

DECLARACIÓN JURADA SOBRE ESTUDIO DE SUELOS PARA OBTENER EL PERMISO TEMPRANO DE EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL

Ciudad Autónoma de Buenos Aires ____ de _____ de 20__

A la Subsecretaría de Gestión Urbana

Dirección General de Interpretación Urbanística

Dirección General de Registro de Obras y Catastro

Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

S / D

Por medio de la presente, quien suscribe nombre del profesional habilitado y firmante con matrícula vigente N° nro matrícula en mi carácter de profesional responsable sobre el Estudio de Suelo de la parcela sito en Calle _____ N° _____, S__M__P__, declaro en pleno conocimiento que la documentación técnica que antecede es fidedigna al inmueble objeto a estudio, donde se determina la resistencia del suelo para definir las condiciones de su fundación.

Documentación que antecede:

-Informe Geotécnico

Firma profesional habilitado

Aclaración

DNI

Matrícula

INFORME GEOTÉCNICO N° 2018-21

GUARDIA VIEJA 4579, ALMAGRO, BUENOS AIRES
OBRA: EDIFICACION HASTA 2 LOSAS EN FUNDACIÓN HASTA 1000 M2

- 1 – OBJETO
 - 2 – TRABAJOS DE CAMPO
 - 3 – TRABAJOS DE LABORATORIO
 - 4 – ESTRATIGRAFÍA
 - 5 – RECOMENDACIONES PARA FUNDAR
 - ANEXO1 - PRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS
 - ANEXO 2 – UBICACIÓN DE PERFORACIONES
-

1. Objeto del estudio

El presente estudio tiene por finalidad determinar las características de los estratos del terreno que permitan definir las condiciones de fundación.

2. Trabajos realizados en el terreno

Se efectuaron 2 sondeos a 15 metros de profundidad, respecto de los niveles existentes y ubicados según se indica en el croquis adjunto en los anexos. Para cada sondeo fueron desarrolladas las siguientes tareas:

- Las perforaciones se realizaron por rotación y percusión semi-mecanizada con encamisado metálico e inyección de agua, interrumpidas al llegar a los niveles indicados para la ejecución de los ensayos de penetración.
- Se tomaron muestras no perturbadas a cada metro de avance con sacamuestras de 47 mm (Moretto), con pisón de 70 kg y caída de 70 cm, sometido a una energía de hinca unitaria de 49 Kg/golpe. Simultáneamente se realizaron los ensayos de penetración por hinca (SPT), efectuándose una valoración de la compacidad de los estratos atravesados.
- Se delimitaron y correlacionaron los estratos de las secuencias mediante reconocimiento tacto-visual de los sedimentos extraídos.
- Se midió el nivel de agua libre en cada sondeo.
- Las muestras obtenidas en el interior de los tubos de PVC se acondicionaron herméticamente a fin de conservar su estructura y humedad natural.

3. Trabajos de laboratorio

En cada una de las muestras extraídas se realizaron los siguientes ensayos de acuerdo a Normas IRAM y ASTM:

- Determinación del contenido natural de agua
 - Determinación de los límites líquido y plástico
 - Determinación de los pesos unitarios
 - Granulometría por vía húmeda sobre tamiz 200
 - Clasificación del suelo por Sistema Unificado
 - Ensayos triaxiales escalonados rápidos no drenados a contenido de humedad natural a muestras representativas de los mantos
-

4. Estratigrafía

De la comparación de los resultados obtenidos “in situ” y en el laboratorio surge que el perfil del subsuelo está representado por capas de diferentes propiedades geotécnicas.

El perfil en sentido vertical es heterogéneo, formado por dos secciones estratigráficas diferentes que a continuación se describen (ver figura 1).

- Entre **0 a 3,2** de profundidad hay suelo compuesto por arcilla de baja y alta plasticidad (suelo CH y CL) que son blandos a medianamente compactos. El contenido de humedad es inferior al límite plástico a partir de los 2 m. Por encima, el contenido de humedad es inferior al límite plástico.
- Entre **3,2 a 15 m** de profundidad aumenta significativamente la consistencia y los suelos son muy compactos a duros. Hay un lente de menor consistencia entre los 10,5 a 11 m . Se compone de limos (suelo ML) de baja plasticidad. El valor del índice de plasticidad es del orden de los 8 a 10%. El contenido de humedad tiene valores inferiores al límite plástico. El contenido de humedad tiene un valor inferior al límite plástico. El ángulo de fricción hallado ronda entre los 20/21° y cohesión entre 6,8 a 8,3 t/m².

La consistencia del suelo se determina según números de golpes. A continuación se describe los grados de consistencia:

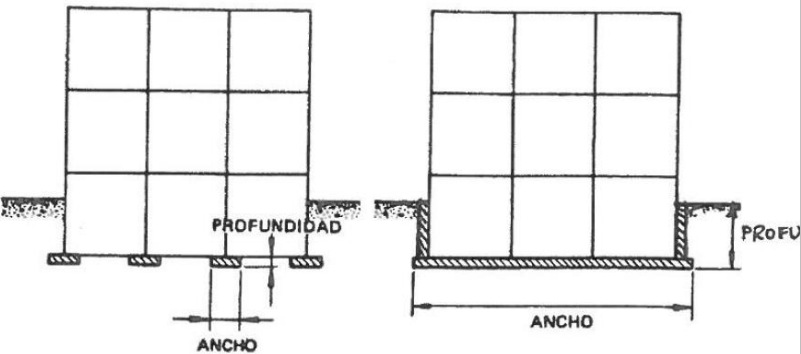
De 0 a 2 golpes: Muy Blanda
De 2 a 4 golpes: Blanda
De 4 a 8 golpes: Medianamente compacta
De 8 a 15 golpes: Compacta
De 15 a 30 golpes: Muy Compacta
Más de 30 golpes: Dura

| <i>Descripción</i> | <i>Dato</i> | <i>Aclaraciones</i> |
|-----------------------|------------------|--|
| Nivel Freático | 10,5 Mts. | La napa freática fue detectada a esa profundidad al momento del sondeo |

5. Recomendaciones para fundar

Se brindan tensiones para diferentes tipos de cimentación: a) para platea excavada ya sea tipo cajón (ver figura 2), b) para la cimentación con bases aisladas a 3,5 a 4 m de profundidad.

5.1 Fundación Mediante Platea excavada

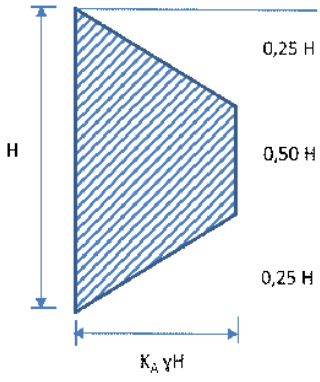
| Descripción | Dato | Aclaraciones / Consideraciones |
|--|---|---|
| <p>Tensión Admisible</p> <p>Con factor de seguridad = 3</p> | <p>Platea excavada tipo cajón (figura 2, derecha)</p> <p>29,9 t/m² a 3,5/4 m de prof. -----</p> <p>Platea excavada con bases (figura 2, izquierda)</p> <p>24,1 t/m² a 4 m de prof</p> | <ul style="list-style-type: none"> El cálculo de la capacidad portante se efectuó con la fórmula de Terzaghi para falla de corte local (factores de carga modificados) (ver tabla 1, anexo). Se plantea platea enterrada a 3,5 a 4 m de profundidad. En la figura 2 se puede apreciar las dos opciones de cimentación. En la figura se tiene la ventaja de una cimentación tipo losa formando un conjunto monolítico con los muros de los sótanos con relación a la cimentación con zapata aislada (que es el caso de la presente cimentación denominada tipo cajón). Al calcular la carga de hundimiento de la losa, en el término relativo a la sobrecarga exterior se puede considerar la altura H (en este caso se consideró 3,5/4 m = Df = H), igual a la profundidad del sótano, mientras que para la zapata este valor se reduce al espesor de la misma y que generalmente es menor al metro (figura 2, izquierda, que se considera 0,5 m) <p><i>Figura 2. Diferencia entre fundación de losa cajón excavada y zapata</i></p>  <ul style="list-style-type: none"> La platea excavada a 3,5 a 4 m se apoyará en un suelo resistente de 15 m de espesor. Estas condiciones originan un aumento de la capacidad portante. Para el cálculo de la tensión se utilizó un valor de Φ (ángulo de fricción interna) de 20° y Cohesión de 6,8 t/m² (ver tabla 2, anexo). Estos son los menores valores hallados. El nivel freático fue reconocido en la perforación y el bulbo de deformación de la platea afectará a los suelos saturados hallados a partir de 10 m. Por esta razón se aplica el caso 2 de la fórmula comentada. El valor en el tercer término de la ecuación de capacidad portante se reemplaza $\gamma' = \gamma$ sumergido. A los efectos de realizar los cálculos se ha tenido en cuenta una platea rígida, de aproximadamente 10 metros de lado. Se admitió un valor de $f_s = 3$. Se ha tomado el nivel actual del terreno como nivel de referencia (cota 0) para las siguientes recomendaciones. |

| | | |
|---|------------------------------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> La ubicación de los sondeos efectuados se muestra en el croquis del Anexo 2. |
| Módulo de Balasto vertical $k_{30\text{ cm}}$ | 4.4 kg/cm³ | <ul style="list-style-type: none"> Suponiendo un valor de cohesión de 6,8 t/m² |
| Módulo de balasto vertical según ancho platea (K) | $K = k_{30} * 0,3/B =$ | <ul style="list-style-type: none"> El módulo de balasto debe ser ajustado para el tipo de cimentación según ancho (B cm) de la platea, según Terzaghi). |
| Movimiento de suelo - Aporte | | <ul style="list-style-type: none"> En caso de realizar rellenos se sugiere que el mismo posea las siguientes características: suelos con límite líquido menor a 40%, índice de plasticidad menor a 12%, hinchamiento menor a 1%, valor soporte mayor a 10%. Se recomienda colocar un Polietileno de 200 micrones sobre la tosca para proteger la platea. Se debe efectuar la compactación en forma correcta ya que los suelos subyacentes son de muy finos, húmedos y de alta plasticidad. Se recomienda que las estructuras trabajen monolíticamente con las plateas Si al excavar se detecta un suelo muy blanco agregarle a la subrasante cal hidráulica y compactar la mezcla de suelo-cal hasta lograr un grado de densificación (densidad mínima de compactación) sea mayor 92% respecto al ensayo Proctor Standard (ASTM D 698) Los últimos 15 cm del relleno compactado deberán ser mayor al 98% del ensayo Proctor Standard. |
| Recomendaciones generales | | <ul style="list-style-type: none"> Tener en cuenta el peso de la platea para el cálculo final de la carga. Por el tipo de suelo presente, que son suelos saturados el suelo tendrá asentamientos mínimos por consolidación. El incremento de carga, debido a la compresión y deformación elástica, crea un incremento de presión hidrostática en el medio poroso. Este exceso de presión de poro puede reducirse en el tiempo debido a una expulsión muy lenta de agua. La expulsión de agua produce un cambio de volumen que es dependiente del tiempo. El valor de la tensión informada tiene en cuenta un asentamiento tolerable ya que misma se calculó con la fórmula de corte local (formula que calcula una tensión conservadora) |

5.2 Excavaciones

| Descripción | Dato | Aclaraciones / Consideraciones |
|---|--|--|
| SUELOS | CL, CH, N<10 | El perfil está constituido por suelos poco resistentes hasta los 2,5 m de profundidad que condicionan la estabilidad. |
| FREATICA | Más de 10,5 m | Los suelos arcillosos tienen apreciable cohesión, son capaces de mantener taludes casi verticales cuando se hallan en estado seco. Sin embargo, cuando estos se saturan y están agrietados pierden prácticamente toda su cohesión, originando empuje similar al de un fluido con el peso de arcilla. |
| Altura crítica de excavación sin sostenimiento y sin cargas en superficie | H_{seco} 3,5 m a más de 3,5 es necesario apuntalar | La altura crítica segura de una excavación y sin sostenimiento (y sin cargas en superficie) es: $H_{seco} = (8/3 \cdot c / \gamma) \cdot \text{Tg}(45 + \phi/2) / F_s$ en arcilla cohesiva fisurada hasta H/2 y formada por suelos CH, seca |
| | | $H_{saturado} = (1/3 \cdot c / \gamma) / F_s$ en arcilla cohesiva fisurada hasta H/2 y formada por suelos CH, saturada |
| Donde, H_s : Altura crítica segura (m), C : cohesión no drenada (t/m^2), γ : peso unitario natural (t/m^3), F_s : Factor de seguridad = 3 | | |
| Se consideró una cohesión de 6 t/m^2 , un peso específico de 1,75 t/m^3 (condición humedecida por lluvia), índice de plasticidad = 19%, y un ángulo de fricción de 9°. Estos son los menores valores hallados hasta 3,4 a 4 m de profundidad. | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Esta fórmula tiene validez si no hay sobrecargas cerca del borde de la excavación. En caso contrario, cuando existan camiones, maquinaria, faenas al borde de la excavación se deberá restar la tensión ejercida por la sobrecarga al numerador de la fórmula. En el caso que la excavación este rodeada de edificios se debe tener en cuenta la envergadura y profundidad de apoyo de obras linderas, para prever la sub-muración correspondiente y su efecto en muros laterales. También el tráfico pesado, vías de ferrocarril que producen esfuerzos estáticos y dinámicos considerables se deben emplear entibaciones de gran robustez que garanticen la mayor seguridad. Bajo esta situación se debe recalcular los empujes informados y proceder a efectuar las obras de mitigación correspondientes. Para el caso de sobrecargas a menor distancia que H_s se debe replantear el cálculo de la estabilidad. Existe el riesgo de desprendimientos de cascotes del relleno. Se debe estabilizar esta pared. Los apuntalamientos se pueden efectuar con distintos materiales. Los mismos tienen que tener piezas de se deben hallar en óptimas condiciones, carentes de fisuras y sin excesivos nudos (caso de maderas). Se recomienda que el empleo de taludes verticales libres solo se aplique en suelos cohesivos y en excavaciones que permanezca abiertas por corto tiempo. Evitar socavar el pie del talud o excavación. Si fuere necesario trabajar allí se debe asegurar la estabilidad de este punto. El material de excavación u otro material acopiado en la superficie, debe quedar como mínimo a una distancia del borde igual a la mitad de la profundidad de la excavación. En caso que una vez efectuada la excavación aparezcan grietas verticales el $H_s = 0$ y se deberá apuntalar la excavación desde superficie. El diseño y predimensionamiento de las entibaciones, muros de contención o apuntalamientos dependerá de las características de la excavación y de las sobrecargas cercanas. | | |
| MURO DE RETENCION: Para el caso de muros de retención, los valores de los coeficientes de empuje (K) varían según el empuje considerado sea activo, pasivo o en reposo. Además, varían según el tipo – forma de muro a utilizar y las | | |

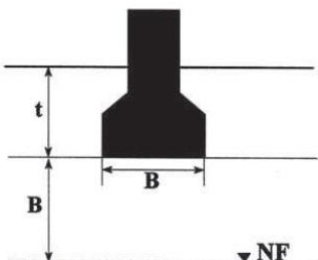
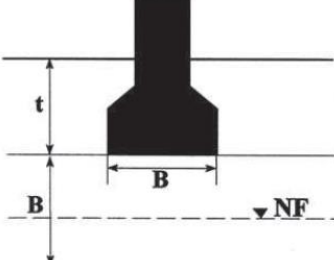
condiciones de contorno (por ejemplo, ángulo de fricción entre estructura y suelo). A continuación, se presentan los valores de K para muros lisos, verticales, con relleno horizontal (sin talud ascendente o descendente sobre la corona del muro) y sin rellenos sin fricción entre muro y suelo.

| | |
|---|---|
| K activo Rankine= 0,73 | $K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$ |
| K reposo (según Massarsch 1979) = 0,52 | $K_o = 0.44 + 0.42 \frac{IP(\%)}{100}$ (Massarsch, 1979) Donde IP, es el índice de plasticidad |
| K en reposo (según Brooker y Ireland 1965)= 0,79 | $K_o = 0,95 - \text{sen } \phi'$ Arcillas |
| K pasiva Rankine= 1,37 | $K_p = \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi}$ |
| EMPUJES PARA APUNTALAMIENTO | <p>Para H=4m E= 1,4 t/m²</p> <p>Para la determinación de los empujes sobre estructuras apuntaladas en forma temporaria se recomienda el diagrama de empujes para arcillas compactas del Código de la Edificación de la Ciudad de Buenos Aires. Un diagrama de empuje es una solución simplificada del problema de interacción suelo estructura para casos específicos de apoyo de la estructura de contención. El empuje será calculado a partir del valor del Número de estabilidad, que en este caso es menor a 4. Por lo tanto $E = K_A \cdot \gamma \cdot H$. E: empuje. γ: densidad o peso unitario (1,75 t/m³); H: profundidad de excavación (4 m), C: cohesión (6 t/m²) no drenada, K_a= depende de N y en este caso es 0,4. Estos valores obtenidos a partir de estas fórmulas se basan en que el nivel freático se halla a más profundidad que la excavación</p> <p>Con referencia a la envolvente de presión para el diseño de cortes apuntalados en las posibles excavaciones a ejecutarse serán sostenidos por estructuras adecuadas capaces de soportar el empuje horizontal que resulta de la aplicación del diagrama de arcillas compactas del código de edificación</p> <p style="text-align: center;">1) Arcillas Compactas</p>  <p style="text-align: center;">$K_A = 0,2 - 0,4$</p> |

Recomendaciones generales

- Este estudio no analiza el riesgo de inundación de la locación ya sea por desborde de ríos o por ascenso de la capa freática.

Tabla 1 – Fundación

| PLATEA Y BASES | |
|---|--|
| $q_u \text{ (bruta)} = (2/3 \cdot c) \cdot S_c \cdot N'_c + q \cdot N'_q + 0,5 \cdot \gamma'' \cdot B \cdot N'_\gamma \cdot S_\gamma$ $q_u \text{ (bruta)} = 2/3 \cdot c \cdot 1,3 \cdot N'_c + q \cdot N'_q + 0,5 \cdot \gamma'' \cdot B \cdot N'_\gamma \cdot 0,8$ $q_{u \text{ adm (bruta)}} = (q_u - D_f \cdot \gamma) / f_s + D_f \cdot \gamma$ (zapata rectangular) $q_{u \text{ adm (bruta)}} = q_u / 3$ (platea en superficie) | Terzaghi, Zapata cuadrada y losa para suelos arcillosos blandos o arenas sueltas ($N < 15$). Falla por corte local a largo plazo. |
| $q_u \text{ (bruta)} = c \cdot 1,3 \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma'' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot 0,8$ $q_{u \text{ adm (bruta)}} = (q_u - D_f \cdot \gamma) / f_s + D_f \cdot \gamma$ (zapata rectangular) $q_{u \text{ adm (bruta)}} = q_u / 3$ (platea en superficie) | Terzaghi, Zapata cuadrada y losa cuadrada para suelos arcillosos duros o arenas densas (N más de 15). Falla por corte general a largo plazo. |
| q_u (bruta)= | tensión última bruta |
| c | Cohesión no drenada |
| N'_c, N'_q y N'_γ | Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi para falla de corte general se obtienen del ángulo de fricción interna (Φ). Para el caso de $\Phi = 0^\circ$; el valor de $N_c = 5,7$; $N_q = 1$; $N_\gamma = 0$ |
| d_c | Influencia de la profundidad de la cimentación. No se considera por la presencia de grietas de retracción en suelos arcillosos que alcanzan la profundidad del cimiento. |
| S_c | Influencia de la forma de la cimentación. = $1 + 0,2 \cdot B/L = 1,2$ para base cuadrada o platea |
| γ | peso unitario natural del suelo en la capa considerada |
| γ_{sat} | Peso unitario saturado |
| γ' | Peso unitario sumergido = $\gamma_{saturado} - 1 \text{ t/m}^3$ |
| B, L | Dimensión de la losa o de la zapata, donde $L > B$ |
| D_f | Profundidad de la cimentación |
| $q = D_f \cdot \gamma''$ | sobrecarga debido al suelo en plano cimentación, |
| Influencia de la capa freática γ'' | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Caso 1. En el caso que el nivel freático se halle profundo y a más de una profundidad igual al ancho de la cimentación. No hay modificación en el peso unitario y se usa el valor de $\gamma'' = \gamma$ en la fórmula del cálculo de la tensión.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Caso 2: En el caso de que el nivel freático se encuentra entre el plano de cimentación y una profundidad no mayor que una vez el ancho de la fundación se utiliza γ'' el siguiente valor en el tercer termino de la ecuación de la tensión: $\gamma'' = \gamma' = \text{peso unitario sumergido} = \gamma_{saturado} - 1 \text{ t/m}^3$</p> </div> </div> |
| Φ | Ángulo de fricción interna, obtenido en laboratorio y en grados |
| f_s | Factor de seguridad = 3 |
| $q_{u \text{ adm (bruta)}}$ | tensión admisible bruta |
| Capacidad de carga | $q_{u \text{ adm}} \times \text{área de la superficie de apoyo}$ |

| PILOTE | |
|--|--|
| q_p (bruta) | Tensión de punta (Meyerhof) = $q_p = c \cdot N_{c \cdot Sc} \cdot d_c + q \cdot N_{q \cdot Sq}$. $d_q = c \cdot N'_c + q \cdot N'_q$ -Formula de Terzaghi : ($q_p = c \cdot N_{c \cdot 1,3} + q \cdot N_{q \cdot 0,5} \cdot \chi \cdot B \cdot N_{\chi \cdot 0,6}$). -Tensión última de punta (t/m ²) a corto plazo en arcillas saturadas = 9.c + q (Skempton 1951 y Fleming 1970). En este caso q equivale prácticamente al peso del pilote y por ello se desprecia. |
| q_f Tensión por fuste o resistencia friccional | Se calcula como la suma; $q_f = \alpha \cdot C_u + K_0 \cdot q \cdot \tan(\delta)$ para cada capa que se considera. El primer término corresponde al "Método Alfa" de Tomlinson (1957) y Peck (1958) donde la resistencia media movilizada del fuste es igual a αC_u , donde α es un factor empírico de la adherencia (figura 2) y C es la cohesión. La adherencia tiene un valor dependiente de la cohesión (Terzaghi, Peck y Mesri, 1996) y del tipo de estratigrafía (Tomlinson 1981). El segundo término de la ecuación es el "Método Beta" de Bowles (1988) y Burland (1973,) donde la resistencia media movilizada del fuste es igual a $K_0 \cdot \tan(\delta) \cdot q$, donde K_0 es el coeficiente de empuje de tierra horizontal en reposo; δ : ángulo de fricción entre el suelo y el pilote (drenado) y q la tensión efectiva a la mitad de la capa que se considera. Para arcilla, perforado y colado in situ: 70% del valor de q _f hincado |
| q_{p adm} (bruta) | tensión admisible de punta = q_p / f_s |
| q_{f adm} | tensión admisible de fuste = q_f / f_s |
| Capacidad de carga por punta | $Q_{p adm} = q_{p adm} \times \text{área de la superficie de apoyo}$ |
| Capacidad de carga por fuste | $Q_{f adm} = q_{f adm} \times \text{perímetro} \times L$ $q_f / f_s = q_{f adm} = \text{perímetro} \cdot (\sum L (\alpha \cdot C_u + K_0 \cdot q \cdot \tan \delta))$ |
| f_s | Factor de seguridad |
| q= D. γ | sobrecarga debido al suelo en el nivel de punta de pilote, surge de $q_1 = \sum \gamma_1 \cdot Z_1$, donde Z1 corresponde al espesor de la capa con peso unitario γ_1 o al peso sumergido si está por debajo de la capa freática. |
| D o L | Profundidad del pilote para el caso de Terzaghi (m). Al valor de L se le resta los primeros 1,5 m y los 0,4 m finales porque no contribuyen a la resistencia de fuste por efectos de cambio de humedad, perturbaciones durante la etapa constructiva |
| χ | peso unitario natural del suelo en la capa considerada (t/m ³). |
| χ_{sat} | peso unitario saturado del suelo en la capa considerada (t/m ³). |
| χ' = χ_{sat}-1 | Peso sumergido (t/m ³). |
| B | diámetro del pilote (m). |
| N'_c, N'_q | Factores de capacidad de carga para pilote. |
| C | Cohesión, obtenida en laboratorio (t/m ²) |
| θ | Angulo de fricción interna, obtenido en laboratorio y en grados |
| L_b | Longitud de empotramiento del pilote en suelo duro |

Tabla 2. Resultados de la capacidad portante para platea

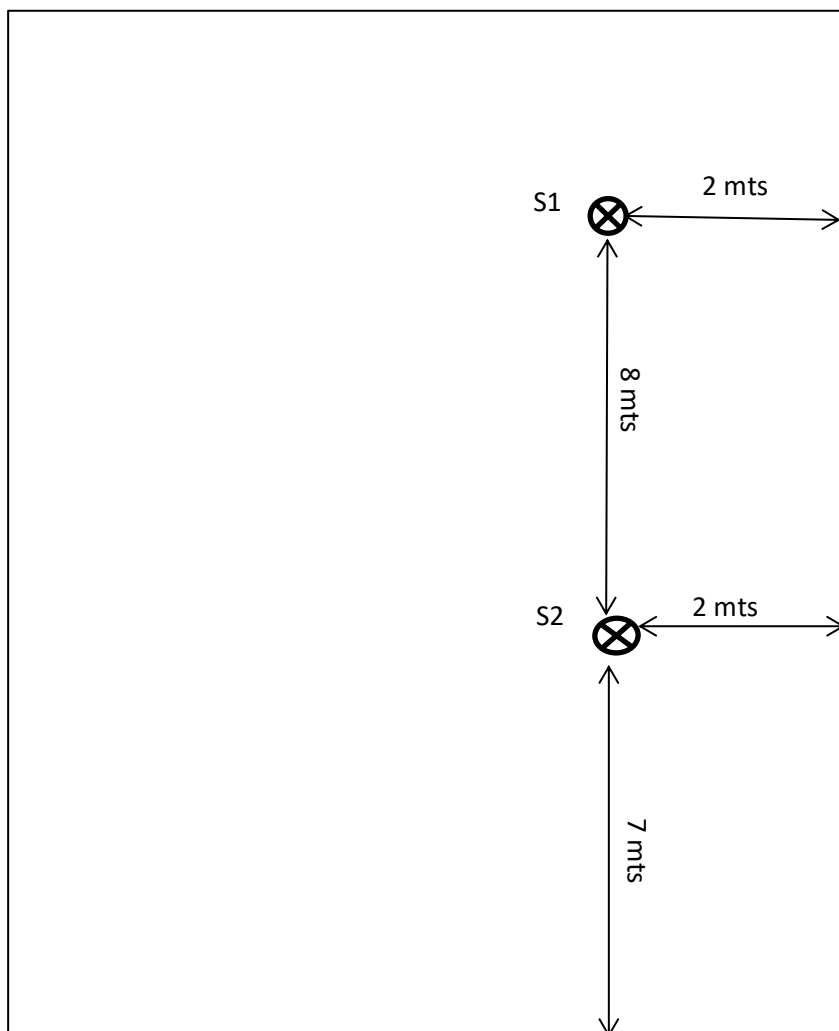
| Profundidad de cimentación | m | Según Terzaghi, falla por corte local platea enterrada con bases de 1 x1 m (figura 2, izquierda) | Según Terzaghi, falla por corte local platea tipo cajón 10 m x 10 m (figura 2, derecha) |
|---------------------------------------|------------------|--|--|
| | | 0.50 | 3.50 |
| Peso unitario natural (γ) | t/m ³ | 1.795 | 1.795 |
| Peso saturado (γ_{sat}) | t/m ³ | 1.795 | 1.795 |
| Peso sumergido= ($\gamma_{sat}-1$) | t/m ³ | 0.795 | 0.795 |
| Angulo de fricción interna (Φ) | ° | 20.00 | 20.00 |
| Cohesión (c) | t/m ² | 6.80 | 6.80 |
| N_c | | 11.85 | 11.85 |
| q | t/m ² | 0.40 | 2.78 |
| N_q | | 3.88 | 3.88 |
| N_γ | | 1.12 | 1.12 |
| B (m) | | 1.00 | 10.00 |
| q_u | t/m ² | 71.73 | 84.19 |
| f_s | | 3.00 | 3.00 |
| q_u adm | t/m ² | 24.1 | 29.9 |

ANEXO 1 – PRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS

| SONDEO 1 | | Nivel de Agua (mts): 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|---------------------------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|-------------------------|------------------------------|----------------------|--|-------------------------|-------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|-------|
| Muestras | Profundidad | Propiedades Físicas | | | | Densidad | | | Clasificación Unificada | Resistencia a la Penetración | | Ensayos Triaxiales Escalonados Rápidos | | | Descripción | | Observaciones (T) | |
| | | Granulometría (%) pasa | LL (%) | LP (%) | IP (%) | W (%) | PUS (γd) | PUH (γh) | | PUH (γh) Sat | Número de Golpes (N) | cm | T (kg/cm ²) | φu (Grados) | Cu (kg/cm ²) | Perfil Estratigráfico | | Color |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,55 a 1,00 | 96.1 | 43% | 26% | 17% | 33% | | | CL | 4 | 0.7 | | | AL | C | | | |
| 2 | 1,55 a 2,00 | 98.9 | 49% | 27% | 22% | 31% | | | CL | 5 | 1.3 | | | AL | C | | | |
| 3 | 2,55 a 3,00 | 93.4 | 44% | 26% | 18% | 23% | | | CL | 13 | 2.6 | | | AL | C | Calcareos | | |
| 4 | 3,55 a 4,00 | 84.5 | 37% | 27% | 10% | 23% | 1.459 | 1.795 | ML | 22 | 3.01 | 20° | 0.68 | L | C | Calcareos | | |
| 5 | 4,55 a 5,00 | 81.3 | 37% | 27% | 10% | 24% | | | ML | 30 | 3 | | | L | C | Calcareos | | |
| 6 | 5,55 a 6,00 | 80.6 | 34% | 26% | 8% | 22% | | | ML | 30 | 0.15 | 3 | | L | C | Calcareos y Fisuras | | |
| 7 | 6,55 a 7,00 | 76.1 | 35% | 27% | 8% | 22% | 1.493 | 1.82 | ML | 30 | 0.15 | 3.97 | 25° | 0.83 | L | C | Calcareos | |
| 8 | 7,55 a 8,00 | 76.1 | 33% | 26% | 7% | 28% | | | ML | 30 | 0.05 | | | L | C | Calcareos | | |
| 9 | 8,55 a 9,00 | 76.1 | 35% | 27% | 8% | 24% | | | ML | 30 | 0.3 | 3.5 | | L | C | Calcareos | | |
| 10 | 9,55 a 10,00 | 82 | 34% | 26% | 8% | 27% | | | ML | 17 | 2.2 | | | L | C | | | |
| 11 | 10,55 a 11,00 | 78 | 35% | 27% | 8% | 23% | | | ML | 30 | 3.5 | | | L | C | Calcareos | | |
| 12 | 11,55 a 12,00 | 80.9 | 35% | 26% | 9% | 22% | | | ML | 18 | 2.5 | | | L | C | | | |
| 13 | 12,55 a 13,00 | 80.9 | 35% | 26% | 9% | 23% | | | ML | 20 | 2.5 | | | L | C | Fisuras | | |
| 14 | 13,55 a 14,00 | 87.3 | 41% | 27% | 14% | 24% | | | ML | 30 | 3 | | | LA | C | | | |
| 15 | 14,55 a 15,00 | 81.8 | 36% | 27% | 9% | 27% | | | ML | 30 | 0.15 | | | L | C | Alterada | | |

| SONDEO 2 | | Nivel de Agua (mts): 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|---------------------------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|-------------------------|------------------------------|----------------------|--|------------|-------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| Muestras / Profundidad | Profundidad | Propiedades Físicas | | | | Densidad | | | Clasificación Unificada | Resistencia a la Penetración | | Ensayos Triaxiales Escalonados Rápidos | | | Descripción | | Observaciones (T) |
| | | Granulometría (%) pasa | LL (%) | LP (%) | IP (%) | W (%) | PUS (yd) | PUH (yh) | | PUH (yh) Sat | Número de Golpes (N) | cm | T (kg/cm2) | φu (Grados) | Cu (kg/cm2) | Perfil Estratigráfico | |
| 1 | 0,55 a 1,00 | 98 | 47% | 25% | 22% | 29% | | | | 4 | 1.15 | | | | AL | CO | |
| 2 | 1,55 a 2,00 | 99.8 | 52% | 27% | 25% | 32% | | | | 5 | 1.5 | | | | A | CO | |
| 3 | 2,55 a 3,00 | 97.6 | 45% | 26% | 19% | 24% | | | | 6 | 1.8 | | | | AL | C | |
| 4 | 3,55 a 4,00 | 90.4 | 39% | 27% | 12% | 23% | | | | 26 | 3 | | | | LA | C | Calcareos |
| 5 | 4,55 a 5,00 | 87.1 | 38% | 27% | 11% | 23% | 1.454 | 1.788 | | 30 | 3.05 | 21° | 0.8 | | LA | C | Calcareos |
| 6 | 5,55 a 6,00 | 80 | 35% | 27% | 8% | 25% | | | | 30 | 0.05 | | | | L | C | Calcareos |
| 7 | 6,55 a 7,00 | 80 | 34% | 26% | 8% | 22% | | | | 35 | 3.5 | | | | L | C | Calcareos |
| 8 | 7,55 a 8,00 | 80 | 35% | 25% | 9% | 22% | 1.47 | 1.788 | | 32 | 3.42 | 20° | 0.85 | | L | C | Calcareos |
| 9 | 8,55 a 9,00 | 80 | 35% | 26% | 9% | 23% | | | | 30 | 0.15 | 3 | | | L | C | Calcareos |
| 10 | 9,55 a 10,00 | 80 | 33% | 25% | 8% | 28% | | | | 30 | 0.05 | | | | L | C | Calcareos Alterada |
| 11 | 10,55 a 11,00 | 80 | 34% | 26% | 8% | 26% | | | | 19 | | | | | L | C | Alterada |
| 12 | 11,55 a 12,00 | 80 | 34% | 26% | 8% | 24% | | | | 22 | 2.5 | | | | L | C | |
| 13 | 12,55 a 13,00 | 80 | 35% | 27% | 8% | 24% | | | | 31 | 3 | | | | L | C | Calcareos |
| 14 | 13,55 a 14,00 | 80 | 35% | 27% | 8% | 24% | | | | 34 | 3 | | | | L | C | Calcareos |
| 15 | 14,55 a 15,00 | 74.1 | 34% | 26% | 7% | 26% | | | | 30 | 0.05 | | | | L | C | Calcareos |

ANEXO 2 – CROQUIS DE UBICACIÓN DE SONDEOS



| | |
|--|--|
| Clasif. Unif. : Clasificación Sistema Unificado de Casagrande. | T200 : porcentaje en peso de la muestra que pasa el tamiz 200 |
| HN (W) : humedad natural | T100 : ídem para el tamiz 100 |
| LL : límite líquido | T40 : ídem para el tamiz 40 |
| LP : límite plástico | Cu : cohesión (rápida no drenada) |
| IP : índice de plasticidad | φu (Phi) : ángulo de fricción interno (rápida no drenada) |
| PUH (γ) : peso unitario húmedo | PUS (γd) : peso unitario seco |
| SO : Suelo Orgánico A : Arcilla L : Limo AL : Arcilla Limosa ARE : Arena o arenoso AREL : Arena Limosa AREA : Arena Arcillosa LARE : Limo Arenoso LA : Limo Arcilloso | C : Castaño CV : Castaño Verdoso CO : Castaño Oscuro CG : Castaño Grisáceo G : Gris o Grisáceo GV : Gris Verdoso GO : Gris Oscuro N : Negro o negruzco |