

**ESTUDIO DE SUELOS**

**PARA OBRA DE LA**

**C.N.D.**

**CENTRO CAIF “VALLADOLID”**

**PADRON: 429805 (parte)**

**CIUDAD DE MONTEVIDEO**



**FECHA: Setiembre del 2017**

## **INDICE**

### **1. DATOS GENERALES**

### **2. OBJETIVO y ANTECEDENTES**

### **3. INVESTIGACIONES DE CAMPO**

#### **3.1 UBICACION DE CATEOS**

#### **3.2 PERFIL TIPICO DEL SUELO y VALORES DE LOS ENSAYOS S.P.T.**

### **4. NIVEL FREATICO**

### **5. OBSERVACIONES**

### **FOTOS SELECCIONADAS DEL TRABAJO REALIZADO**

## 1. DATOS GENERALES

Solicitante del estudio: C.N.D.

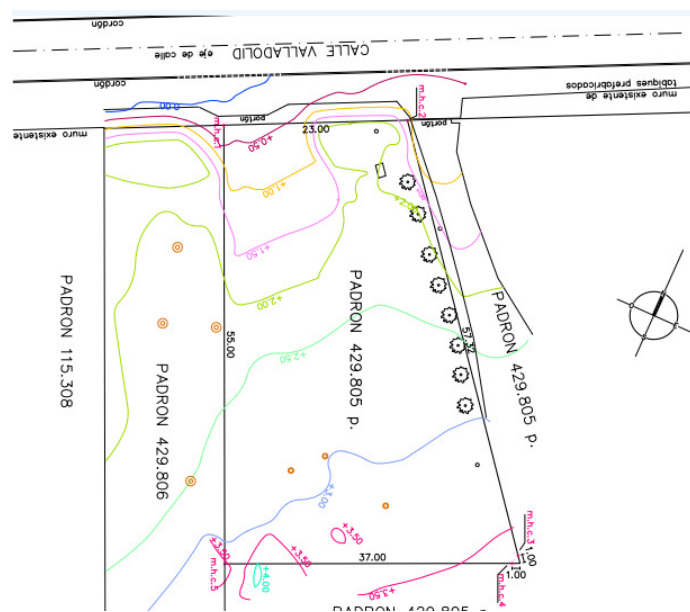
Obra: Centro Caif "Valladolid"

Ubicación Obra: Padrón 429805 (parte) Montevideo  
(ver plano de ubicación)

Fecha de trabajo de campo: 16/09/2017

Encargado del Estudio: Ing. José E. Prefumo

### PLANO DE UBICACIÓN DEL PREDIO



## 2. OBJETIVO Y ANTECEDENTES

El objetivo del estudio es realizar tres cateos para verificación de las características geotécnicas del perfil del suelo para la definición de la tipología de cimentación más apropiada para la obra proyectada.

Un análisis de las características geológicas del área en estudio indica que la geología de superficie está compuesta por suelos sedimentarios pertenecientes a la denominada Formación Libertad. Esta Unidad pleistocénica, está compuesta por materiales predominantemente arcillosos y arcillo limosos, que tienen porcentajes variables de arena fina.

La capacidad resistente de los mismos es muy sensible al contenido de humedad del suelo, variando usualmente dicha capacidad, en tensiones de trabajo, entre 1.0 y 2.0 kg/cm<sup>2</sup>. En caso de suelos saturados, la capacidad resistente de estos materiales puede ser bastante inferior al valor mínimo del rango antes señalado.

Los materiales de la Formación Libertad suelen ser suelos potencialmente expansivos, pudiendo, en algunos casos puntuales, llegar a ser dicho potencial muy alto.

## 3. INVESTIGACIONES DE CAMPO

Se realizaron tres cateos excavados con pala americana, hasta la profundidad máxima convenida de 5 metros, dónde en todos los casos se presenta un suelo de interesante capacidad resistente.

A los niveles de interés, se llevaron a cabo medida indirecta de la resistencia a través de ensayos de penetración Estándar (S.P.T.) en un todo de acuerdo a la Norma A.S.T.M. 1586 - 99:

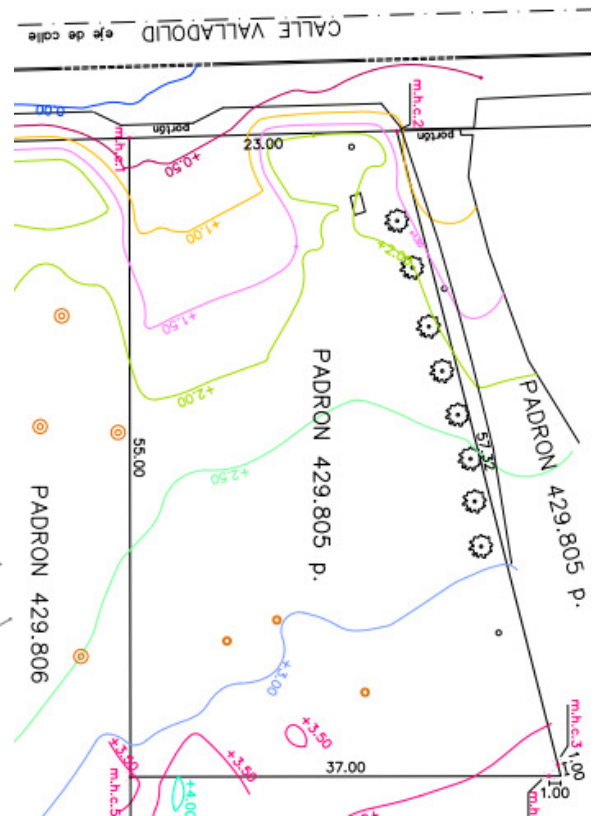
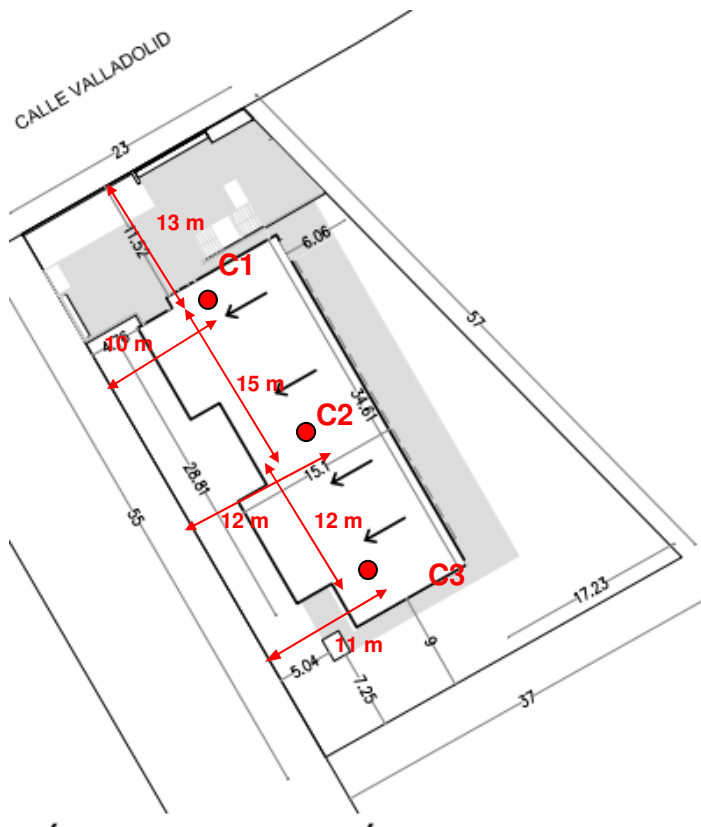
Pesa de 63.5 kg  
Altura de caída de 76 cm.

A las profundidades de ensayo, se aplicaron los golpes necesarios para el hincado en una longitud de 45 cm del muestraedor normalizado, denominándose "**N**" del S.P.T. a la suma del número de golpes necesarios para el hincado de los últimos 30 cm.

### 3.1 UBICACION DE CATEOS

La ubicación aproximada de los cateos puede verse en el plano siguiente, siendo las coordenadas UTM determinadas con equipo garmin manual:

CATEO	Coordenada E	Coordenada S
1	0576764	6141572
2	0576772	6141557
3	0576777	6141548




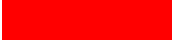




### 3.2 PERFIL TIPICO DEL SUELO Y VALORES DE LOS ENSAYOS S.P.T.

A continuación se presenta la descripción del perfil de los cateos realizados. **Todas las cotas están referidas al nivel de la boca de cada cateo**, las que tienen niveles bastante diferentes (ver curvas de nivel del terreno), sobretodo la de los cateos 2 y 3 con respecto al cateo 1, el que está en zona más baja del terreno.

PROF. en (m)	“N” DEL		S.P.T.
	C1	C2	C3
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0			
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			
1.9			
2.0	19	8	10
2.1			
2.2			
2.3			
2.4			
2.5			

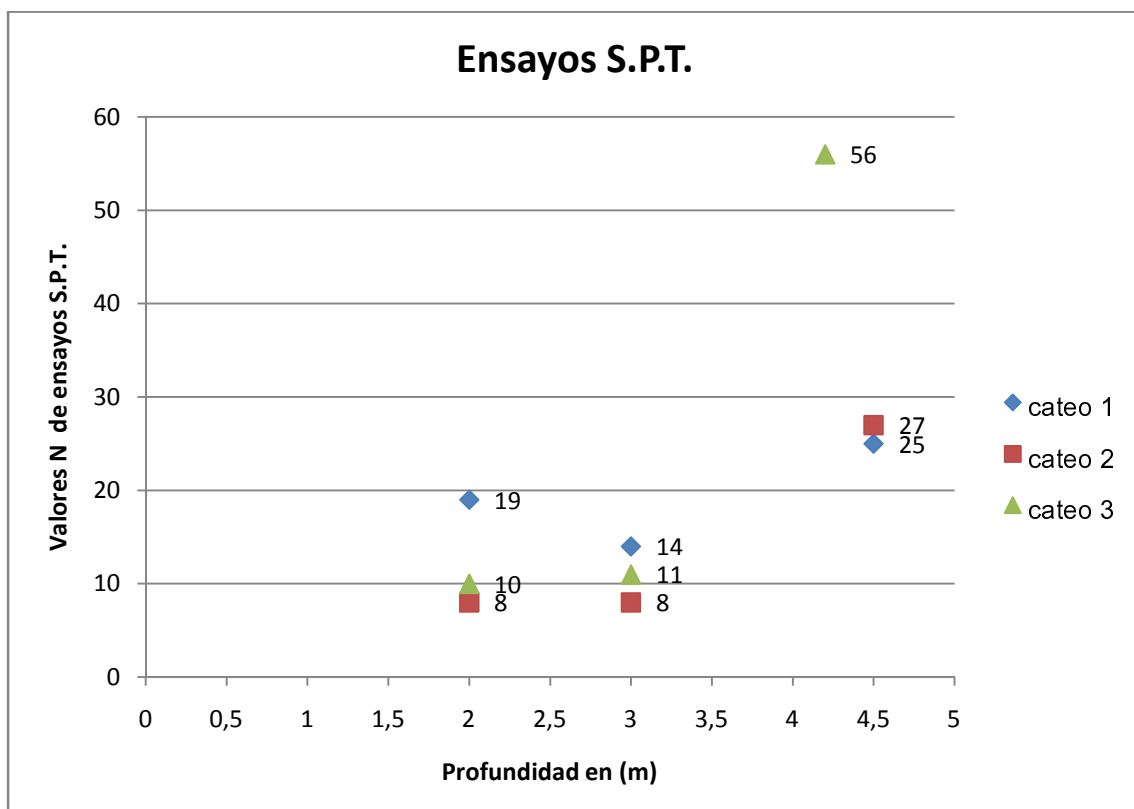
PROF. en (m)	“N” DEL		S.P.T.
	C1	C2	C3
2.6			
2.7			
2.8		N.F.E.	
2.9			N.F.E.
3.0	14	8	11
3.1	N.F.E.		
3.2			
3.3		N.F.D.	
3.4			
3.5			
3.6			
3.7			
3.8			
3.9			
4.0			N.F.D.
4.1			
4.2			56
4.3	N.F.D.		
4.4			
4.5	25	27	
4.6			
4.7			
4.8			
4.9			
5.0			

## REFERENCIAS

	Relleno de balasto.
	Relleno de escombros, algo de balasto y tierra arcillosa negra.
	Transición. Arcilla de color marrón oscuro. Plástica.
	Arcilla de color marrón clara. Consistencia variable según el cateo considerado. Presencia de carbonatos en la matriz arcillosa.
	Arcilla limosa de color marrón grisácea.
	Limo arcilloso de color marrón. Bastante compacto. En cateo 3, niveles con cierto grado de litificación.

**N.F.D.** Nivel al que se presenta el agua libre durante la ejecución de cada cateo.

**N.F.E.** Nivel al que se mide el agua libre al finalizar el trabajo.





## **FOTOS DE SUELOS TIPICOS DEL PERFIL**

**RELLENO DE ESCOMBROS Y TIERRA ARCILLOSA DE COLOR NEGRA**



**TRANSICION. ARCILLA DE COLOR MARRON OSCURO. PLASTICA**



**ARCILLA DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA BASTANTE BLANDA**





**ARCILLA LIMOSA DE COLOR MARRON GRISAEA, CON ALGUNOS CARBONATOS**



**LIMO ARCILLOSO DE COLOR MARRON CLARO. NIVELES CON CIERTO GRADO DE LITIFICACION. BASTANTE COMPACTO.**



#### 4. NIVEL FREATICO

En 3.2 se indica con **N.F.D.** el nivel al que se presenta el agua libre durante la ejecución de cada cateo respecto de la boca de los mismos y con **N.F.E.** el nivel del agua libre al finalizar el trabajo. El nivel del agua libre medida al finalizar el trabajo fue similar para los tres cateos, del orden de los 3 metros, siempre respecto a boca de los respectivos cateos.

El nivel de la napa varía según las estaciones del año, volumen de precipitaciones registradas en días previos, etc., motivo por el cual, en el momento de construcción de los cimientos, el nivel del agua libre puede diferir significativamente con respecto al detectado en ocasión del estudio realizado.

Cabe señalar que el trabajo fue realizado luego de un período de abundantes precipitaciones, por lo que, seguramente, los niveles tan superficiales del agua libre, se debe a infiltraciones superficiales a través de fisuras de la arcilla.

#### 5. OBSERVACIONES

El perfil del suelo, **referido a la boca de cada cateo**, así como los **valores “N” de los ensayos S.P.T.** (suma del número de golpes necesarios para el hincado de los últimos 30 cm del muestraedor normalizado) se presenta en 3.2.

El perfil del suelo es muy homogéneo para los tres cateos realizados. El mismo está compuesto en el manto superior por un relleno y/o un suelo orgánico de color negro y de potencia máxima detectada de unos 70 cm.

Inmediatamente por debajo, luego de una transición arcillosa de coloración marrón oscura de unos 30 cm de potencia en cateos 2 y 3, se presenta una arcilla de color marrón claro, la que es típica de materiales pertenecientes a la denominada formación Libertad. A diferentes niveles se presentan carbonatos en forma aislada en la matriz arcillosa.

La consistencia de esta arcilla se la puede considerar como de “blanda” a “medianamente blanda”, variando según el cateo considerado. En el cateo 1, a partir de profundidades algo por debajo de 3.5 m el suelo es más limoso y de coloración grisácea.

En los ensayos S.P.T. realizados a profundidades de 2 y 3 m sobre esos suelos arcillosos, se obtuvieron valores de “N” variables entre mínimos de 8 a máximos de 19, lo que muestra una dispersión en los valores obtenidos en los ensayos bastante importante (ver gráfico en 3.2). El menor valor obtenido en el cateo 2 fue de “N” = 8, tanto en ensayos realizados a 2 como a 3 m, hecho que puede explicarse por la cercanía del cateo a una zona “hundida” del terreno (dónde seguramente se extrajo una raíz de árbol de gran tamaño) y consecuentemente tener el suelo un mayor contenido de humedad.

A partir de profundidades del orden de 4.5 m, el perfil presenta un aspecto más limoso (similar al de materiales de formación Fray Bentos) y tiene una consistencia bastante más compacta. En los cateos 1 y 2 en los S.P.T. realizados a 4.5 m, se obtuvieron valores de “N” de 25 y 27 respectivamente, mientras que en el C3, a 4.2 m, se obtuvo un valor de “N” = 56, lo que indica niveles de suelos con cierto grado de litificación.

Según la recomendación de K. Terzaghi en “Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica” y posteriormente adoptada por varios autores, proponen la siguiente tabla de relacionamiento de los valores de los ensayos S.P.T. y la compacidad de la arena:

Valor de “N”	Compacidad de la arena
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Medianamente densa
30-50	Densa
Más de 50	Muy densa

Para suelos arcillosos, K. Terzaghi propone obtener la resistencia a la compresión simple en  $\text{kg/cm}^2$  con un coeficiente de seguridad de 3, dividiendo el valor “N” del ensayo S.P.T. entre 8.

Es usual en nuestro país extrapolar el uso de la relación antes mencionada para suelos granulares.

La interpretación de los resultados de los ensayos S.P.T debe hacerse con precaución en suelos cohesivos, tanto por la forma dinámica de aplicación de las cargas en el ensayo, así como por no permitir la disipación de presiones de poros en el caso de suelos saturados.

De acuerdo a lo antes expresado, se puede asumir una tensión de cálculo para la arcilla marrón a partir de los 2 metros, de **1.0  $\text{kg/cm}^2$** , mientras que para el suelo situado por debajo de 4.5 m respecto a boca de cada cateo, del orden de  $2.5 \text{ kg/cm}^2$ .

Como el perfil del terreno tiene una fuerte pendiente decreciente hacia la calle Valladolid, se deberá definir un adecuado nivel de piso terminado para el proyecto, previendo un adecuado drenaje de las pluviales. El hecho antes mencionado, implica cierto movimiento de suelos, el que se deberá realizar compactando adecuadamente en la zona correspondiente a terraplenado.

#### **La alternativa de fundación depende del nivel y distribución de cargas del proyecto.**

Para niveles de cargas “**medios**” y “**altos**”, la fundación aconsejada es el **pilotaje**. Los pilotes de deberán empotrar en el suelo más resistente situado por debajo de 4.5 m. Si bien el perfil es cohesivo en toda su extensión, hay presencia de agua libre abundante (al menos en ocasión del estudio realizado), motivo por el que la tipología de pilotaje: perforado clásico y/o del tipo “hélice continua”, queda al mejor criterio de la empresa encargada del pilotaje. Esta solución de fundación tiene la ventaja adicional de su rapidez constructiva.

Para niveles de cargas “**bajos**”, se puede analizar **la alternativa de la fundación directa de “gran superficie”, del tipo platea**, de rigidez importante y apoyada sobre un relleno a ser diseñado (características granulométricas, potencia, poder soporte y grado de compactación), que sustituya el material de relleno y/o suelo orgánico. El relleno a diseñarse deberá contemplar cierto potencial expansivo del suelo. Es aconsejable colocar sobre la base del relleno “estructural”, una capa de un material de mayor tamaño (tipo descarte de cantera) de unos 30 cm de espesor, la que contribuye a contrarrestar fenómenos de expansión del suelo, a la vez que facilita el adecuado compactado del relleno suprayacente.

Otra **alternativa de fundación puede ser la directa de tipo aislado**, a una profundidad no menor a 2 m (para evitar la zona más expuesta a variaciones en el contenido de humedad del suelo) y a una tensión de cálculo que no supere **1.0 kg/cm<sup>2</sup>**. Se aconseja realizar, previa a la colocación de las armaduras, un hormigón de limpieza de unos 10 cm de espesor ( $f_{ck} = 150 \text{ kg/cm}^2$ ). Dado el efecto muy perjudicial que tiene al agua sobre este tipo de suelos, se deberá evitar la anegación de los pozos de fundación con agua de lluvia durante los procesos constructivos de los cimientos (rápido hormigonado y tapado de los mismos, etc.)

La arcilla componente del perfil es plástica y potencialmente expansiva, motivo por el que se deberá proceder al descalce de las vigas de fundación (salvo obviamente en el caso de platea) y considerar las medidas precautorias con respecto a esta problemática en la construcción del contrapiso y/o losa de piso: apoyo sobre relleno de material granular a ser diseñado, buen drenaje pluviales, construcción de veredas perimetrales, etc.

Dado lo puntual del estudio realizado, si durante la construcción de los cimientos surgiera alguna discordancia con lo expresado en este informe, así como dudas sobre la capacidad resistente del suelo en algún punto, etc., se solicitará el asesoramiento correspondiente.

  
ING. JOSE E. PREFUMO



## VISTA GENERAL DEL TERRENO

DESDE EL FONDO DE TERRENO, HACIA EL FRENTE DEL PREDIO (CALLE VALLADOLID)



DESDE EL FRENTE DEL PREDIO, HACIA EL FONDO DEL MISMO



METODOLOGIA DE EXCAVACION: PALA AMERICANA





## **FOTOS SELECCIONADAS DEL TRABAJO REALIZADO**

**CATEO 1**

**ENASYO S.P.T. a 2.0 m**



**ARCILLA DE COLOR MARRON. PLASTICA. MEDIANAMENTE COMPACTA**



## CATEO 1

ENASYO S.P.T. a 4.5 m



**SUELO LIMO ARCILLOSO DE COLOR MARRON CLARO. BASTANTE COMPACTO**





## CATEO 2

ENASYO S.P.T. a 2.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRON CLARO. CONSISTENCIA BASTATE BLANDA



## CATEO 2

ENASYO S.P.T. a 3.0 m



IDEM ANTERIOR CON ALGUN CARBONATO. CONSISTENCIA BLANDA A MEDIANAMENTE BLANDA





### CATEO 3

ENASYO S.P.T. a 2.0 m



**ARCILLA DE COLOR MARRON CLARO CON CARBONATOS. CONSISTENCIA MEDIANAMENTE BLANDA**





### CATEO 3

ENASYO S.P.T. a 4.2 m



**LIMO ARCILLOSO DE COLOR MARRON CON CIERTO GRADO DE LITIFICACION. DURO**



