan \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Densidad Natural: 1.75 ton/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0.4 kg/cm<sup>2</sup>

Angulo de Friccion: 5°

Se trata de coeficiente minimos para el calculo de de muros de contencion o obras transitorias de excavacion y apuntalamiento.

## **7. TIPO DE FUNDACION Y CAPACIDAD PORTANTE**

En función de la naturaleza del perfil detectado y tomando en cuenta las características de las obras, se considera viable la opción de cimentación, mediante bases aisladas de H<sup>2</sup>A<sup>3</sup>, que lleguen hasta el estrato compacto que se presenta en el estudio.

### **BASES CORRIDAS DE H<sup>2</sup>A<sup>3</sup>**

#### **TENSIONES Y COEFICIENTES PROPUESTOS**

Profundidad: -1.50m

Tensión admisible: 0.60kg/cm<sup>2</sup>

Coef. Balasto: 600 ton/m<sup>3</sup>

#### **TENSIONES Y COEFICIENTES PROPUESTOS**

Profundidad: -2.20m

Tensión admisible: 1.60kg/cm<sup>2</sup>

Coef. Balasto: 1500 ton/m<sup>3</sup>

Derivadas de la presencia de suelos finos en los primeros estratos se dan las recomendaciones :

- a) El suelo seleccionado de IP < 15% para la utilización de rellenos o remplazos será compactado por capas de 0,20m de espesor máximo, a densidad controlada, alcanzando al menos el 98% del ensayo de compactación Proctor Standard. Idéntico criterio se deberá tomar para los eventuales alteos del terreno.
- b) A partir de los niveles de piso elegidos, se debe procurar el alejamiento rápido del agua de lluvia de las cercanías de las fundaciones. Respetar las veredas previstas en el proyectado.



## REGISTRO DE PERFORACIÓN

**CODIGO DE PROYECTO:** N° DE PERFORACIÓN  
**PROYECTO:** UBICACIÓN  
**SOLICITADO:** RED DE DISTRIBUCION DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PARANA  
**COMITENTE:** REALIZADO  
**FECHA:** CENTRO DE RESERVA Y DISTRIBUCIÓN CIUDAD DE SAN BENITO  
 Ing. ERNESTO KEMMERER  
 Ing. Ricardo E. Malin  
 11/06/19  
 5.00  
 1.50

**N° DE PERFORACIÓN:** SONDEO 01  
**UBICACIÓN:** CALLE FORMOSA - SAN BENITO - ENTRE RÍOS

**REALIZADO:**  
**FECHA DE PERFORACIÓN:**  
**PROFUNDIDAD TOTAL (m):**  
**PROF. NIVEL FREÁTICO (m):**

Perforación (m)	Gráfico Tipo de Suelo	Descripción del Suelo	Clas. SUCCS	ENSAYOS FÍSICOS										ENSAYOS MECÁNICOS				
				LÍMITE ATTERBERG					GRANULOMETRÍA					SPT N° Golpes para 30 cm	DENSIDADES		TRIAJAL C (kg/cm2)	
				LL %	LP %	IP %	LIq (LL-IP) %	Cons. Relativa (LP-IP) %	Act. Arcillas (IP-2mm) %	GRAVA > TN° 4	ARENAS Gruesas TN° 4	Medias TN° 10	Finas TN° 40		LIMOS / ARCILLAS TN° 200	DH (t/m3)		DS (t/m3)
0.00		Arcilla media plasticidad Color Negro	CL	30.55	20.17	10.38	0.22	0.78	0.10	0	100	100	100	99	5	1.711	1.334	
-0.50		Compacidad: Medianamente Compacto Arcilla media plasticidad Color Castaño Oscuro	CL	32.25	21.38	10.87	0.41	0.59	0.11	1	99	99	99	99	6	1.735	1.358	
-1.00		Compacidad: Medianamente Compacto Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	33.78	26.89	6.89	0.51	0.49	0.07	0	100	100	100	100	6	1.688	1.296	
-2.00		Compacidad: Medianamente Compacto Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	36.25	28.70	7.55	0.86	0.14	0.08	0	100	99	99	99	17	1.825	1.406	
-3.00		Compacidad: Muy Compacto Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	36.88	30.27	6.61	0.63	0.37	0.07	0	100	100	100	100	24	1.888	1.422	
-4.00		Compacidad: Muy Compacto Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	35.97	31.56	4.41	1.00	0.00	0.04	0	100	100	100	100	27	1.915	1.455	
-5.00		Compacidad: Muy Compacto																

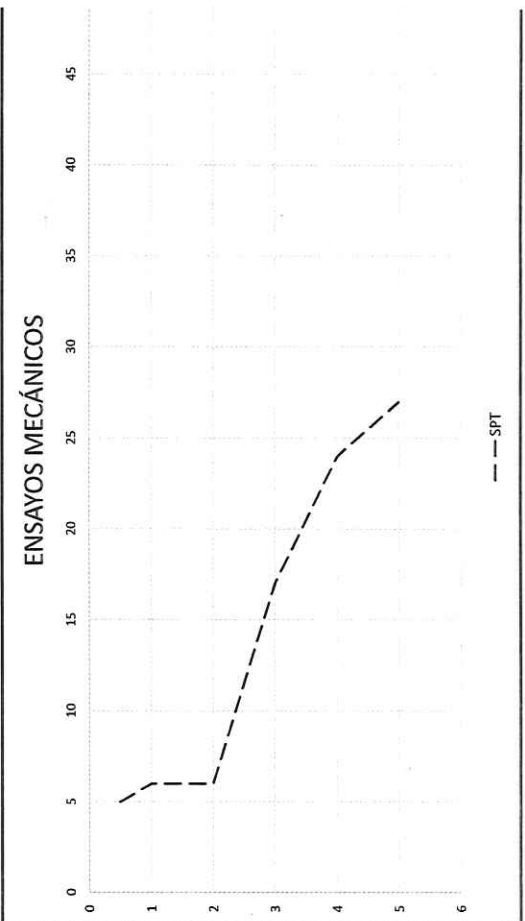
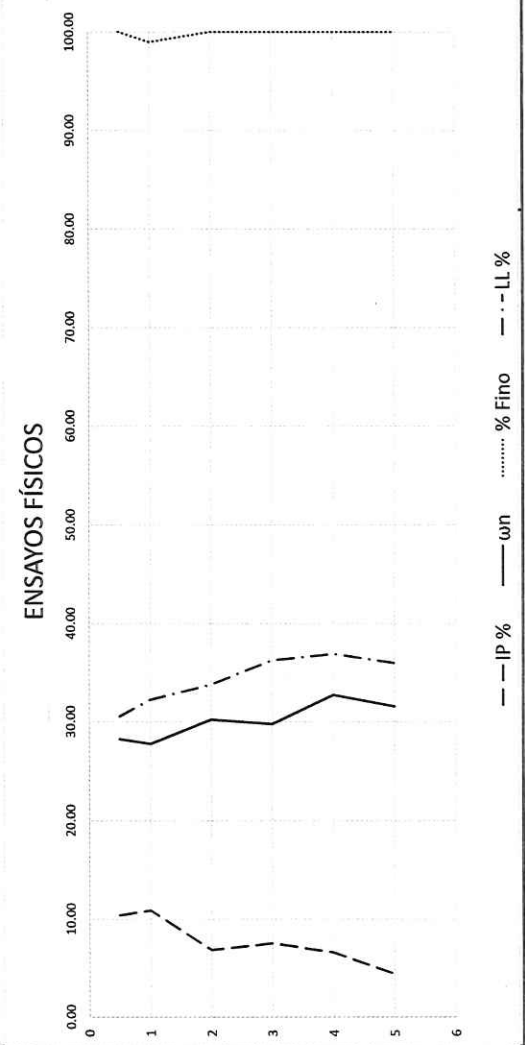


**REGISTRO DE PERFORACIÓN**

<b>CODIGO DE PROYECTO:</b>	<b>N° DE PERFORACIÓN</b>
<b>PROYECTO:</b>	<b>UBICACIÓN</b>
<b>SOLICITADO:</b>	<b>REALIZADO</b>
<b>COMITENTE:</b>	<b>REVISADO</b>
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA DE PERFORACIÓN:</b>
	<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m):</b>
	<b>PROF. NIVEL FREÁTICO (m):</b>

SONDEO 01  
 CALLE FORMOSA - SAN BENITO - ENTRE RÍOS  
 Ing. Ricardo E. Main  
 11/06/19  
 5.00  
 1.50

**DIAGRAMA RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO**



M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO  
 Director General  
 Dirección General Obras  
 Sanitarias de Entre Ríos  
 M.P.I y S.



INGREM Consultora de Ingeniería  
 Oficina: Alsina N° 556  
 Laboratorio: Larrañendi N° 100 - Paraná E.R.  
 Email: ricardomah@ingrem.com.ar  
 Tel/Fax: (0343)4070764 - Cel: (0343)155178145

## REGISTRO DE PERFORACION

**CODIGO DE PROYECTO:**  
**PROYECTO:** RED DE DISTRIBUCION DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PARANA  
**SOLICITADO:** CENTRO DE RESERVA Y DISTRIBUCION CIUDAD DE SAN BENITO  
**COMITENTE:** Ing. ERNESTO KEMMERER  
**FECHA:**

**N° DE PERFORACION:** SONDEO 02  
**UBICACION:** CALLE FORMOSA - SAN BENITO - ENTRE RIOS  
**REALIZADO:**  
**REVISADO:** Ing. Ricardo E. Main  
**FECHA DE PERFORACION:** 11/06/19  
**PROFUNDIDAD TOTAL (m):** 5.00  
**PROF. NIVEL FREÁTICO (m):** 1.50

Perforación (m)	Gráfico Tipo de Suelo	Descripción del Suelo	Clas. SUCCS	INDICES Y CONSTANTES				ENSAYOS FÍSICOS						ENSAYOS MECÁNICOS				
				ωn	LL %	IP %	IP %	Liquidez (LL - ωn) / IP	Cons. Relativa (ωn - LP) / (IP - LP)	Actividad Arcillas IP / % < 2mm	4,750 a 75 mm	GRANULOMETRIA			SPT	DENSIDADES		TRIAJAL
												GRAVA > TN* 4	ARENAS	ARCILLAS		N° Golpes para 30 cm	DH (t/m³)	
0.00		Arcilla media plasticidad Color Negro	CL	28.26	30.10	23.53	6.57	0.28	0.72	0.07	0	100	100	100	6	1.786	1.392	
-0.50		Compacidad: Medianamente Compacto Arcilla media plasticidad Color Negro	CL	31.50	32.56	24.10	8.46	0.13	0.87	0.09	0	100	100	100	6	1.804	1.372	
-1.00		Compacidad: Medianamente Compacto Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	28.49	39.53	24.10	15.43	0.72	0.28	0.16	0	100	100	100	6	1.688	1.314	
-2.00		Compacidad: Medianamente Compacto Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	30.26	41.53	27.47	14.06	0.80	0.20	0.14	0	100	100	100	14	1.825	1.401	
-3.00		Compacidad: Muy Compacto Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	30.73	35.88	31.81	4.07	1.27	-0.27	0.04	0	100	100	100	26	1.888	1.444	
-4.00		Compacidad: Muy Compacto Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	32.00	35.04	32.93	2.11	1.44	-0.44	0.02	0	100	100	100	25	1.915	1.451	
-5.00		Compacidad: Muy Compacto																

M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO  
 Director General  
 Dirección General Obras  
 Sanitarias de Entre Ríos  
 M.P.I y S.



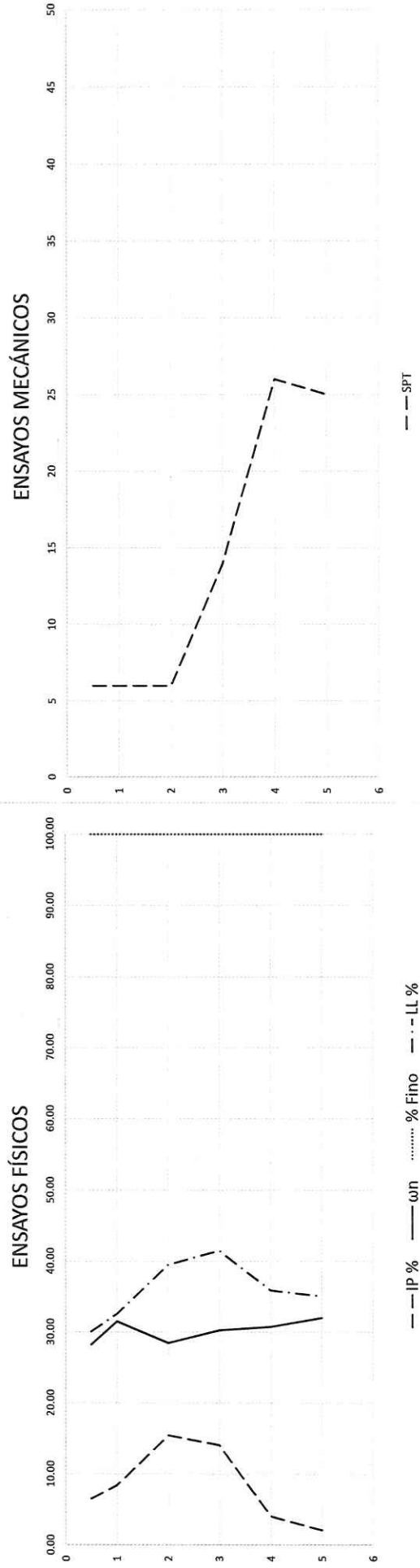
INGREM Consultora de Ingeniería  
 Oficina: Alsina N° 556  
 Laboratorio: Larraamendi N° 100 - Paraná E.R.  
 Email: ricardomain@ingrem.com.ar  
 Tel/Fax: (0343)4070764 - Cel: (0343)155178145

### REGISTRO DE PERFORACION

**CODIGO DE PROYECTO:** \_\_\_\_\_  
**PROYECTO:** RED DE DISTRIBUCION DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PARANA  
**CENTRO DE RESERVA Y DISTRIBUCIÓN CIUDAD DE SAN BENITO**  
**SOLICITADO:** \_\_\_\_\_  
**COMITENTE:** Ing. ERNESTO KEMMERER  
**FECHA:** \_\_\_\_\_

**N° DE PERFORACIÓN:** SONDEO 02  
**UBICACIÓN:** CALLE FORMOSA - SAN BENITO - ENTRE RÍOS  
**REALIZADO:** \_\_\_\_\_  
**REVISADO:** Ing. Ricardo E. Malh  
**FECHA DE PERFORACIÓN:** 11/06/19  
**PROFUNDIDAD TOTAL (m):** 5.00  
**PROF. NIVEL FREÁTICO (m):** 1.50

### DIAGRAMA RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO



M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO  
 Director General  
 Dirección General Obras  
 Sanitarias de Entre Ríos  
 M.P.I y S.