



GeoAmbiente

servicios en geología, hidrogeología, ingeniería y medio ambiente

Proyecto: Caif Los Fueguitos

Estudio Geotécnico

Comitente: CND

Febrero 2019

Responsables Técnicos:

Mauricio Montaña Gutiérrez

Licenciado en Geología

mmontano@geoambiente-uruguay.com

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	2
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	2
OBJETIVO.....	3
UBICACIÓN.....	3
EQUIPO TÉCNICO.....	3
UBICACIÓN DE LOS SONDEOS.....	3
METODOLOGÍA.....	4
TRABAJO DE CAMPO.....	4
TAREAS DE LABORATORIO.....	5
GEOLOGÍA DEL ÁREA.....	5
FORMACIÓN LIBERTAD (PLEISTOCENO).....	5
PERFIL DE SUELOS.....	6
CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA EXCAVABILIDAD Y PRESENCIA DE AGUA.....	6
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).....	7
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO.....	7
REALIZACIÓN DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR.....	9
BREVE DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO (SEGÚN NORMA ASTM D1586 – 84).....	9
APLICABILIDAD.....	9
CORRECCIONES DEL N_{SPT}	9
CIMENTACIONES – TENSIÓN ADMISIBLE Y ASIENTOS PARA FUNDACIÓN DIRECTA.....	11
MARCO TEÓRICO.....	11
ESTIMACIÓN DE TENSIONES ADMISIBLES.....	12
RECOMENDACIONES SOBRE FUNDACIONES.....	12
CONCLUSIONES:.....	13
ANEXOS.....	14
PLANILLAS DE CAMPO.....	15
PLANILLAS DE LABORATORIO.....	19

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Esquema de Ubicación del Predio de Estudio.....	3
Ilustración 2 – Esquema de Ubicación de Sondeos en el Predio de Estudio.....	4
Ilustración 3 - Esquema de Ejecución de Sondeos.....	4
Ilustración 4 – Suelo Orgánico (Izquierda) – Arcilla Marrón (Derecha).....	5
Ilustración 5 – Perfil Tipo de Suelos.....	6
Ilustración 6 – Efecto de Presión de Expansión sobre Losas de Fundación.....	8
Ilustración 7 - Corrección de Valores de N Para Cateo 01 (Izquierda) y Cateo 02 (Derecha)....	10
Ilustración 8 - Corrección de Valores de N Para Cateo 03.....	11

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 sondeos con realización 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 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 2 muestras de suelo para determinar su potencial de expansividad y clasificación granulométrica.

Ubicación

El sitio de estudio se ubica sobre la calle Clemente Ruggia esquina Espíritu Nuevo, Piedras Blancas, en la ciudad de Montevideo. En la Ilustración 1 presentamos el esquema de ubicación del terreno donde se efectuaron los sondeos.

ILUSTRACIÓN 1 - ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL PREDIO DE ESTUDIO



Equipo Técnico

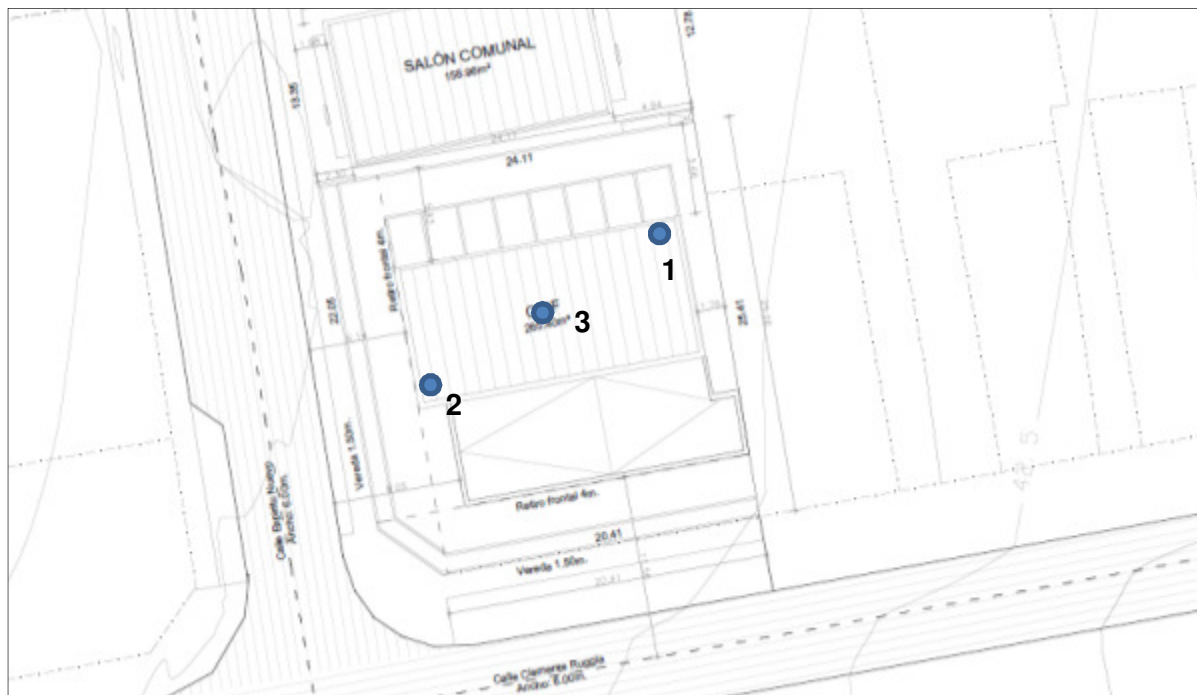
El trabajo de campo fue efectuado por GeoAmbiente, abarcando la realización de los ensayos SPT, la toma de muestras, así como los relevamientos de perfiles litológicos y relevamiento topográfico.

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.

Ubicación de los Sondeos

Los sondeos se distribuyeron de tal forma de cubrir con el detalle adecuado la zona de estudio, abarcando los sitios donde se planean construir las estructuras, tal y como se observa en la Ilustración 2.

ILUSTRACIÓN 2 – ESQUEMA DE UBICACIÓN DE SONDEOS EN EL PREDIO DE ESTUDIO



Metodología

A continuación presentamos la metodología prevista para alcanzar los objetivos planteados en el presente estudio.

Trabajo de Campo

Se estudió mediante tres sondeos manuales, con pala americana y la realización de ensayos SPT (*norma ASTM D1586 – 84*), la zona de emplazamiento, el día 07/02/2019, hasta alcanzar la profundidad de 3.0m.

ILUSTRACIÓN 3 - ESQUEMA DE EJECUCIÓN DE SONDEOS



ILUSTRACIÓN 4 – SUELO ORGÁNICO (IZQUIERDA) – ARCILLA MARRÓN (DERECHA)



Tareas de Laboratorio

Sobre las muestras de suelo obtenidas en campo, se realizó la clasificación de los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*norma ASTM D-2487*).

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.

Perfil de Suelos

A partir de los sondeos realizados se presenta a continuación el perfil de suelos tipo, mientras que en Anexo se presenta el detalle de cada uno de los sondeos de campo realizados.

El perfil de suelos es homogéneo, con suelo orgánico arcilloso en superficie seguido por suelos finos arcillosos muy poco tenaces.

ILUSTRACIÓN 5 – PERFIL TIPO DE SUELOS

LONGITUD TRAMO (m)	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN
0.0 – 0.9	E1	Suelo orgánico, arcilloso con relleno
0.9 – 1.5		Arcilla grisácea.
1.5 – 3.5		Arcilla marrón.

Clasificación en función de la excavabilidad y Presencia de Agua

A los efectos de generar información pertinente para la ejecución de la obra, se releva durante la realización de los sondeos, el grado de Excavabilidad de los materiales hallados según el criterio establecido en la Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo¹.

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.

¹ Departamento de Geotécnica – Facultad de Ingeniería – UdelAR – **Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo escala 1:100.000** – Montevideo 1997 CARTA GEOTECNICA

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.

Según los datos relevados en campo se establece que todos los materiales relevados se clasifican como E1, fácilmente excavables hasta los 3m de profundidad.

Respecto de la presencia de agua, hemos detectado Niveles Estáticos en todos los sondeos, a profundidades variables entre los 0.7m y los 1.3m.

Clasificación de Suelos (SUCS)

En Anexo se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio efectuado sobre las muestras de suelos tomadas durante el trabajo de campo.

Esta clasificación es un parámetro de entrada en el Software 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 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 fundaciones².

TABLA 1 - RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

ID	Profundidad (m)	Descripción	Clasificación	
			SUCS	AASHTO
SPT 1	1.4	Arcilla marrón grisácea	CH	A-7-6
SPT 2	1.7	Arcilla marrón	CL	A-6

Cómo puede observarse, los suelos identificados son arcillosos con plasticidades variables, típicas de Formación Libertad.

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 suelo³.

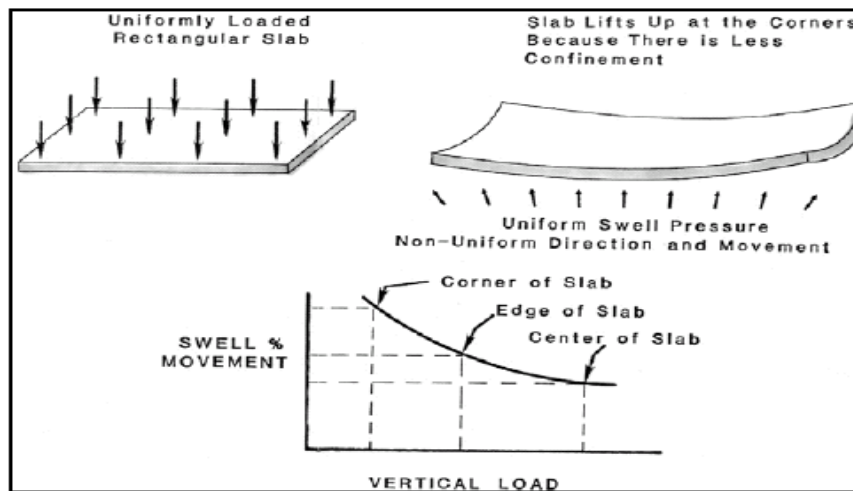
Los suelos expansivos desarrollan presiones y expansiones volumétricas de mayor magnitud en regiones con marcadas estaciones secas y lluviosas o húmedas. En nuestro país, salvo casos excepcionales, no existen estaciones húmedas o secas marcadas, siendo el régimen pluviométrico bastante uniforme a lo 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

² DNER – Manual de Pavimentacao - 1996

³ J. David Rogers et al – **Damage to Foundation From Expansive Soils**

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

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	1.4	57	29	28	Arcilla marrón grisácea	Alto
SPT 2	1.7	39	23	16	Arcilla marrón	Bajo

Del resumen anterior se desprende que los suelos arcillosos presentes en el predio presentan un potencial expansivo de bajo a alto, asociado claramente a su plasticidad.

En términos generales los valores de N a estas profundidades están en el entorno de $N < 15$, lo que indica⁴ arcillas con densidades secas bajas en sitio, y por lo tanto se puede estimar que el riesgo de expansión es bajo⁴. Los suelos arcillosos con altos potenciales expansivos, expanden poco bajo situaciones de baja compactación o baja densidad y altos contenidos de humedad.

Esto reduce significativamente los potenciales cambios volumétricos y por lo tanto las presiones de hinchamiento.

De todas maneras el descalce de las vigas de fundación es recomendable de forma de atender esta situación, en caso de optar por bases aisladas de hormigón armado.

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} ó 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.

Aplicabilidad⁵

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_{SPT}

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 $N_{SPT} < 15$.
 - Para los suelos finos por debajo del nivel freático y que presenten un valor de $N_{SPT} > 15$ se aplica la siguiente corrección:

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

⁴ Patrone, J.; Prefumo, J.E. – **La Acción de los Suelos Expansivos sobre las Cimentaciones. Métodos de Prevención y Control** – Facultad de Ingeniería de la Universidad de Montevideo.

⁵ Devicenzi M., Frank N., - Ensayos Geotécnicos In Situ – IGEO TEST – Mayo 2004

Donde:

N_{CORR} : N corregido por nivel freático

N_{SPT} : es el valor de N obtenido en el estudio de campo

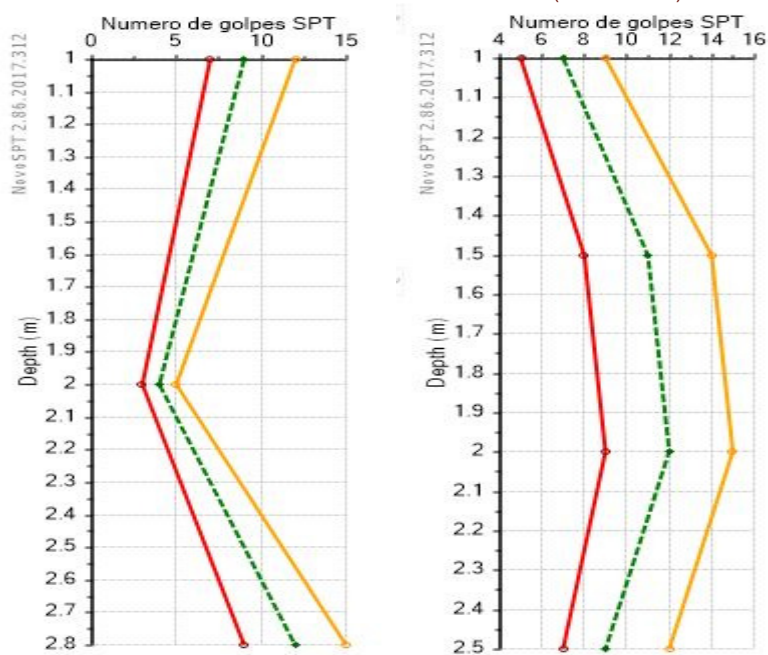
- Normalización por la presión de confinamiento (C_n)
 - El valor N está influenciado por las sobrecargas debidas al peso de las tierras y se puede normalizar refiriéndolo a un valor unitario de la presión vertical efectiva (1 kp/cm^2) a fin de comparar distintos ensayos realizados a diferentes profundidades.
- Corrección por Longitud de Varillaje (C_r)
- Corrección por Energía (C_e), en el presente caso se emplea una corrección de 60% de la energía.
- Corrección por diámetro de perforación (C_b)
 - Se emplea un rango comprendido entre 65mm – 115mm
- Corrección por Método de Muestreo (C_s)
 - 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 SPT⁶ según lo mencionado anteriormente, obteniendo los valores de N_{60} y $N_{1(60)}$ según la siguiente ecuación:

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

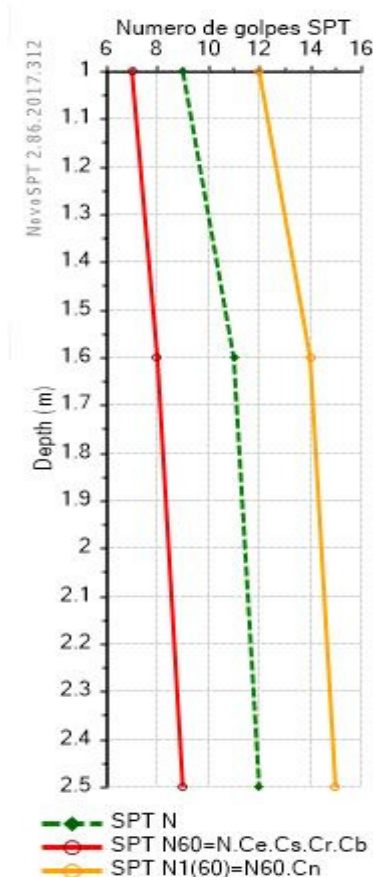
En el presente caso de estudio, se identificaron niveles estáticos por lo que fue necesario realizar correcciones por presencia de agua. El detalle de estos datos se presenta en las Planillas de Campo en Anexo.

ILUSTRACIÓN 7 - CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA CATEO 01 (IZQUIERDA) Y CATEO 02 (DERECHA)



⁶ Novo Tech Software – NOVO SPT – Vancouver, Canada - 2017

ILUSTRACIÓN 8 - CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA CATEO 03



Cimentaciones – tensión admisible y asientos para fundación directa

Marco Teórico

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 y de la descripción litológica del perfil de suelos, en los que se observaron suelos cohesivos, adoptamos las ecuaciones correspondientes empleadas para el cálculo de las cargas admisibles para cimentaciones directas (superficiales). 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

Estimación de Tensiones Admisibles

A continuación presentamos las estimaciones de tensiones admisibles en función de la profundidad y en función del tipo de suelo identificado en el perfil.

En la Tabla 4 presentamos el resumen de los valores de tensiones admisibles calculados según el fundamento teórico para suelos arcillosos en cada caso, y en función de la profundidad.

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

ID	Profundidad (m)	N _{campo}	N _{corregida}	Q _{adm} (kg/cm ²)
SPT 1	1.0	9	12	1.60
	2.0	4	5	0.67
	2.8	12	15	2.00
SPT 2	1.0	7	9	1.20
	1.5	11	14	1.86
	2.0	12	15	2.00
	2.5	9	12	1.60
SPT 3	1.0	9	12	1.60
	1.6	11	14	1.86
	2.5	12	15	2.00

A continuación presentamos un resumen con las tensiones admisibles recomendadas en función de la profundidad, para los suelos arcillosos identificados.

Para los suelos arcillosos de color grisáceo

TABLA 5 – RESUMEN TENSIONES ADMISIBLES RECOMENDADAS

ID	Profundidad (m)	σ_{adm} (kg/cm ²)
Suelos Arcillosos Grisáceos	0.7m – 1.5m	1.2
Suelos Arcillosos Marrones (Saturados)	1.4m – 2.0m	0.7
Suelos Arcillosos Marrones (Saturados)	2.0m – 3.0m	1.5

Recomendaciones sobre Fundaciones

En función del tipo de estructura a fundar, 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 con relleno.

El espesor de suelo orgánico con relleno es del orden de los 0.70m, por lo que se entiende que pueden apoyarse las zapatas a profundidades de entre 1.0m y 1.5m, sobre los suelos arcillosos de color grisáceo.

Para las fundaciones mediante bases aisladas de hormigón, se recomienda un nivel mínimo de apoyo de 1.0m de profundidad, sobre los suelos arcillosos de color grisáceo, con una tensión admisible de $\sigma_{adm} = 1.2 \text{ kg/cm}^2$. En caso de que requirir tensiones admisibles superiores a las mencionadas, se deberán emplear las recomendaciones de la Tabla 5.

En el caso de optar por una solución de fundación mediante platea, se deberá efectuar el retiro de la capa de suelo con alto contenido de materia orgánica y relleno, 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, de 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 $\text{CBR} > 5\%$ (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^3 , 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.
- Se identificó un perfil de litológico compuesto de la siguiente forma:
 - Suelos orgánicos arcillosos con relleno: $e = 0.7\text{m}$ (E1 - Fácilmente Excavable)
 - Suelos arcillosos grisáceo: $e = 0.6\text{m}$ (E1 - Fácilmente Excavable)
 - Suelos arcillosos marrón: $e = 2.0\text{m}$ (E1 - Fácilmente Excavable)
- Se constató la presencia de agua en todos los sondeos a profundidades variables de entre 0.7m y 1.3m.
- Desde el punto de vista de la excavabilidad, se entiende que se podrá efectuar la misma mediante empleo de equipos habituales en movimiento de suelos hasta una profundidad del orden de los 3m.
- Desde el punto de vista de las tensiones admisibles para fundaciones directas, se alcanzan por debajo de los suelos orgánicos y de relleno, sobre los suelos arcillosos de color grisáceo, a 1.0m de profundidad, un valor de $\sigma_{adm} = 1.2 \text{ kg/cm}^2$. En caso de requerir alcanzar tensiones admisibles superiores, se deberá apoyar las mismas a profundidades superiores según se indica en la Tabla 5.
- 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 suelo orgánico y de relleno cuyo espesor es del orden de los 0.7m.
- Según el análisis de límites Atterberg, de los suelos más representativos del predio, se determinó un potencial de expansividad alto en los suelos de alta plasticidad.
- Para los suelos más plásticos y con potencial expansivo alto según lo mencionado, se entiende que no se producirán presiones de hinchamiento sobre las estructuras debido a las bajas densidades en sitio ($N < 15$).

Montevideo, 13 de febrero de 2019










Mauricio Montaña Gutiérrez
Licenciado en Geología




Diego Montaña García
Ingeniero Civil

ANEXOS

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS						 www.geoambiente-uruguay.com						
PROYECTO: Caif Los Fuegositos - Piedras Blancas.												
SONDEO NRO.: SPT1			SITUACIÓN:			Barrio Piedras Blancas.						
FECHA: 07/02/2019			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,5 m			COTA DE BOCA DE POZO: N/A						
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL ESTÁTICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	Nº GOLPES SPT	LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN U.S.C.S
								LL (%)	LP (%)	IP		
0.1	0.4	NE 		E1	Suelo orgánico con relleno (residuos, ladrillos, bolsas, etc.)	M1	2,4,5 N _{SPT} = 9	57	29	28	23	CH
0.2												
0.3												
0.4												
0.5	0.2				suelo orgánico							
0.6												
0.7	0.7				Arcilla grisácea							
0.8												
0.9												
1.0												
1.1												
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7	2.2	aparece agua			Arcilla marrón							
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												
3.1												
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS							 www.geoambiente-uruguay.com						
PROYECTO: Caif Los Fuegositos - Piedras Blancas.													
SONDEO NRO.: SPT2				SITUACIÓN:			COORDENADAS:						
FECHA: 07/02/2019				PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,0m			COTA DE BOCA DE POZO: N/A						
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL ESTÁTICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	Nº GOLPES SPT	LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	
								LL (%)	LP (%)	IP			
0.1	0.7	<div>NE</div> <div>aparece agua</div>		E1	Relleno, con pedregullo, suelgo orgánico y arcilla marrón	M2	2,3,4 N _{SPT} = 7	39	23	16	34	CL	
0.2													
0.3													
0.4													
0.5													
0.6													
0.7													
0.8	0.8				Arcilla grisácea oscura		4,4,7 N _{SPT} = 11						
0.9													
1.0													
1.1													
1.2													
1.3													
1.4													
1.5	0.8				Arcilla marrón		4,5,7 N _{SPT} = 12						
1.6													
1.7													
1.8													
1.9													
2.0													
2.1													
2.2	0.6				Arcilla marrón con concreciones de CaCO3 de hasta 1 cm de diámetro		2,4,5 N _{SPT} = 9						
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 Los Fuegositos - Piedras Blancas.																	
SONDEO NRO.: SPT3				SITUACIÓN:		COORDENADAS:											
FECHA: 07/02/2019				PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,0m		COTA DE BOCA DE POZO: N/A											
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL ESTÁTICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	Nº GOLPES SPT	LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN U.S.C.S					
								LL (%)	LP (%)	IP							
0.1	0.2	<div>NE</div> <div>▼</div> <div>aparece agua</div>	x x x	E1	Relleno		2,4,5 N _{SPT} = 9										
0.2																	
0.3																	
0.4	0.3		x x x		Suelo orgánico con relleno												
0.5																	
0.6	0.2				suelo orgánico												
0.7																	
0.8	0.2				Arcilla negra												
0.9																	
1.0	0.55				Arcilla gris oscura												
1.1																	
1.2																	
1.3																	
1.45																	
1.5	1.55						Arcilla marrón						5,5,6 N _{SPT} = 11				
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_Los Fuegositos_Cateo 1 (1,0-1,55m)

MATERIAL:

Muestra 01 - Suelo arcilloso marrón grisáceo

FECHA ENSAYO :

11/2/2019

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	51	52	
P.S.H.+Pesaf	21.49	21.64	
P.S.S.+Pesaf	19.95	20.20	
Tara	14.61	15.15	
% de HUMEDAD	28.8	28.5	
HUMEDAD PROMEDIO	28.7		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	29		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	2		
P.S.H.+Pesaf	1639.40		
P.S.S.+Pesaf	1537.30		
Tara	1086.70		
% de HUMEDAD	22.7		
HUMEDAD PROMEDIO	22.7		
% Humedad Natural	23		

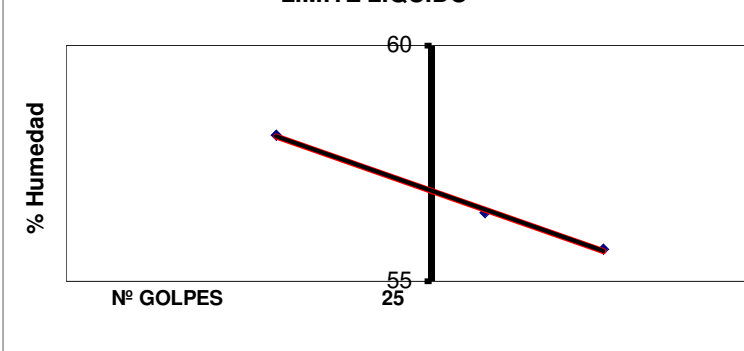
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	32	27	20	
Pesaf. Nº	53	54	55	
P.S.H.+Pesaf	27.47	30.40	32.22	
P.S.S.+Pesaf	22.52	25.33	26.66	
Tara	13.63	16.35	17.09	
% de HUMEDAD	55.7	56.5	58.1	
LÍMITE LÍQUIDO	57			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

28

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

OBRA:

CAIF_Los Fuegositos_Cateo 1 (1,0-1,55m)

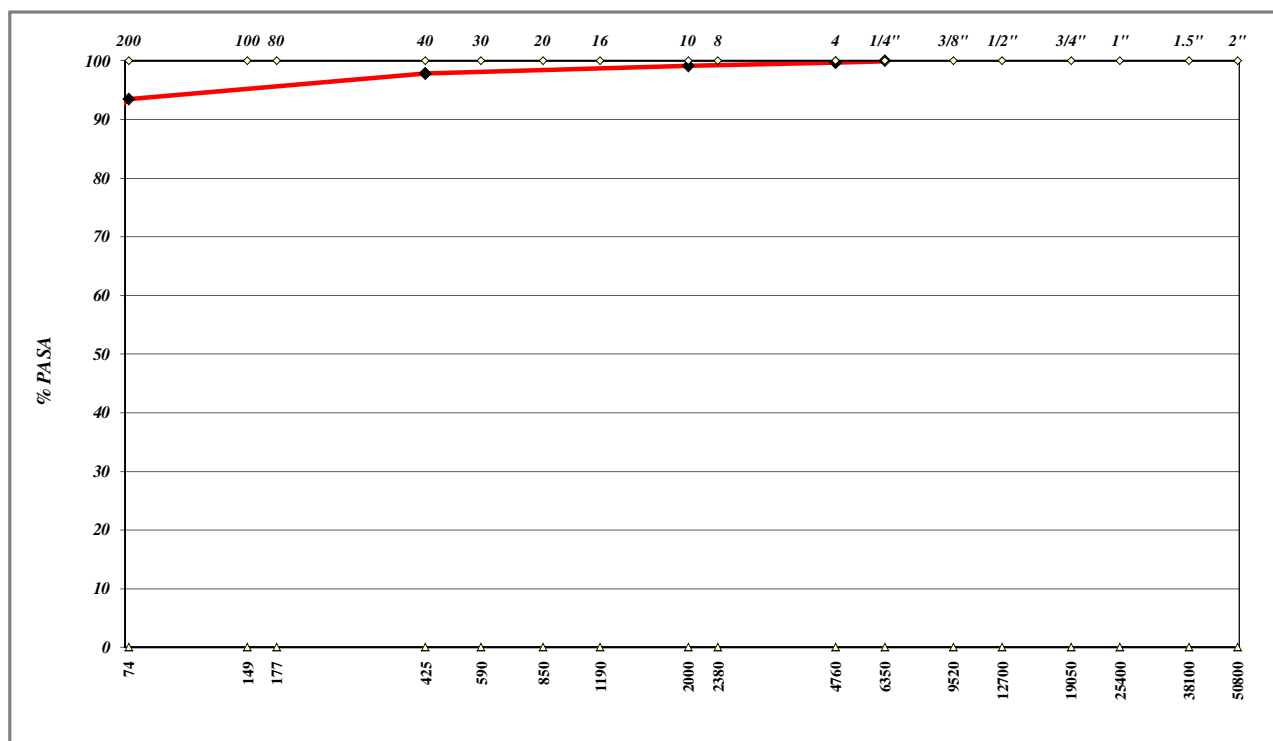
GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	315.6	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	57	MATERIAL:	Muestra 01 - Suelo arcilloso marrón grisáceo
	IP =	28		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):		A-7-6	Descripción:	Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN (SUCS):		CH	Descripción:	Arcilla alta plasticidad
FECHA ENSAYO :		11/2/2019	OPERADOR :	C. Oliveira

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	1.0	100
N8	2380		
N10	2000	1.6	99
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	4.3	98
N80	177		
N100	149		
N200	74	13.8	93
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		294.9	
TOTAL		315.6	

MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) =

SERIE INCOMPLETA



Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

OBRA:

CAIF_Los Fuegositos_Cateo 2 (1,50-1,95m)

MATERIAL:

Muestra 2 - Suelo arcilloso marrón

FECHA ENSAYO :

11/2/2019

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	61	62	
P.S.H.+Pesaf	21.15	23.09	
P.S.S.+Pesaf	19.96	21.50	
Tara	14.76	14.74	
% de HUMEDAD	22.9	23.5	
HUMEDAD PROMEDIO	23.2		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	23		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	1		
P.S.H.+Pesaf	2162.70		
P.S.S.+Pesaf	1950.60		
Tara	1078.20		
% de HUMEDAD	24.3		
HUMEDAD PROMEDIO	24.3		
% Humedad Natural	24		

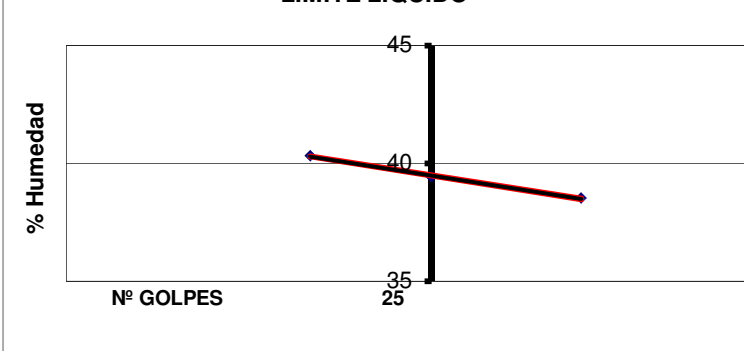
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	31	25	21	
Pesaf. Nº	63	64	65	
P.S.H.+Pesaf	33.57	32.30	35.62	
P.S.S.+Pesaf	28.35	27.14	29.57	
Tara	14.80	14.05	14.57	
% de HUMEDAD	38.5	39.4	40.3	
LÍMITE LÍQUIDO	39			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

16

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

OBRA:

CAIF_Los Fuegositos_Cateo 2 (1,50-1,95m)

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	583.5	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	39	MATERIAL:	Muestra 2 - Suelo arcilloso marrón
	IP =	16		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):		A-6	Descripción:	Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN (SUCS):		CL	Descripción:	Arcilla media plasticidad
FECHA ENSAYO :		11/2/2019	OPERADOR :	C. Oliveira

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	1.0	100
N8	2380		
N10	2000	1.0	100
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	3.6	99
N80	177		
N100	149		
N200	74	28.4	94
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		549.5	
TOTAL		583.5	

MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) =

SERIE INCOMPLETA

