

**ESTUDIO DE SUELOS**  
**PARA OBRA DE PAEMFE:**  
**AMPLIACION ESCUELA TÉCNICA**  
**DE SAN JOSÉ**

**PADRON 1196**

**CIUDAD: SAN JOSE DE MAYO**

**DEPARTAMENTO DE SAN JOSÉ**

**FECHA: Diciembre del 2020**

## **INDICE**

### **1. DATOS GENERALES**

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

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

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

#### **3.2 DESCRIPCION DEL PERFIL Y VALORES DE LOS ENSAYOS S.P.T.**

### **4. NIVEL FREATICO**

### **5. OBSERVACIONES**

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

## 1. DATOS GENERALES

Solicitante del estudio: Programa PAEMFE

Obra: Ampliación Edificio de Escuela Técnica en dos plantas.

Ubicación Obra: Sarandí 680  
Padrón: 1196  
Ciudad: San José  
Departamento de San José

Fecha de trabajo de campo: 18/12/2020

Encargado del Estudio: Ing. José E. Prefumo

### FOTO GOOLE EARTH DE UBICACION DEL TERRENO



## 2. OBJETIVO Y ANTECEDENTES

El objetivo del estudio es realizar dos cateos en zona dónde se proyecta la obra, para una descripción del perfil del suelo y una medida de su resistencia, a los efectos de la definición de la tipología y profundidad de cimentación más apropiada.

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 Raigón. Esta unidad perteneciente al Terciario (Plioceno), está compuesta por areniscas finas a conglomerádicas, mal seleccionadas, con estratificación cruzada y paralela, de color blanco amarillento. Presenta intercalaciones de arcillas verdes. Sedimentación fluvial a fluvio deltaica.

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.

## 3. INVESTIGACIONES DE CAMPO

Se realizaron dos cateos excavados mediante pala americana hasta una profundidad de 6 m, suficiente, en acuerdo al perfil del suelo obtenido, ya que la edificación es de solamente de 2 plantas.

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

Pesa de 63.5 kg  
Altura de caída de 76 cm.

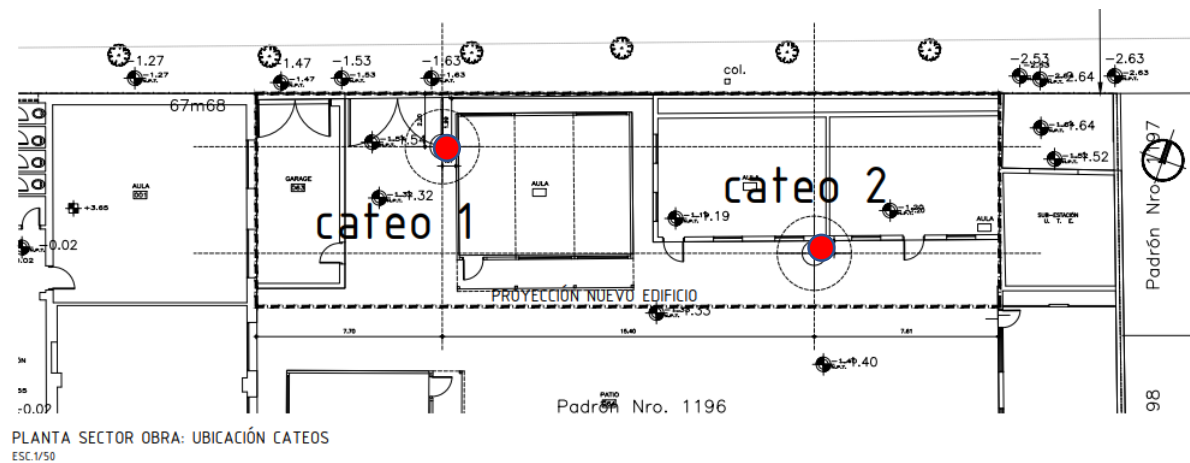
A las profundidades de ensayo, se aplicaron los golpes necesarios para el hincado en una longitud de 45 cm del muestraedor normalizado, denominándose "**N**" del S.P.T. a la suma del número de golpes necesarios para el hincado de los últimos 30 cm.

### 3.1 UBICACION DE CATEOS

La **ubicación de los cateos** puede verse en forma aproximada en el plano y la foto google siguiente, siendo las coordenadas UTM:

#### COORDENADAS UTM

| CATEO | COORDENADA ESTE | COORDENADA NORTE |
|-------|-----------------|------------------|
| 1     | 0526476         | 6200492          |
| 2     | 0526493         | 6200488          |



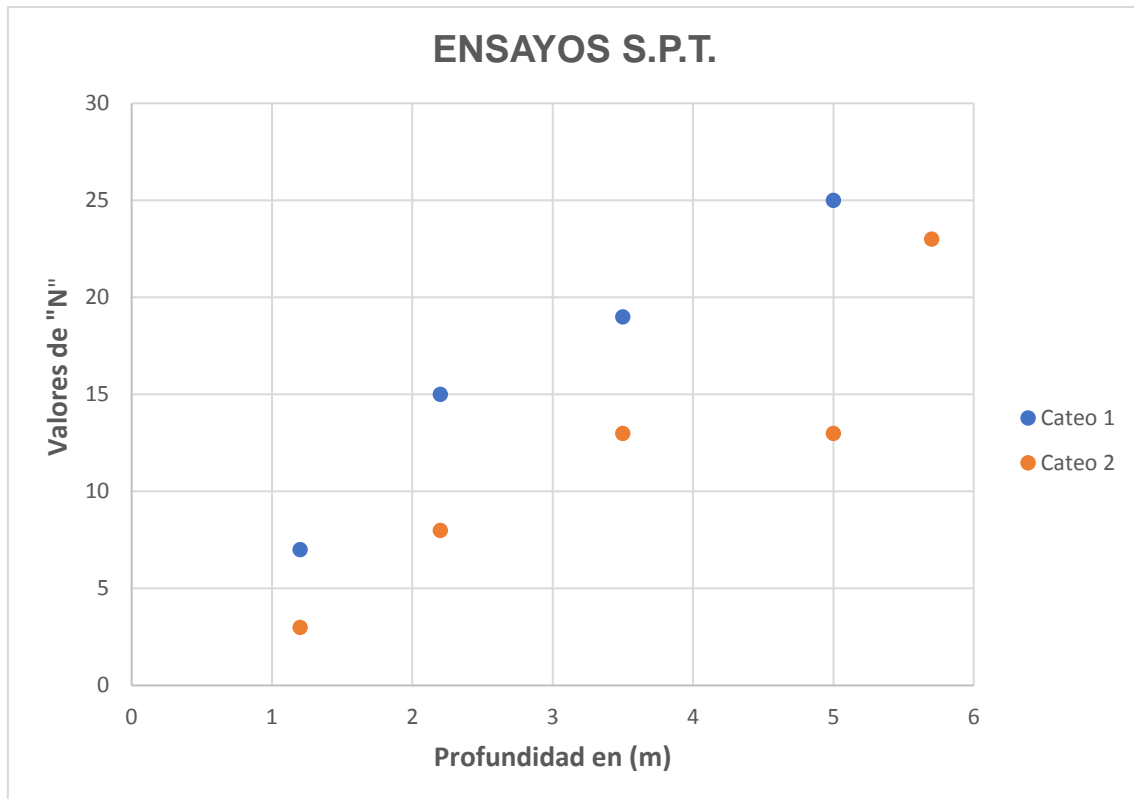
### 3.2 DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO Y VALORES DE LOS ENSAYO S.P.T.

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. La boca del cateo 1 se ubica unos 20 cm por encima del nivel de calle, mientras que la boca el cateo 2, unos 40 cm por encima de la misma.**

| "N" DE LOS S.P.T. |    |    | "N" DE LOS S.P.T. |    |    |
|-------------------|----|----|-------------------|----|----|
| PROF (m)          | C1 | C2 | PROF (m)          | C1 | C2 |
| 0.1               |    |    | 3.1               |    |    |
| 0.2               |    |    | 3.2               |    |    |
| 0.3               |    |    | 3.3               |    |    |
| 0.4               |    |    | 3.4               |    |    |
| 0.5               |    |    | 3.5               | 19 | 13 |
| 0.6               |    |    | 3.6               |    |    |
| 0.7               |    |    | 3.7               |    |    |
| 0.8               |    |    | 3.8               |    |    |
| 0.9               |    |    | 3.9               |    |    |
| 1.0               |    |    | 4.0               |    |    |
| 1.1               |    |    | 4.1               |    |    |
| 1.2               | 7  | 3  | 4.2               |    |    |
| 1.3               |    |    | 4.3               |    |    |
| 1.4               |    |    | 4.4               |    |    |
| 1.5               |    |    | 4.5               |    |    |
| 1.6               |    |    | 4.6               |    |    |
| 1.7               |    |    | 4.7               |    |    |
| 1.8               |    |    | 4.8               |    |    |
| 1.9               |    |    | 4.9               |    |    |
| 2.0               |    |    | 5.0               | 25 | 13 |
| 2.1               |    |    | 5.1               |    |    |
| 2.2               | 15 | 8  | 5.2               |    |    |
| 2.3               |    |    | 5.3               |    |    |
| 2.4               |    |    | 5.4               |    |    |
| 2.5               |    |    | 5.5               |    |    |
| 2.6               |    |    | 5.6               |    |    |
| 2.7               |    |    | 5.7               |    | 23 |
| 2.8               |    |    | 5.8               |    |    |
| 2.9               |    |    | 5.9               |    |    |
| 3.0               |    |    | 6.0               |    |    |
|                   |    |    | 6.1               |    |    |
|                   |    |    | 6.2               |    |    |

## REFERENCIAS

- Relleno. Restos de hormigón, escombros, balasto y basura heterogénea.
- Suelo orgánico, de color negro. Plástica. Consistencia blanda.
- Transición. Arcilla de color marrón oscura.
- Arcilla con cierto % variable de arena, de color marrón. Plástica. Consistencia poco a medianamente compacta.
- Arena mal seleccionada, en matriz algo arcillosa, de color predominante gris a amarillento. Se intercalan delgadas capas arcillosas de coloración verdosa. Consistencia medianamente densa.
- Idem anterior, con algún clasto cuarzoso aislado.
- Idem, pero son niveles "conglomerádicos" y más resistentes.
- Nivel de clastos cuarzosos no perforables con pala americana.





## FOTOS DE SUELOS TIPOICOS DEL PERFIL

### CATEO 1

Suelo orgánico, de color negro



Transición. Arcilla marrón oscura



Arcilla marrón con % variable de arena



Arena en matriz arcillosa, de color marrón



Niveles de cuarzo, no perforables con pala americana

Arena en matriz arcillosa, tipo "conglomerado"





## CATEO 2

**Relleno heterogéneo.  
Escombros, hormigón, basura**



**Suelo orgánico, de color negro**



**Arcilla marrón con % variable de arena**



**Arena en matriz arcillosa, de color predominante grisácea a amarillenta**



#### 4. NIVEL FREÁTICO

**En ninguno de los cateos** realizados hasta las profundidades máximas estudiadas (ni durante la ejecución de los cateos, ni al finalizar los mismos), **se constató presencia de agua.**

Cabe señalar que los niveles de agua pueden variar según estaciones del año, volumen de precipitaciones registradas en días previos, etc., motivo por el cual, en ocasión de la construcción de los cimientos, puede presentarse a determinado nivel, agua libre, ya sea como consecuencia de un aumento del nivel de la napa y/o a infiltraciones superficiales, que no fuesen detectadas en la oportunidad de este trabajo.

Por otra parte, otro hecho a destacar es **que los cateos se llevaron a cabo** luego de un período relativamente **muy prolongado sin fuertes lluvias y de fuerte déficit hídrico**, lo que acentúa aún más lo antes manifestado. El perfil del suelo, constituido **por materiales de la formación Raigón (bastante permeable)** es otro factor que **actúa favoreciendo la presencia de agua al revertirse la situación hídrica.**

#### 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 similar para ambos cateos, difiriendo en que, en el manto superior, en el cateo 2 hay aprox. 80 cm de **un relleno muy heterogéneo**, compuesto por escombros, hormigón, basura de diferente tipo, etc.

Inmediatamente por debajo, se presenta un **suelo orgánico, de color negro**, arcilloso, plástico, de consistencia blanda y que se extiende hasta aprox. **1.0 m en C1 y 1.9 m en el C2.**

Por debajo del suelo de color negro, se presenta (luego de una transición de color marrón oscuro de unos 20 a 30 cm de potencia), por **una arcilla con % variable de arena, de color predominante marrón.** La misma tiene una consistencia que se la puede catalogar como de “blanda” a “medianamente blanda”. Los **valores de “N”** en los ensayos S.P.T., varían, según el cateo considerado, **de 8 a 15** a profundidades del orden de los **2 m.**

A profundidades variables del orden de **2.5 a 3.0 m**, la cantidad de arena aumenta en forma considerable, **siendo una arena mal seleccionada en una matriz arcillosa**, de coloración predominante **amarillenta a grisácea**, con intercalación de **delgadas capas arcillosas de coloración verdosa.**

El perfil se mantiene incambiado con la profundidad, salvo por la presencia de clastos cuarzosos aislados de diferente tamaño.

En los ensayos **S.P.T. realizados a 3.5 m**, se obtuvieron valores de **“N” de 19 y 13 en cateos 1 y 2 respectivamente.**

Recién a profundidades del orden de **5 m en cateo 1 y de 5.5 m en el cateo 2**, se presentan niveles “conglomerados” de la arena, siendo de características más resistentes, obteniéndose valores de **“N” mayores a 20.**

El perfil del suelo antes descrito se corresponde con el de suelos pertenecientes a la denominada **Formación Raigón**, cuya descripción se hace en 2.0

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.

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, que no es la situación en este perfil.

En acuerdo a lo antes expresado, se puede asumir una **tensión admisible de punta** a los niveles aptos para fundación directa del tipo aislado (**2 a 3 m**), del orden **de 1.0  $\text{kg/cm}^2$  a 2.0 m y de 1.5  $\text{kg/cm}^2$  a 3.0 m**.

En función de las características del perfil del suelo, las alternativas de fundación son:

- 1. Cimentación mediante pilotaje.** En principio, la ausencia de agua, en un perfil de paredes estables en el corto plazo, **podrían hacer viable el uso de pilotes de tipo “perforado” clásico**. Esta afirmación queda al mejor criterio de la empresa encargada del pilotaje ya que esta solución de pilote se podría ver comprometida en caso de presencia de agua y consecuentemente deber tener que recurrirse al pilote de **tipo “hélice continua”**. En virtud de lo expresado en numeral 4., no es posible asegurar la ausencia de agua durante la construcción de los cimientos, motivo por el que **se aconseja que, previa a su realización, la empresa encargada de pilotaje realice alguna perforación adicional y eventualmente a mayor profundidad, para su verificación, etc. La ventaja de esta solución de fundación, además de su seguridad técnica, es su rapidez constructiva.**
- 2.** Otra opción de cimentación es la **fundación de gran superficie, tipo “platea”**, de rigidez importante. Se deberá proceder al retiro del suelo orgánico y apoyar la platea sobre un relleno a ser diseñado (características del material, potencia, poder soporte y grado de compactación), **el que contemple sustituir al menos todo el relleno y suelo de color negro del manto superior**. La desventaja para esta solución, desde el punto de vista económico, **es que el volumen a ser sustituido puede llegar a ser importante**, como lo muestra la potencia del relleno y suelo orgánico a ser retirado en el caso del cateo 2. La tensión admisible sobre el suelo no deberá superar **0.75  $\text{kg/cm}^2$** .

Para contrarrestar fenómenos de expansión del suelo y a su vez facilitar el compactado del relleno de “tosca”, se aconseja colocar en su base una capa de material de mayor tamaño (piedras de entre 5 y 20 cm), en un espesor no menor

a 30 cm, normalmente como conocido como “descarte de cantea limpio”. No se debe confundir con el “destape” de cantera que es un material arcilloso.

A los efectos de lograr una adecuada transición de rigidez entre el relleno y la losa de hormigón, se recomienda que los últimos 15 cm del relleno a ser diseñado estén compuestos por una “tosca cemento”, la que se deberá compactar en condiciones adecuadas a definirse.

3. Otra alternativa, es la fundación **directa en forma aislada sobre la arcilla algo arenosa de color marrón** a profundidades no menores a 2.0 m, pudiéndose asumir una tensión de cálculo de punta de **1.0 k/cm<sup>2</sup> a 2.0 m y de 1.5 kg/cm<sup>2</sup> a 3.0 m**.

Se recomienda realizar previamente un hormigón de limpieza de unos 10 cm de espesor.

Dado el efecto muy perjudicial que tiene el agua sobre estos suelos arcillosos, es de fundamental importancia **evitar la infiltración de agua de lluvia durante el proceso constructivo de los cimientos** (rápido hormigonado y tapado de los pozos, etc.).

Si bien la última solución de fundación propuesta es factible, variaciones en el contenido de humedad del suelo, etc., pueden provocar alteración en su capacidad resistente y, sobretodo, en su capacidad de deformación, lo que puede hacerla riesgosa de algún tipo de asentamiento diferencial. Por lo expuesto, a juicio del suscrito, **es la opción “menos preferible”**. Por otra parte, los tiempos constructivos de esta solución son los mayores.

**Las alternativas anteriores fueron planteadas en el supuesto de que el proyecto era de una sola planta. Enterado de que el mismo es de 2 plantas, si bien las soluciones propuestas siguen siendo válidas, se acentúa la preferencia por la opción de pilotaje.**

Si bien la potencia del manto netamente arcilloso del perfil no es muy grande y por lo tanto su potencial de expansión se ve mitigado, de cualquier modo, se recomienda proceder **al descalce de las vigas de fundación y considerar los recaudos del caso frente a esta problemática en la construcción de contrapisos y/o losa de piso** (apoyo sobre relleno de material granular a ser diseñado e inerte a la expansión).

Dado lo puntual del estudio realizado, si durante la construcción de los cimientos surgiera alguna discordancia con lo expresado en este informe, se solicitará el asesoramiento correspondiente.

  
ING. JOSE E. PREFUMO



## VISTA GENERAL DEL TERRENO Y METODOLOGIA DE EXCAVACION



### METODOLOGIA DE EXCAVACION: PALA AMERICANA





## FOTOS SELECCIONADAS DEL TRABAJO REALIZADO

### CATEO 1

#### ENSAYO S.P.T. a 2.20 m



ARCILLA ALGO ARENOSA, DE COLOR MARRON, BLANDA A MEDIANAMENTE BLANDA



## CATEO 1

### ENSAYO S.P.T. a 3.5 m



**ARENA EN MATRIZ ARCILLOSA, DE COLOR AMARILLENTO A GRISACEA  
MEDIANAMENTE DENSA**





## CATEO 1

### ENSAYO S.P.T. a 5.0 m



### ARENA EN MATRIZ ARCILLOSA, NIVELES CONGLOMERADICOS CONSISTENCIA MEDIANAMENTE DENSA A DENSA



## CATO 2

### ENSAYO S.P.T. a 2.2 m



**ARCILLA ESCASAMENTE ARENOSA, DE COLOR MARRON. PLASTICA.  
CONSISTENCIA BASTANTE BLANDA**





## CATEO 2

### ENSAYO S.P.T. a 3.5 m



**ARENA EN MATRIZ ALGO ARCILLOSA, DE COLOR VARIADO, PREDOMINA AMARILLENTA. CONSISTENCIA MEDIANAMENTE Densa**





## CATEO 2

### ENSAYO S.P.T. a 5.0 m



**ARENA EN MATRIZ ARCILLOSA, CON INTERCALACION DE DELGADAS CAPAS  
ARCILLOSA DE COLOR VERDOSO**



## CATEO 2

### ENSAYO S.P.T. a 5.7 m



**ARENA CON ESCASO CONTENIDO DE FINOS (CONGLOMERADOS) Y EN LA PUNTA ARCILLA DE COLOR GRIS A VERDOSA.**

