



**GeoAmbiente**

servicios en geología, hidrogeología, ingeniería y medio ambiente

# Realización de Cateos SPT y Estimación de Tensiones Admisibles para Fundaciones

CAIF Nuestros Niños

Ciudad de Montevideo

Julio 2018

## **Responsables Técnicos:**

**Mauricio Montaña Gutiérrez**

*Licenciado en Geología*

[mmontano@geoambiente-uruguay.com](mailto:mmontano@geoambiente-uruguay.com)

**Diego Montaña García**

*Ingeniero Civil*

[diego.montano@geoambiente-uruguay.com](mailto:diego.montano@geoambiente-uruguay.com)

# ESTUDIO GEOTÉCNICO - ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y ESTIMACIÓN DE TENSIONES ADMISIBLES

## INDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| INDICE GENERAL .....  | 1  |
| INDICE DE ILUSTRACIONES .....   | 1  |
| INDICE DE TABLAS .....  | 1  |
| OBJETIVO .....  | 2  |
| UBICACION .....   | 2  |
| EQUIPO TÉCNICO .....  | 2  |
| GEOLOGÍA DEL ÁREA .....   | 2  |
| CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA EXCAVABILIDAD .....                        | 3  |
| REALIZACIÓN DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR .....                       | 3  |
| CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO Y SUCS) .....                             | 7  |
| EVALUACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO .....                                  | 8  |
| CIMENTACIONES – TENSIÓN ADMISIBLE Y ASIENTOS PARA FUNDACIÓN DIRECTA ..... | 9  |
| RECOMENDACIONES SOBRE FUNDACIONES .....                                   | 10 |
| CONCLUSIONES: .....   | 11 |
| ANEXO .....   | 12 |

## INDICE DE ILUSTRACIONES

|   |   |
|---|---|
| Ilustración 1 - Esquema de Ubicación del Sitio de Estudio remarcado .....                   | 2 |
| Ilustración 2 - Corrección De Valores De N Para SPT 01 (Izquierda) y SPT 02 (Derecha) ..... | 5 |
| Ilustración 3 - Corrección De Valores De N Para Spt 03 .....                                | 6 |
| Ilustración 4 – Plano de Ubicación de Sondeos .....   | 6 |
| Ilustración 5 – Tareas de realización de ensayo SPT .....                                   | 7 |
| Ilustración 6 – Efecto de Presión de Expansión sobre Losas de Fundación .....               | 8 |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 - Resumen de Clasificación de Suelos (AASHTO y SUCS) .....                        | 7  |
| Tabla 2- Criterios de Expansividad .....  | 9  |
| Tabla 3 – Resumen de Resultados de Laboratorio .....                                      | 9  |
| Tabla 4 - Tensiones Admisibles en función de los valores de SPT y de la Profundidad ..... | 10 |
| Tabla 5 - Tensiones Admisibles Recomendadas en Función de la Profundidad .....            | 10 |

## DESARROLLO DEL INFORME

### Objetivo

De acuerdo a lo solicitado por la Corporación Nacional para el Desarrollo se presenta un Estudio Geotécnico cuyo objetivo es a partir de una serie de ensayos de penetración estándar (SPT) estimar algunos parámetros del suelos del sitio a ser empleados como insumo para el diseño de la solución de fundación de un edificio, que funcionara como Caif en el barrio Villa Prosperidad, en la ciudad de Montevideo.

En función de lo solicitado por el contratante se realizaron 3 cateos con la realización de un ensayo SPT por metro de cateo y se extrajeron muestras de suelo para determinar su potencial de expansividad y clasificación de suelos.

### Ubicación

El sitio de estudio se ubica en el padrón 195661, sobre la calle Angel Zanelli entre las calles Domingo Mora y Central, en la ciudad de Montevideo (ver Ilustración 1).

ILUSTRACIÓN 1 - ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO REMARCADO



### Equipo Técnico

El trabajo de campo fue efectuado por GeoAmbiente, abarcando la realización de los ensayos SPT y cateos descriptivos, y la toma de muestras, así como los relevamientos de perfiles litológicos y relevamiento topográfico.

El análisis de soluciones de fundación y estimación de tensiones admisibles fue elaborado en gabinete, a partir de la información recabada en campo, por el Ingeniero Civil Diego Montaño.

### Geología del área

En función de la revisión de antecedentes, la fotointerpretación geológica a escala 1:20.000 y el relevamiento de campo realizado, se establece que el subsuelo del área está integrado por la Formación Libertad.

### Formación Libertad (Pleistoceno)

Está constituida por lodolitas masivas, con porcentajes no superiores al 1% de arena gruesa, gravilla y grava homogéneamente dispersas en la matriz. La mineralogía de estos detritos es fundamentalmente cuarzosa y feldespática. Dentro de estas litologías los términos

dominantes son arcilla, limo arcilloso y limo arcillo-arenoso. La tonalidad dominante es marrón a marrón claro (pardo) y su espesor en general no supera los 10m. El carbonato de calcio puede estar presente en forma pulverulenta, en concreciones o en pequeños lentes.

## Clasificación en función de la excavabilidad

A los efectos de generar información pertinente para la ejecución de la obra, se releva durante la realización de los taladros, el grado de Excavabilidad de los materiales hallados según el criterio establecido en la Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo<sup>1</sup>.

El grado de excavabilidad varía de E1 a E3 según el siguiente criterio:

**E1:** Se incluye en esta categoría aquellos materiales friables a medianamente friables, penetrables por la pala americana, y en consecuencia excavables a pico y pala sin auxilio de elementos escarificantes y fácilmente movibles por medios mecánicos.

**E2:** Se incluyen en esta categoría los materiales medianamente friables a medianamente tenaces difícilmente a no penetrables con pala americana pero si excavables a pico y pala (aunque con dificultad y requiriendo eventualmente el auxilio de elementos escarificadores) removibles con medios mecánicos, a veces con alguna dificultad.

**E3:** Se incluyen en esta categoría aquellos materiales medianamente tenaces a tenaces, no penetrables con la pala americana, no excavables a pico y pala (incluso con elementos escarificadores) y difícilmente a no excavables con medios mecánicos. Son penetrables mediante perforación rotativa con corona con puntas de alta dureza y removibles mediante martillo o explosivos.

En la descripción de los perfiles litológicos identificados durante la realización de los taladros, se incluye la clasificación desde el punto de vista de la excavabilidad.

Según la información relevada, hasta aproximadamente los 3m de profundidad, se observan suelos finos (arcillosos y limosos) de tipo E1, fácilmente excavables mediante pala americana.

## Realización de ensayo de penetración estándar

### Breve descripción del ensayo (según norma ASTM D1586 – 84)

De forma resumida el ensayo consiste en la ejecución de un “taladro” hasta la cota deseada y en el fondo del mismo se introduce un tomamuestras normalizado, el que es hincado en el terreno de estudio 45 cm contando el número de golpes necesarios para hincar tramos de 15 cm. La hincada se realiza mediante una maza de 63.5 kg que cae desde una altura de 76 cm en una cabeza de golpeo.

Los valores de golpeo de los tramos centrales de 15 cm (segundo y tercer tramo) sumados conducen al parámetro  $N_{30SPT}$  o  $N_{SPT}$ .

Cuando el terreno es muy resistente se detiene el ensayo por rechazo, anotando la penetración realizada y el número de golpes correspondiente.

El toma muestras permite además recoger una muestra alterada del material de estudio para su análisis e identificación

<sup>1</sup> Departamento de Geotécnica – Facultad de Ingeniería – UdelaR – **Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo escala 1:100.000** – Montevideo 1997 CARTA GEOTECNICA

## Aplicabilidad<sup>2</sup>

Los resultados de la prueba difundida ampliamente en todo el mundo, se correlacionan empíricamente con las propiedades específicas *in situ* del terreno. Se han desarrollado diferentes modelos para suelos arcillosos y arenosos de manera de obtener resultados acordes al tipo de suelo en estudio.

## Correcciones del N<sub>SPT</sub>

Existen algunos factores, independientes del dispositivo, que influyen en el resultado obtenido en campo. Estos son los siguientes:

- Corrección por nivel freático
  - Principalmente en suelos finos bajo el nivel freático, donde se produce un debilitamiento de la resistencia por el aumento de las presiones de poro que se generan el momento del golpeo.
  - En arenas gruesas y gravas, la saturación del terreno no afecta los resultados así como tampoco para suelos finos con un N<sub>SPT</sub> <15.
  - Para los suelos finos por debajo del nivel freático y que presenten un valor de N<sub>SPT</sub> >15 se aplica la siguiente corrección:

$$N_{CORR} = 15 + \frac{N_{spt} - 15}{2}$$

Donde:

N<sub>CORR</sub>: N corregido por nivel freático

N<sub>SPT</sub>: es el valor de N obtenido en el estudio de campo

- Normalización por la presión de confinamiento (Cn)
  - El valor N está influenciado por las sobrecargas debidas al peso de las tierras y se puede normalizar refiriéndolo a un valor unitario de la presión vertical efectiva (1 kp/cm<sup>2</sup>) a fin de comparar distintos ensayos realizados a diferentes profundidades.
- Corrección por Longitud de Varillaje (Cr)
- Corrección por Energía (C<sub>e</sub>), en el presente caso se emplea una corrección de 60% de la energía.
- Corrección por diámetro de perforación (Cb)
  - Se emplea un rango comprendido entre 65mm – 115mm
- Corrección por Método de Muestreo (Cs)
  - Estándar o mediante camisa
  - En nuestro caso se emplea muestreo estándar

Para el presente estudio se han efectuado todas las correcciones mencionadas empleando el software NOVO SPT<sup>3</sup> según lo mencionado anteriormente, obteniendo los valores de N<sub>60</sub> y N<sub>1(60)</sub> según la siguiente ecuación:

<sup>2</sup> Devicenzi M., Frank N., - Ensayos Geotécnicos In Situ – IGEO TEST – Mayo 2004

<sup>3</sup> Novo Tech Software – NOVO SPT – Vancouver, Canada - 2017

$$C=C_e.C_b.C_s.C_r \quad N_{60}=C.N \quad N_{1(60)}=C_n.N_{60}$$

En el presente caso de estudio, no se identificaron niveles de agua, por lo que no se realizan las correcciones asociadas a presencia de agua. El detalle de estos datos se presenta en las Planillas de Campo en Anexo.

ILUSTRACIÓN 2 - CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA SPT 01 (IZQUIERDA) Y SPT 02 (DERECHA)

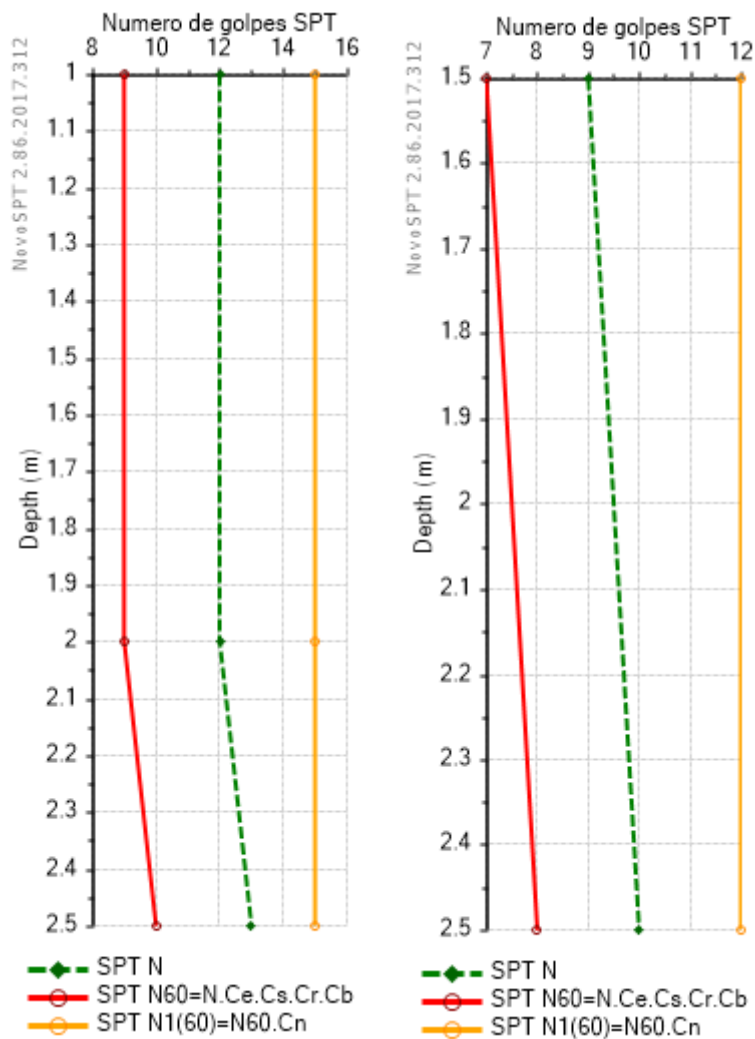
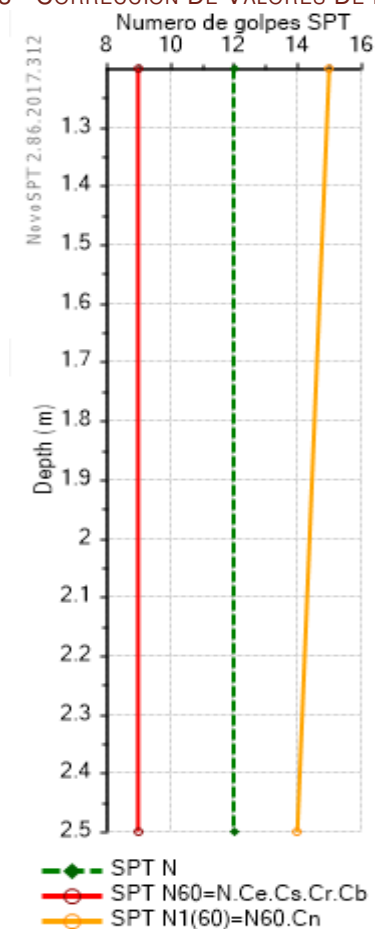




ILUSTRACIÓN 3 - CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA SPT 03



## Ensayos SPT

Se realizaron 3 ensayos SPT (ver plano de ubicación), con el objetivo de cubrir con el detalle adecuado la zona de estudio, para obtener información de la capacidad portante del terreno de apoyo, así como identificar el nivel de la napa freática y relevar las litologías.

ILUSTRACIÓN 4 – PLANO DE UBICACIÓN DE SONDEOS



En Anexo se presenta el detalle de los resultados de campo obtenidos en el ensayo SPT efectuado en el sitio de referencia, mientras que a continuación presentamos el resumen de dichos resultados así como su análisis. En ningún caso resultaron desmoronamientos en los taladros.

ILUSTRACIÓN 5 – TAREAS DE REALIZACIÓN DE ENSAYO SPT



## Clasificación de Suelos (AASHTO y SUCS)

En Anexo se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio, efectuados por NOVIAL, sobre las muestras de suelos tomadas durante el trabajo de campo, incluyendo la clasificación de suelos y el contenido de humedad natural.

Esta clasificación es un parámetro de entrada en el Software<sup>3</sup> de cálculo empleado, a la vez que orienta las diferentes metodologías empleadas para el análisis.

A continuación presentamos los resultados de la clasificación de suelos según el método de AASHTO (M-145), el que ha sido desarrollado con una orientación a la estimación del material natural como apoyo o fundación, principalmente de carreteras, a la vez que la clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), según la norma ASTM D-2487, basado en su comportamiento como suelos para carreteras, terraplenes y fundaciones<sup>4</sup>.

TABLA 1 - RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO Y SUCS)

| ID    | Profundidad (m) | Descripción      | Clasificación |        |
|-------|-----------------|------------------|---------------|--------|
|       |                 |                  | SUCS          | AASHTO |
| SPT 1 | 1.0             | Arcilloso Marrón | ML            | A-7-6  |
| SPT 3 | 1.2             | Arcilloso Marrón | CL            | A-7-6  |

<sup>4</sup> DNER – Manual de Pavimentacao - 1996



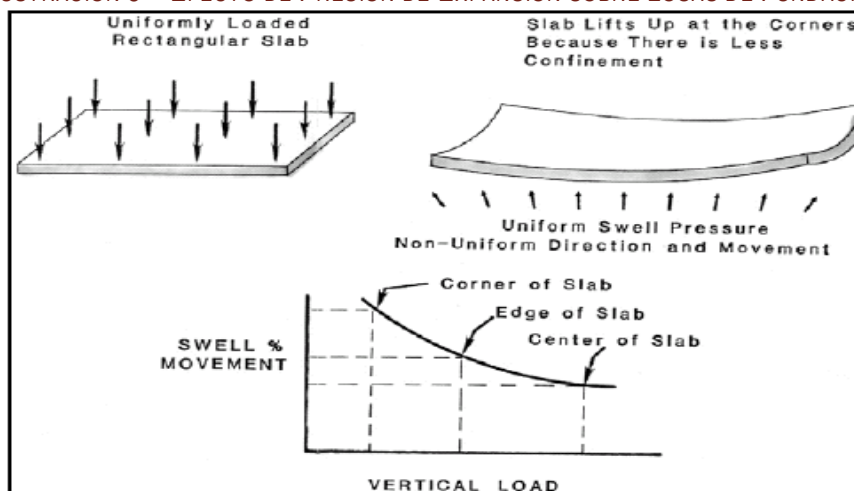
## Evaluación del Potencial Expansivo

Los suelos con altos contenidos de minerales arcillosos, conocidos como suelos arcillosos o arcillas, y clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S) como CH, CL y CO, pueden presentar bajo ciertas características y circunstancias, un alto potencial expansivo y por lo tanto, generar altas presiones de hinchamiento sobre las fundaciones de las estructuras. Estas presiones son más relevantes cuando se trata de fundaciones de estructuras livianas, que por su bajo peso, pueden llegar a ser “levantadas” por éstas, generando fisuras y hasta el colapso de las estructuras en su conjunto.

En geotécnica se denominan arcillas expansivas, a los suelos con minerales del grupo de las montmorillonitas (en especial con presencia de minerales K y Na), que presentan la propiedad de succionar gran cantidad de agua entre sus láminas, aumentando considerablemente su volumen al hidratarse. Estas arcillas expansivas, pueden determinar el comportamiento del suelo en el que se encuentran, si el contenido de arcilla es superior al 5% en peso del suelo<sup>5</sup>.

Los suelos expansivos desarrollan presiones y expansiones volumétricas de mayor magnitud en regiones con marcadas estaciones secas y lluviosas o húmedas. En nuestro país, salvo casos excepcionales, no existen estaciones húmedas o secas marcadas, siendo el régimen pluviométrico bastante uniforme a lo largo de todo el año. Estos suelos, al emplearse como apoyo de estructuras a través de las fundaciones pueden ocasionar inconvenientes en las mismas al generar variaciones en su volumen y presiones laterales y ascendentes sobre las estructuras directamente o sobre el paquete de suelos ubicado sobre estas y donde se encuentran fundadas las estructuras.

ILUSTRACIÓN 6 – EFECTO DE PRESIÓN DE EXPANSIÓN SOBRE LOSAS DE FUNDACIÓN



Se efectuó la toma de materiales representativos en un total de 2 muestras de suelos arcillosos a partir de los taladros, con el objetivo de efectuar los ensayos de determinación de Límites de Atterberg para luego efectuar una primera clasificación de los materiales según su potencial expansivo.

A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN DE LABORATORIO, SE EFECTÚA UNA ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO DE LOS SUELOS FINOS IDENTIFICADOS EN LA UNIDAD GEOTÉCNICA DEL PREDIO. EN LA

Tabla 2 presentamos el criterio empleado para una primera aproximación al potencial expansivo de los suelos arcillosos elaborada por Swelling BRE (1980).

<sup>5</sup> J. David Rogers et al – **Damage to Foundation From Expansive Soils**

TABLA 2- CRITERIOS DE EXPANSIVIDAD

| Ip (%)  | Potencial de expansividad |
|---------|---------------------------|
| > 35    | Muy alto                  |
| 22 - 35 | Alto                      |
| 18-22   | Moderado                  |
| < 18    | Bajo                      |

A continuación, en la Tabla 3 presentamos un resumen de los resultados de laboratorio indicando los valores de los límites de Atterberg, el tipo de suelo a que corresponde y la evaluación cualitativa del potencial expansivo. Más adelante se adjuntan las planillas de laboratorio correspondientes a los límites de cada muestra.

TABLA 3 – RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

| ID    | Profundidad (m) | LL | LP | IP | Tipo de Suelo    | Potencial Expansivo |
|-------|-----------------|----|----|----|------------------|---------------------|
| SPT 1 | 1.0             | 47 | 28 | 19 | Arcilloso Marrón | Moderado            |
| SPT 3 | 1.2             | 46 | 27 | 19 | Arcilloso Marrón | Moderado            |

Del resumen anterior se desprende que los suelos arcillosos presentes en el predio presentan un potencial expansivo modeado.

## Cimentaciones – tensión admisible y asientos para fundación directa

Se han propuesto una serie importante de correlaciones para calcular directamente la carga admisible y los asientos en un terreno determinado en base al valor de  $N_{SPT}$ . Casi todos ellos están basados en observaciones directas y análisis retrospectivos de asientos en estructuras y relaciones de carga.

En función de los resultados de campo del ensayo realizado, de la descripción litológica del perfil de suelos y de los ensayos de laboratorio determinando los límites de Atterberg adoptamos las ecuaciones empleadas para el cálculo de las cargas admisibles en suelos cohesivos (arcillas, limos y limos arcillosos), Para la estimación de la carga admisible se empleó el método aproximado para arcillas según la siguiente ecuación:

$$Q_{adm} \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{1.33 \times N_{CORR}}{10}$$

Donde:

- $Q_{adm}$ : Carga Admisible ( $kg/cm^2$ )
- $N_{CORR}$ :  $N_{SPT}$  corregido

El modelo de Terzaghi-Peck, según la siguiente ecuación, arroja un valor más conservador.

$$Q_{adm} \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{s \times N}{8}$$

Donde:

- $Q_{adm}$ : Carga Admisible ( $\text{kg/cm}^2$ )
- N:  $N_{SPT}$
- s: asiento (1")

En la Tabla 4 presentamos el resumen de los valores de tensiones admisibles calculados según el fundamento teórico expuesto anteriormente.

**TABLA 4 - TENSIONES ADMISIBLES EN FUNCIÓN DE LOS VALORES DE SPT Y DE LA PROFUNDIDAD**

| ID    | Profundidad (m) | $N_{campo}$ | $N_{corr}$ | $\sigma_{adm}$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) |
|-------|-----------------|-------------|------------|-------------------------------------|
| SPT 1 | 1.0             | 12          | 15         | <b>2.00</b>                         |
|       | 2.0             | 12          | 15         | <b>2.00</b>                         |
|       | 2.5             | 13          | 15         | <b>2.00</b>                         |
| SPT 2 | 1.5             | 9           | 12         | <b>1.60</b>                         |
|       | 2.5             | 10          | 12         | <b>1.60</b>                         |
| SPT 3 | 1.2             | 12          | 15         | <b>2.00</b>                         |
|       | 2.5             | 12          | 14         | <b>1.86</b>                         |

A partir de los resultados de campo se recomienda emplear los siguientes valores para Tensiones Admisibles función de la profundidad:

**TABLA 5 - TENSIONES ADMISIBLES RECOMENDADAS EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD**

| Profundidad (m) | $\sigma_{adm}$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) |
|-----------------|-------------------------------------|
| 1.0 – 1.5       | 1.5                                 |
| 2.5             | 1.5                                 |

## Recomendaciones sobre Fundaciones

En función del tipo de estructura a fundar, estructura liviana de baja altura, así como de los perfiles litológicos identificados, se analiza la posibilidad de efectuar fundaciones directas mediante bases aisladas de hormigón armado por debajo de los niveles de suelo orgánico y relleno.

En dos de los tres sondeos (SPT 02 y SPT 03) hemos identificado un estado de relleno antrópico colocado sobre la capa de suelo orgánico (vegetal), cuya potencia está entre los 1.1m y 1.3m.

Para las fundaciones mediante bases aisladas de hormigón, se recomienda un nivel mínimo de apoyo de 1.5m de profundidad, sobre los suelos arcillosos de color marrón, con una tensión admisible de  $\sigma_{adm} = 1.5 \text{ kg/cm}^2$ .

En el caso de optar por una solución de fundación mediante platea, se deberá efectuar el retiro de la capa de relleno y de suelo con alto contenido de materia orgánica, y, de ser necesario, colocar un terraplén hasta alcanzar las cotas de apoyo de las losas.

En caso de que el terraplén a ejecutar sea inferior a 0.4m, se podrá colocar una capa de material granular de CBR >60% (al 100% del PUSM) compactado al 95% del Peso Unitario Seco Máximo (PUSM determinado en Proctor Modificado según norma ASHTO T-180), ubicado entre el nivel apoyo y la losa de fundación. Esta capa deberá tener al menos 0.2m de espesor.

Para los casos en que el terraplén sea mayor a los 0.4m, se podrá ejecutar un terraplén de suelos no expansivos, con CBR>5% (al 100% del PUSM) compactado al 95% del PUSM en capas de 0.2m y alcanzando una densidad mínima compactada de 1.7 Ton/m<sup>3</sup>, siempre coronado con una capa final de 0.2m de material granular según indicaciones de párrafo anterior.

## Conclusiones:

- El subsuelo del área está constituido por arcillas limosas con contenido variable de carbonato de la Formación Libertad.
- No se registró desmoronabilidad en ninguno de los materiales atravesados, ni se constató presencia de agua en ningún sondeo.
- Desde el punto de vista de las tensiones admisibles para fundaciones directas, se alcanzan por debajo del relleno y de los suelos orgánicos, a 1.5m de profundidad, un valor de  $\sigma_{adm} = 1.5 \text{ kg/cm}^2$ , valor que se mantiene hasta los 2.5m de profundidad.
- Se entiende adecuada la solución de fundación directa mediante zapatas aisladas de hormigón armado o bien mediante losas de fundación. En este último caso de deberá retirar la capa de relleno y suelo orgánico cuyo espesor está entre 1.1m y 1.3m.
- Según el análisis de límites Atterberg, de los suelos más representativos del predio, se determinó un potencial de expansividad modeado, por lo que no se esperan presiones de hinchamiento significativas sobre las estructuras.
- Los suelos encontrados en el predio son del tipo E1 hasta los 3m de profundidad, máxima alcanzada en los taladros.

Montevideo, 02 de julio de 2018



Mauricio Montaña Gutiérrez

Licenciado en Geología




Diego Montaña García


Ingeniero Civil


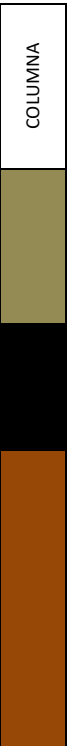
# ANEXO



## Ensayos SPT – Planillas de Campo

| REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS |                    |                |                             |               |   | <div><b>GeoAmbiente srl</b><br/>www.geoambiente-uruguay.com</div> |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------------------|---------------|---|--|-----------------------|----------------------|----|----|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| PROYECTO: Caif Nuestros Niños |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| SONDEO NRO.: SPT1             |                    |                | SITUACIÓN:                  |               |   | COORDENADAS: 34°47'38,68"<br>56°05'00,44"  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| FECHA: 21/06/18               |                    |                | PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,0m |               |   | COTA DE BOCA DE POZO:  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| PROFUNDIDAD (m)               | LONGITUD TRAMO (m) | NIVEL FREATICO | COLUMNA                     | EXCAVABILIDAD | DESCRIPCIÓN   | MUESTRAS   | Nº GOLPES SPT         | LÍMITES DE ATTERBERG |    |    | HUMEDAD (%) | CLASIFICACIÓN U.S.C.S |                       |                       |
| 0.1                           | 0.8                |                |                             | E1            | Suelo orgánico negro.                                     | M1   | N <sub>SPT</sub> = 12 | 47                   | 28 | 19 | 21          | ML                    |                       |                       |
| 0.2                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 0.3                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 0.4                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 0.5                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 0.6                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 0.7                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 0.8                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 0.9                           | 1.7                |                |                             |               | Arcilla limosa de color marròn con algo de carbonato.     |  |                       |                      |    |    |             |                       | N <sub>SPT</sub> = 12 |                       |
| 1.0                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.1                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.2                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.3                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.4                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.5                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.6                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.7                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.8                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 1.9                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.0                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.1                           | 0.5                |                |                             |               | Arcilla limosa de color marròn con carbonto pulverulento. |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       | N <sub>SPT</sub> = 13 |
| 2.2                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.3                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.4                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.5                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.6                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.7                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.8                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 2.9                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |
| 3.0                           |                    |                |                             |               |   |  |                       |                      |    |    |             |                       |                       |                       |

| REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS |                    |                |         |                             |   |          | <div>GeoAmbiente srl</div> <div>www.geoambiente-uruguay.com</div> |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
|-------------------------------|--------------------|----------------|---------|-----------------------------|---|----------|--|----------------------|--|--|-------------|-----------------------|-----|---------------------------------|
| PROYECTO: Caif Nuestros Niños |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| SONDEO NRO.: SPT2             |                    |                |         | SITUACIÓN:                  |   |          | COORDENADAS: 34°47'38,68"<br>56°05'00,11"  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| FECHA: 21/06/18               |                    |                |         | PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,0m |   |          | COTA DE BOCA DE POZO:  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| PROFUNDIDAD (m)               | LONGITUD TRAMO (m) | NIVEL FREATICO | COLUMNA | EXCAVABILIDAD               | DESCRIPCIÓN   | MUESTRAS | Nº GOLPES SPT  | LÍMITES DE ATTERBERG |  |  | HUMEDAD (%) | CLASIFICACIÓN U.S.C.S |     |                                 |
| 0.1                           | 0.8                |                |         | E1                          | Suelo orgánico con relleno de balastro y escombros. |          | N <sub>SPT</sub> = 9   |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 0.2                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 0.3                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 0.4                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 0.5                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 0.6                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 0.7                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 0.8                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 0.9                           | 0.5                |                |         |                             | Suelo orgánico.                                     |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.0                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.1                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.2                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.3                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.4                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.5                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       | 1.7 | Arcilla limosa de color marrón. |
| 1.6                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.7                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.8                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 1.9                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.0                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.1                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.2                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.3                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.4                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.5                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.6                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.7                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.8                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 2.9                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |
| 3.0                           |                    |                |         |                             |   |          |  |                      |  |  |             |                       |     |                                 |

| REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS |                    |                |  |                             |                                 |          | <div>GeoAmbiente srl</div> <div>www.geoambiente-uruguay.com</div> |                      |    |    |             |                       |
|-------------------------------|--------------------|----------------|--|-----------------------------|---------------------------------|----------|--|----------------------|----|----|-------------|-----------------------|
| PROYECTO: Caif Nuestros Niños |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| SONDEO NRO.: SPT3             |                    |                |  | SITUACIÓN:                  |                                 |          | COORDENADAS: 34°47'38,84"<br>56°04'59,80"  |                      |    |    |             |                       |
| FECHA: 21/06/18               |                    |                |  | PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,0m |                                 |          | COTA DE BOCA DE POZO:  |                      |    |    |             |                       |
| PROFUNDIDAD (m)               | LONGITUD TRAMO (m) | NIVEL FREÁTICO | COLUMNA  | EXCAVABILIDAD               | DESCRIPCIÓN                     | MUESTRAS | Nº GOLPES SPT  | LÍMITES DE ATTERBERG |    |    | HUMEDAD (%) | CLASIFICACIÓN U.S.C.S |
| 0.1                           | 0.6                |                |  | E1                          | Relleno de balastro y arena.    | M2       | N <sub>SPT</sub> = 12  | 46                   | 27 | 19 | 23          | CL                    |
| 0.2                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 0.3                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 0.4                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 0.5                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 0.6                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 0.7                           | Suelo orgánico.    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 0.8                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 0.9                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.0                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.1                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.2                           |                    |                |  |                             | Arcilla limosa de color marrón. |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.3                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.4                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.5                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.6                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.7                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.8                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 1.9                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.0                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.1                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.2                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.3                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.4                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.5                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.6                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.7                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.8                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 2.9                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |
| 3.0                           |                    |                |  |                             |                                 |          |  |                      |    |    |             |                       |

## Planillas de Laboratorio



## Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

**OBRA:**

CAIF\_Nuestros Niños1\_(1.0-1.5m)

**MATERIAL:**

Suelo arcilloso marrón

**FECHA ENSAYO :**

27/6/2018

**OPERADOR :**

C. Oliveira

### LÍMITE PLÁSTICO

|                       |       |       |  |
|-----------------------|-------|-------|--|
| Pesaf. Nº             | 47    | 48    |  |
| P.S.H.+Pesaf          | 20.27 | 41.49 |  |
| P.S.S.+Pesaf          | 18.67 | 39.42 |  |
| Tara                  | 12.82 | 31.96 |  |
| % de HUMEDAD          | 27.4  | 27.7  |  |
| HUMEDAD PROMEDIO      | 27.5  |       |  |
| LÍMITE DE PLASTICIDAD | 28    |       |  |

### HUMEDAD NATURAL

|                   |         |  |  |
|-------------------|---------|--|--|
| Pesaf. Nº         | 2       |  |  |
| P.S.H.+Pesaf      | 2207.50 |  |  |
| P.S.S.+Pesaf      | 2010.50 |  |  |
| Tara              | 1086.70 |  |  |
| % de HUMEDAD      | 21.3    |  |  |
| HUMEDAD PROMEDIO  | 21.3    |  |  |
| % Humedad Natural | 21      |  |  |

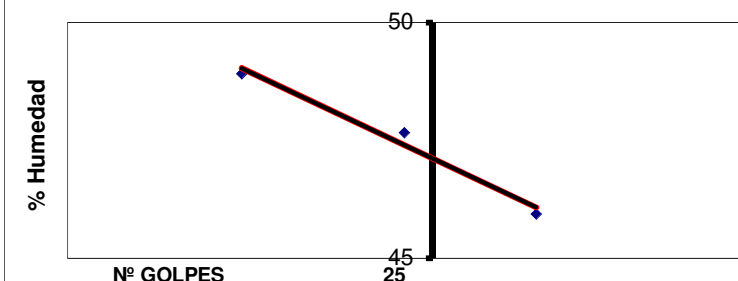
### LÍMITE LÍQUIDO

|                |       |       |       |                          |
|----------------|-------|-------|-------|--------------------------|
| Nº de GOLPES   | 29    | 24    | 19    |                          |
| Pesaf. Nº      | 49    | 50    | 51    |                          |
| P.S.H.+Pesaf   | 19.84 | 19.28 | 23.53 |                          |
| P.S.S.+Pesaf   | 17.41 | 17.34 | 20.60 |                          |
| Tara           | 12.12 | 13.27 | 14.61 |                          |
| % de HUMEDAD   | 45.9  | 47.7  | 48.9  |                          |
| LÍMITE LÍQUIDO | 47    |       |       | NO interviene en Gráfico |

**ÍNDICE de PLASTICIDAD**

19

### LÍMITE LÍQUIDO



## ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

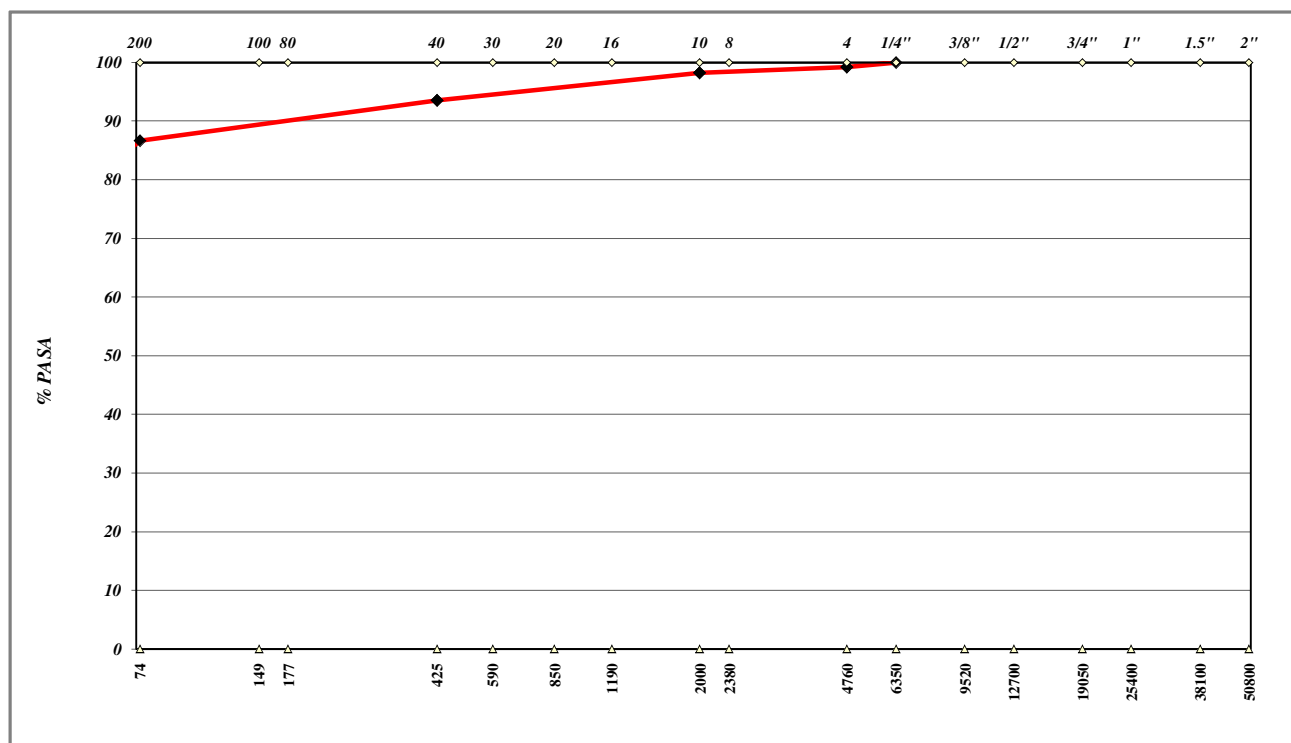
|              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| <b>OBRA:</b> | CAIF_Nuestros Niños1_(1.0-1.5m) |
|--------------|---------------------------------|

|               |            |       |  |
|---------------|------------|-------|--|
| GRANULOMETRÍA |            |       |  |
| VÍA SECA      | peso (gr.) |       |  |
| VÍA HÚMEDA    | peso (gr.) | 364.5 |  |

|                         |      |           |              |                        |
|-------------------------|------|-----------|--------------|------------------------|
| LÍMITES DE ATTERBERG    | LL = | 47        | MATERIAL:    | Suelo arcilloso marrón |
|                         | IP = | 19        |              |                        |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO): |      | A-7-6     | Descripción: | Suelo arcilloso        |
| CLASIFICACIÓN (SUCS):   |      | ML        | Descripción: | Limo baja plasticidad  |
| FECHA ENSAYO :          |      | 27/6/2018 | OPERADOR :   | C. Olveira             |

| TAMIZ                  |          | Retenido gr. | Pasa % |
|------------------------|----------|--------------|--------|
| Nominal                | Micrones |              |        |
| 2                      | 50800    |              | 100    |
| 1 1/2                  | 38100    |              | 100    |
| 1                      | 25400    |              | 100    |
| 3/4                    | 19050    |              | 100    |
| 1/2                    | 12700    |              | 100    |
| 3/8                    | 9520     |              | 100    |
| 1/4                    | 6350     |              | 100    |
| N4                     | 4760     | 3.0          | 99     |
| N8                     | 2380     |              |        |
| N10                    | 2000     | 3.5          | 98     |
| N16                    | 1190     |              |        |
| N20                    | 850      |              |        |
| N30                    | 590      |              |        |
| N40                    | 425      | 17.0         | 94     |
| N80                    | 177      |              |        |
| N100                   | 149      |              |        |
| N200                   | 74       | 25.0         | 87     |
| pasa .....(vía seca).. |          |              |        |
| pasa (vía Húmeda)      |          | 316.0        |        |
| TOTAL                  |          | 364.5        |        |

|                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) = | SERIE INCOMPLETA |
|---------------------------------|------------------|



## Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

**OBRA:**

CAIF\_Nuestros Niños3\_(1.2-1.5m)

**MATERIAL:**

Suelo arcilloso marrón

**FECHA ENSAYO :**

27/6/2018

**OPERADOR :**

C. Oliveira

### LÍMITE PLÁSTICO

|                       |       |       |  |
|-----------------------|-------|-------|--|
| Pesaf. Nº             | 52    | 53    |  |
| P.S.H.+Pesaf          | 21.38 | 19.45 |  |
| P.S.S.+Pesaf          | 20.05 | 18.22 |  |
| Tara                  | 15.15 | 13.63 |  |
| % de HUMEDAD          | 27.1  | 26.8  |  |
| HUMEDAD PROMEDIO      | 27.0  |       |  |
| LÍMITE DE PLASTICIDAD | 27    |       |  |

### HUMEDAD NATURAL

|                   |         |  |  |
|-------------------|---------|--|--|
| Pesaf. Nº         | 3       |  |  |
| P.S.H.+Pesaf      | 2072.00 |  |  |
| P.S.S.+Pesaf      | 1891.50 |  |  |
| Tara              | 1102.40 |  |  |
| % de HUMEDAD      | 22.9    |  |  |
| HUMEDAD PROMEDIO  | 22.9    |  |  |
| % Humedad Natural | 23      |  |  |

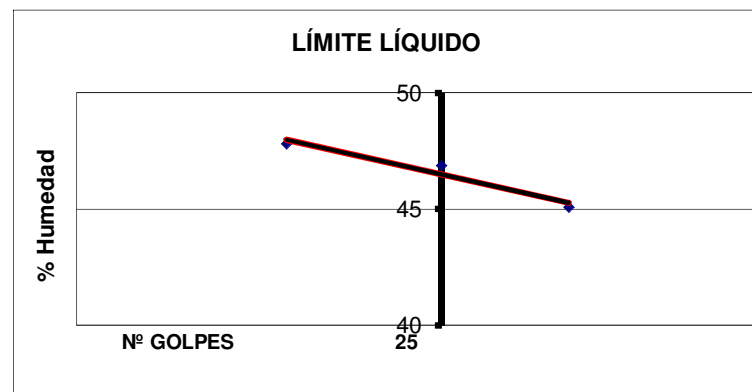
### LÍMITE LÍQUIDO

|                |       |       |       |                          |
|----------------|-------|-------|-------|--------------------------|
| Nº de GOLPES   | 30    | 25    | 20    |                          |
| Pesaf. Nº      | 54    | 55    | 56    |                          |
| P.S.H.+Pesaf   | 23.56 | 23.89 | 23.89 |                          |
| P.S.S.+Pesaf   | 21.32 | 21.72 | 21.15 |                          |
| Tara           | 16.35 | 17.09 | 15.42 |                          |
| % de HUMEDAD   | 45.1  | 46.9  | 47.8  |                          |
| LÍMITE LÍQUIDO | 46    |       |       | NO interviene en Gráfico |

**ÍNDICE de PLASTICIDAD**

19

### LÍMITE LÍQUIDO



## ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

|              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| <b>OBRA:</b> | CAIF_Nuestros Niños3_(1.2-1.5m) |
|--------------|---------------------------------|

|               |            |     |  |
|---------------|------------|-----|--|
| GRANULOMETRÍA |            |     |  |
| VÍA SECA      | peso (gr.) |     |  |
| VÍA HÚMEDA    | peso (gr.) | 354 |  |

|                         |           |    |              |                                   |
|-------------------------|-----------|----|--------------|-----------------------------------|
| LÍMITES DE ATTERBERG    | LL =      | 46 | MATERIAL:    | Suelo arcilloso marrón            |
|                         | IP =      | 19 |              |                                   |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO): | A-7-6     |    | Descripción: | Suelo arcilloso                   |
| CLASIFICACIÓN (SUCS):   | CL        |    | Descripción: | Arcilla media plasticidad arenosa |
| FECHA ENSAYO :          | 27/6/2018 |    | OPERADOR :   | C. Olveira                        |

| TAMIZ                  |          | Retenido gr. | Pasa % |
|------------------------|----------|--------------|--------|
| Nominal                | Micrones |              |        |
| 2                      | 50800    |              | 100    |
| 1 1/2                  | 38100    |              | 100    |
| 1                      | 25400    |              | 100    |
| 3/4                    | 19050    |              | 100    |
| 1/2                    | 12700    |              | 100    |
| 3/8                    | 9520     |              | 100    |
| 1/4                    | 6350     |              | 100    |
| N4                     | 4760     | 1.5          | 100    |
| N8                     | 2380     |              |        |
| N10                    | 2000     | 6.0          | 98     |
| N16                    | 1190     |              |        |
| N20                    | 850      |              |        |
| N30                    | 590      |              |        |
| N40                    | 425      | 48.5         | 84     |
| N80                    | 177      |              |        |
| N100                   | 149      |              |        |
| N200                   | 74       | 51.0         | 70     |
| pasa .....(vía seca).. |          |              |        |
| pasa (vía Húmeda)      |          | 247.0        |        |
| TOTAL                  |          | 354          |        |

|                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) = | SERIE INCOMPLETA |
|---------------------------------|------------------|

