

**SERVICIOS ESPECIALIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

**SUSTENTABLE, S.A. DE C.V.**

Aramberri #1855 Pte Col.

Centro Monterrey, N. L.

**At´n: Isamary Gutiérrez**

Presentamos a su distinguida consideración los resultados del estudio de Mecánica de Suelos efectuado en el sitio donde se proyecta la remodelación del puente de la Av. Miguel Alemán en su cruce con la Av. Rómulo Garza, en el municipio de San Nicolás de los Garza, N.L.

**TRABAJOS DE CAMPO**

El trabajo consistió en efectuar tres sondeos con máquina perforadora del tipo rotaria a una profundidad de 10.0m los Sondeos No.1 y 3 y 12.0m el Sondeo No.2 en los cuales se perforó con barrenos espirales y el muestreo se efectuó en suelos en forma alterada con tubo partido de acuerdo a la norma ASTM D 1586-98, la cual consiste en hincar a base de golpes una cuchara muestreadora de 60.0 cm de largo, 5.08 cm de diámetro exterior y 3.49 cm de diámetro interior mediante la energía proporcionada por una masa de 64.0 kg de peso, que es dejada caer libremente de una altura de 75.0 cm. El número de golpes necesarios para que la cuchara penetre los 30.0 cm intermedios nos dan idea de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

La localización de los sondeos se presenta en la Fig. 1.

**TRABAJOS DE LABORATORIO**

Las muestras recuperadas se clasificaron en forma visual y al tacto en húmedo y seco de acuerdo a los lineamientos que nos marca el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, para complementar esta clasificación se efectuaron las siguientes determinaciones:

- .- Contenido Natural de agua
- .- Límite Líquido
- .- Límite Plástico
- .- Porcentaje de partículas menores de 0.074 mm

Cuyos resultados se presentan en las Fig. 2 a 4.

## **ESTRATIGRAFIA**

La estratigrafía del sitio está formada por depósitos de arcilla, caliche, gravas y almendrilla, bajo los cuales se detecta la roca arcillosa sedimentaria y se describe de la siguiente manera: Superficialmente se tiene la estructura de pavimento compuesta por 0.10m de carpeta asfáltica y 0.15m de caliza triturada (base), Bajo se esta se tiene la arcilla café y café oscuro con grumos de caliche de 0.50 a 0.75m de espesor. A estos materiales les subyace la arcilla calichosa café claro y caliche arcilloso café claro de 2.0 a 5.0m de espesor y resistencia a la penetración estándar que varía de 29 a más de 60 golpes. Subyaciendo a estos materiales se detecta la arcilla café con gravas de caliza y gravas calichosas con caliche de 1.0 a 2.0m de espesor y resistencia de más de 60 golpes. Subsecuentemente se detectó arcilla café amarillenta con grumos de caliche, arcilla café amarillento con lentes de almendrilla y almendrilla café amarillento de 1.0 a 2.0m de espesor la cual se detectó hasta la máxima profundidad explorada en el sondeo No. 1 y resiste más de 60 golpes. Bajo este material se detectó la roca arcillosa sedimentaria clasificada como lutita café verdoso y amarillento, hasta la máxima profundidad explorada y resiste más de 60 golpes.

La estratigrafía a detalle de cada uno de los sondeos se presenta en las figuras N° 2 a 4. Hasta la máxima profundidad explorada no se detectó la presencia del nivel de aguas freáticas.

## **CONDICIONES GEOTECNICAS DEL SITIO**

El área en estudio se ubica en la zona Asísmica de la República Mexicana o sea en la zona no sísmica o de sismos raros o desconocidos, por lo mismo no se diseña estructuralmente por sismo, sin embargo, si se quiere utilizar este parámetro debido a los últimos acontecimientos presentados en la Región se puede hacer uso de la siguiente tabla.

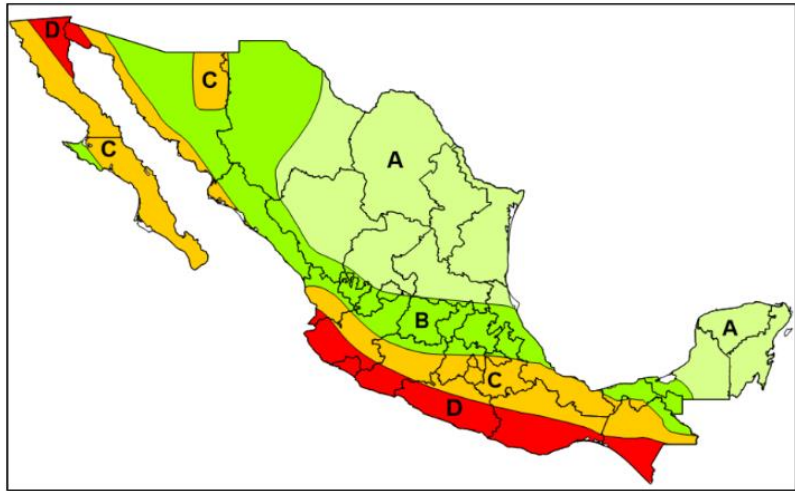
De acuerdo a su rigidez la Comisión Federal de Electricidad considera los siguientes tipos de terrenos:

Tipo I.- Terreno firme o rocoso que no presentan amplificaciones dinámicas: Depósito de suelo con  $V_s \geq 720$  m/s o  $H_s \leq 2.0$ m.

Tipo II.- Terreno formado por suelos en que se presentan amplificaciones dinámicas intermedias: Depósito de suelo con  $V_c \leq V_s < 720$  m/s y  $H_s > 2.0$ m o  $H_s > H_c$  y  $V_s < 720$  m/s.

Tipo III.- Terreno formado por suelos en que se presentan grandes amplificaciones dinámicas: Depósito de suelo con  $V_s < V_c$  m/s y  $2.0$ m  $< H_s \leq H_c$  m.

| $H_c$ (m) | $V_c$ (m/s) |
|-----------|-------------|
| 30        | 360         |



**Regionalización Sísmica de la República Mexicana**

| Zona sísmica | Tipo de terreno | $T_a$ (S) | $T_b$ (S) | $T_c$ (S) | k   | r             |
|--------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----|---------------|
| A            | I               | 0.1       | 0.6       | 2.0       | 1.5 | $\frac{1}{2}$ |
|              | II              | 0.2       | 1.4       | 2.0       | 1.0 | $\frac{2}{3}$ |
|              | III             | 0.3       | 2.0       | 2.0       | 0.5 | 1             |
| B            | I               | 0.1       | 0.6       | 2.0       | 1.5 | $\frac{1}{2}$ |
|              | II              | 0.2       | 1.4       | 2.0       | 1.0 | $\frac{2}{3}$ |
|              | III             | 0.3       | 2.0       | 2.0       | 0.5 | 1             |
| C            | I               | 0.1       | 0.6       | 2.0       | 1.5 | $\frac{1}{2}$ |
|              | II              | 0.2       | 1.4       | 2.0       | 1.0 | $\frac{2}{3}$ |
|              | III             | 0.2       | 2.0       | 2.0       | 0.5 | 1             |
| D            | I               | 0.1       | 0.6       | 2.0       | 1.5 | $\frac{1}{2}$ |
|              | II              | 0.1       | 1.4       | 2.0       | 1.0 | $\frac{2}{3}$ |
|              | III             | 0.1       | 2.0       | 2.0       | 0.5 | 1             |

De acuerdo con las características de los materiales sobre las cuales se apoyará la cimentación el subsuelo del área se clasifica como suelo Tipo II.

### **CAPACIDAD DE CARGA**

De acuerdo con los resultados de los ensayos efectuados con las características de los materiales existentes en el área y con el tipo de obra por construir es posible proponer que como cimentación se utilice alguna de las siguientes alternativas:

A) Cimentación a base de pilas coladas en el lugar desplantadas a una profundidad de 4.0m con respecto al nivel de la calle lateral donde trabajaran por punta y fricción y para el cálculo de la capacidad de carga admisible utilizaremos la siguiente teoría de G. Meyerhof

Un elemento de concreto sometido a cargas es factible que se deforme elásticamente en función de su módulo de elasticidad del concreto y en su apoyo o suelo elásticamente, lo cual permite que se desarrolle la capacidad de carga por fricción a lo largo del fuste de la pila y la capacidad de carga admisible por punta en la base de la pila, definiendo sus valores por medio de las siguientes fórmulas:

### **Cálculo por fricción**

$$Q_f = (\pi * d * l * \text{adh}) / F_r$$

Dónde:

|              |   |                                                        |
|--------------|---|--------------------------------------------------------|
| $Q_f$        | = | capacidad de carga admisible por fricción ton por pila |
| $\pi$        | = | phi                                                    |
| $d$          | = | diámetro de la pila, en metros                         |
| $l$          | = | longitud de la pila, en metros                         |
| $\text{adh}$ | = | adherencia entre el suelo y el pilote                  |
| $F_r$        | = | factor de reducción                                    |

### **Capacidad de carga admisible por punta**

$$Q_p = (C N_c + \gamma D_f N_q) / F_S (A_p)$$

Donde:

|               |   |                                                                                                             |
|---------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $C$           | = | Cohesión aparente del material $\text{kg/cm}^2$ o $\text{Ton/m}^2$                                          |
| $N_c$ y $N_q$ | = | Factores de capacidad de carga admisible que dependen del ángulo de Fricción interna del material de apoyo. |
| $\gamma$      | = | Peso Volumétrico del material arriba del nivel de desplante.<br>$\text{Kg/cm}^3$ o $\text{Ton/m}^3$         |
| $D_f$         | = | Profundidad de desplante, en metros.                                                                        |
| $F_S$         | = | Factor de seguridad.                                                                                        |
| $A_p$         | = | Área de la pila, en metros.                                                                                 |

Cimentación a base de pilas coladas en el lugar, desplantadas a una profundidad de 4.0 m respecto al nivel de calle lateral, apoyadas en el estrato de caliche arcilloso café claro, en donde trabajarán por punta y fricción y deberán ser rectas por los materiales del área, pudiendo diseñarse con alguna de las siguientes alternativas de solución:

| <b>Diámetro de la pila,<br/>en metros</b> | <b>Capacidad de<br/>carga por fricción,<br/>en ton/pila</b> | <b>Capacidad de<br/>carga por punta,<br/>en ton/pila</b> | <b>Capacidad de carga<br/>admisible por pila, en<br/>ton/pila</b> |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 0.6                                       | 18                                                          | 19                                                       | 37                                                                |
| 0.8                                       | 24                                                          | 34                                                       | 58                                                                |
| 1.0                                       | 30                                                          | 54                                                       | 84                                                                |
| 1.2                                       | 36                                                          | 78                                                       | 114                                                               |
| 1.5                                       | 45                                                          | 122                                                      | 167                                                               |
| 1.8                                       | 54                                                          | 175                                                      | 230                                                               |
| 2.0                                       | 60                                                          | 217                                                      | 277                                                               |

Para un factor de seguridad de tres, de acuerdo con la teoría de G. G. Meyerhof.

B) Cimentación a base de pilas coladas en el lugar, desplantadas a una profundidad de 8.0 m respecto al nivel de calle lateral, apoyadas en el estrato de arcilla café amarillento y café verdoso, en donde trabajarán por punta y fricción y deberán ser rectas por los materiales del área, pudiendo diseñarse con alguna de las siguientes alternativas de solución:

| <b>Diámetro de la pila,<br/>en metros</b> | <b>Capacidad de<br/>carga por fricción,<br/>en ton/pila</b> | <b>Capacidad de<br/>carga por punta,<br/>en ton/pila</b> | <b>Capacidad de carga<br/>admisible por pila, en<br/>ton/pila</b> |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 0.6                                       | 47                                                          | 25                                                       | 72                                                                |
| 0.8                                       | 64                                                          | 44                                                       | 108                                                               |
| 1.0                                       | 79                                                          | 69                                                       | 148                                                               |
| 1.2                                       | 95                                                          | 100                                                      | 195                                                               |
| 1.5                                       | 118                                                         | 158                                                      | 276                                                               |
| 1.8                                       | 142                                                         | 226                                                      | 369                                                               |
| 2.0                                       | 158                                                         | 279                                                      | 437                                                               |

Para un factor de seguridad de tres, de acuerdo con la teoría de G. G. Meyerhof.

C) Cimentación a base de pilas coladas en el lugar, desplantadas a una profundidad de 12.0 m respecto al nivel de calle lateral, apoyadas en el estrato de lutita café verdoso, penetrando como mínimo 2 veces el diámetro seleccionado en este material, en donde trabajarán por punta y fricción y deberán ser rectas por los materiales del área, pudiendo diseñarse con alguna de las siguientes alternativas de solución:

| <b>Diámetro de la pila,<br/>en metros</b> | <b>Capacidad de<br/>carga por fricción,<br/>en ton/pila</b> | <b>Capacidad de<br/>carga por punta,<br/>en ton/pila</b> | <b>Capacidad de carga<br/>admisible por pila, en<br/>ton/pila</b> |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 0.6                                       | 76                                                          | 51                                                       | 127                                                               |

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 0.8 | 102 | 89  | 191 |
| 1.0 | 128 | 139 | 267 |
| 1.2 | 153 | 201 | 354 |
| 1.5 | 192 | 313 | 505 |
| 1.8 | 230 | 451 | 681 |
| 2.0 | 256 | 557 | 813 |

Para un factor de seguridad de tres, de acuerdo con la teoría de G. G. Meyerhof.

Para el desplante de la cimentación se recomienda retirar del fondo de las perforación todo el material suelto alterado por el proceso de corte utilizando botes rezagadores o mediante impactos comprimirlo e inmediatamente después bajar el acero de refuerzo e iniciar el colado de abajo hacia arriba utilizando un tubo tremie

Se recomienda dotar al área de construcción de un buen drenaje superficial que evite las acumulaciones e infiltraciones de agua.

Esperando que el trabajo efectuado sea de utilidad quedamos a sus muy apreciables órdenes.

**A t e n t a m e n t e.-**

Monterrey, N.L. a 03 de junio de 2019

**Ing. César Alonso Lozano C.**  
Elaboró

**Ing. José I. Rincón López**  
**Gerente General**  
Revisó y autorizó