

INFORME DE MECANICA DE SUELOS

LOTE 18-A1, 18-A2 y 19-A1b

Emitido para Proyecto Desarrollo y Gestión

Revisión 1
julio de 2022

1. ALCANCE

El presente Informe de Mecánica de Suelos fue realizado por VMB Ingeniería Estructural Ltda. a petición de Proyecta Desarrollo y Gestión.

Esta empresa proyecta la construcción de cuatro torres de 19 pisos más piso retirado y mecánico y entre 6 y 11 subterráneos, en el terreno ubicado en Av. Presidente Riesco N° 5885, N° 5901, N° 6007 / Cerro el Plomo N° 5900 / Urano N° 605, comuna de Las Condes, de acuerdo al siguiente detalle:

- T1: 19 Pisos + Piso Retirado + Piso Azotea y 6 subterráneos
- T2: 19 Pisos + Piso Mecánico y 11 Subterráneos
- T3: 19 Pisos + Piso Retirado + Piso Azotea y 11 Subterráneos
- T4: 19 Pisos + Piso Retirado + Piso Mecánico y 11 Subterráneos
- Zona monumento histórico: hasta dos pisos sin subterráneo

El presente estudio presenta las recomendaciones de diseño para el suelo de fundación de dicho proyecto.

Se entregan los parámetros del suelo de fundación, necesarios para el diseño de las estructuras de fundación. Se entregan además las recomendaciones para el diseño de las fundaciones, muros perimetrales, pavimentos o radieres, sistema de drenaje, sistema de entibación y excavación.



Figura 1 Terreno

2. ANTECEDENTES

- Visitas al terreno realizadas por ingenieros de VMB;
- Proyecto de arquitectura;
- Estudios geotécnicos realizados en la zona;
- Suelo de fundación del gran Santiago; Gloria Velenzuela B. Santiago : Instituto de Investigaciones Geológicas, 1978
- Antecedentes geológicos sobre el suelo de fundación del Gran Santiago;
- Calicatas mediante profundización de pilas del lote 19-A1b
- Informe de laboratorio N° 9833-0-21 de One Geotecnia
- Informe de pozo de infiltración de Cruzat ingeniería

3. CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE FUNDACION

3.1. Antecedentes del suelo de fundación

Según los antecedentes geológicos disponibles, esta unidad de suelo conocida como "grava de Santiago", presenta espesores mayores de 200 m, y corresponde a materiales granulares compactos, con densidades bastante altas, de excelente gradación granulométrica y trabazón mecánica, con partículas duras, subredondeadas a redondeadas y bolones de tamaño máximo 10" a 12" en un 20% aprox. La humedad del terreno es media a alta.

Según antecedentes geológicos del suelo de fundación del Gran Santiago, el nivel de la napa freática o acuífero fundamental en este sector, se ubica en general a profundidades por debajo de los 40 metros de profundidad.

3.2. Exploración geotécnica

De acuerdo a la exploración realizada, el subsuelo de fundación del área investigada, se encuentra conformado predominantemente por estratos de grava que comienzan a aprox. 1.5 metro de profundidad, correspondientes a depositaciones fluviales y fluvio-glaciales del Río Mapocho.

Descripción estratigráfica

Horizonte	Profundidad (m)	Descripción
H-1	0.00 – 0.30	Tierra vegetal con raicillas.
H-2	0.03 – 0.80	Arcilla color café claro, baja plasticidad, humedad baja
H-3	0.80 – 45.00	Grava arcillosa de color café, humedad media, compacidad alta, de cantos redondeados y subredondeados de diámetro máximo 10”.

A las profundidades de excavación no se detecta presencia de napas de agua en la fecha de la exploración geotécnica (octubre 2021). El estudio de ella y su variabilidad está sin embargo fuera del alcance de este informe.

No obstante, se realizó un pozo profundo de 104m de profundidad medido desde el sello de la excavación masiva (SR=-20.5 c/r NNT). De acuerdo a lo informado en dicho informe la napa freática se encuentra ubicada a una profundidad de 120m con respecto al nivel natural de terreno, no encontrándose durante su ejecución la presencia de napas colgadas.

3.3. Parámetros del suelo de fundación

Para determinar los parámetros de diseño de resistencia al corte y de deformación del suelo de fundación, se ha considerado la práctica habitual y estudios anteriores en este tipo de suelo. La experiencia con pruebas de carga y asentamiento de edificios indica que este material se deforma muy poco al ser solicitado, tanto por cargas estáticas como dinámicas, por lo que se considera un material poco deformable.

Considerando que el edificio se deberá fundar en el estrato existente a aprox. entre 22m y 37m de profundidad, en el estrato conocido como 1ª depositación, se entregan solo los parámetros de este último estrato. Los parámetros de diseño para el presente análisis de fundaciones se han estimado en los siguientes:

$\phi = 45^\circ$	ángulo de fricción interna
$\gamma = 2.3 \text{ t/m}^3$	peso unitario natural
$c = 2.5 \text{ t/m}^2$	cohesión
$E = 6770 \text{ z}^{1/2} \text{ t/m}^2$	módulo de Young
$\nu = 0.25$	razón de Poisson

Estas propiedades mecánicas están avaladas por diversos estudios, como “Mechanical Properties of the Gravel of Santiago”, de Ortigosa, Musante y Kort, y estudio de la grava de Santiago, propiedades resistentes y de deformación para la extensión de la línea 1 de Metro, de Musante y Kort.

4. CLASIFICACION SÍSMICA DEL SUELO DE FUNDACION

Según tabla 4.1 de la Norma Chilena NCh 433 de Diseño Sísmico de Edificios, este suelo se encuentra emplazado en la zona sísmica 2.

Según el DS N°61 y de acuerdo a la descripción estratigráfica, el suelo de fundación clasifica como suelo tipo B.

5. RECOMENDACIONES DE DISEÑO

5.1. Fundaciones

Los niveles de fundación considerados en el proyecto indican aproximadamente entre 22 y 37 metros de profundidad para las torres y 1.5m de profundidad en la zona del monumento histórico.

Las fundaciones se deberán apoyar sobre la grava arenosa o grava areno-limosa, de compacidad alta a muy alta, correspondiente a la depositación fluvial. En caso de existir un lente de distintas características bajo el sello de fundación se deberá retirar hasta encontrar la grava y reemplazar con hormigón pobre.

De acuerdo al tipo de suelo esperado, el sistema de fundación recomendado corresponde a zapatas corridas para muros y zapatas aisladas para pilares.

5.1.1. Tensiones Admisibles

Para el diseño y cálculo de las fundaciones se recomienda limitar las presiones de trabajo a nivel de sello de fundación, a los siguientes valores de tensiones máximas admisibles del suelo:

Torres:

- Tensiones admisibles para cargas estáticas = 12.0 Kg/cm²;
- Tensiones admisibles para cargas sísmicas = 15.0 Kg/cm².

Monumento histórico:

- Tensiones admisibles para cargas estáticas = 5 Kg/cm²;
- Tensiones admisibles para cargas sísmicas = 7.5 Kg/cm².

5.1.2. Asentamientos

Los asentamientos en este tipo de suelos son instantáneos, es decir tienen lugar casi inmediatamente después de ser sometidos a la carga de fundación, como resultado de la deformación elástica del suelo.

Los asentamientos esperados para las cargas máximas de trabajo impuestas, serán en cualquier caso inferiores a 1 cm.

5.1.3. Coeficiente de Balasto

Para análisis estructural, se debe considerar a nivel de sello de fundación el siguiente coeficiente de balasto (K_s):

- K_s estático = 15 Kg/cm³
- K_s sísmico = 30 Kg/cm³

5.1.4. Excepciones

La profundidad de excavación prevista para la ejecución de los subterráneos puede alcanzar lentes de suelo fino limo arenoso. En este caso, deben ser retirados y reemplazarlos por relleno de hormigón pobre.

5.1.5. Controles

Las fundaciones del edificio se apoyarán en forma directa sobre horizonte de grava arenosa o areno-limosa, homogénea, en su condición de suelo natural compacto, inalterado y no removido.

Por ningún motivo se aceptará fundar cimientos sobre relleno artificial, capa vegetal, lentes de arena suelta, suelo removido o alterado por sobresaturación de aguas lluvias o filtraciones de otras fuentes.

Los sellos de excavación deberán presentarse a la respectiva inspección y recepción de fundaciones, nivelados, compactos, libres de todo material suelto, barro, materia orgánica, basura, derrumbes u otros elementos extraños a su condición natural.

Los sellos de fundación deberán estar limpios y nivelados horizontalmente, antes de colocar el emplantillado u hormigón de fundaciones.

Todas las excavaciones para fundaciones serán inspeccionadas y recibidas en forma rigurosa por un Ingeniero de VMB, quién confirmará en terreno que se cumplan las condiciones establecidas en este informe y quién podrá solicitar una mayor profundización del sello si las condiciones del terreno así lo requieren.

Las profundidades finales de fundación serán las que condicione el proyecto, a la vez serán las que determine las condiciones locales del suelo, después de realizada la correspondiente inspección y recepción de sellos de fundación por parte de VMB.

5.2. Muros Subterráneos

Se entregan a continuación las expresiones para la determinación de empujes de los muros subterráneos para los casos estático y sísmico.

5.2.1. Empuje estático

El esfuerzo lateral (p_e) que transmite el suelo retenido al muro, en el caso estático, crece linealmente con la profundidad y se puede determinar de acuerdo a la siguiente expresión:

- $p_e = k_o (2.2z + s_c) \text{ (t/m}^2\text{)}$

donde:

p_e = presión estática horizontal sobre muro vertical (t/m^2)

k_o = coeficiente de empuje lateral, condición en reposo ($k_o=0.30$)

z = profundidad del punto considerado, referido al nivel de la superficie del terreno (m).

s_c = sobrecarga vertical uniformemente repartida a nivel de superficie (t/m^2)

5.2.2. Empuje sísmico

Para el caso sísmico, a la distribución de esfuerzos anterior, en condición estática, deberá adicionarse un incremento sísmico (p_s), con distribución lineal, constante con la profundidad, de acuerdo a la siguiente expresión:

- $p_s = 0.1 H \text{ (t/m}^2\text{)}$

donde:

p_s = presión sísmica sobre muro vertical (t/m^2)

H = altura total enterrada del muro, medida desde la superficie del terreno (m)

5.3. Pavimentos o Radieres

Considerando que los pavimentos o radieres quedaran apoyados sobre un estrato de grava natural muy compacto, para el diseño de éstos se deberá considerar conservadoramente para el suelo de fundación un CBR de 40% .

5.4. Sistema de Drenaje

Se deberá descartar la existencia de lentes de suelo fino que afecten la permeabilidad del terreno durante la exploración geotécnica.

Se podrá considerar preliminarmente una infiltración promedio de 100mm/hora. Este valor debe ser validado mediante ensayos de infiltración Porchet en el terreno al llegar al sello de la excavación masiva. Sin embargo, dada la profundidad de los subterráneos, se recomienda utilizar pozo y no drenes a nivel de radier de subterráneos.

6. RECOMENDACIONES GENERALES

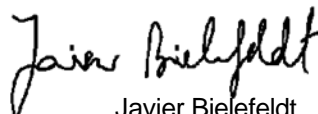
Las excavaciones que darán cabida a las fundaciones del edificio, se harán de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos de fundaciones emitidos por VMB, respetando los niveles de apoyo en ellos indicados. Al efectuar las excavaciones se deberá tener especial cuidado de no remover el sello. Las excavaciones masivas realizadas con máquinas, deberán detenerse por lo menos 30 cm. antes de alcanzar el sello para proseguir la excavación con herramientas manuales, hasta alcanzar el nivel de subrasante del último subterráneo.

Los sellos de excavación deben presentarse a la respectiva inspección y recepción, nivelados, compactos, libres de todo material suelto, barro, materia orgánica, basura, derrumbes u otros elementos extraños a su condición natural. Los sellos de fundación deberán estar limpios y nivelados horizontalmente, antes de colocar el emplantillado u hormigón de fundaciones.

No se aceptará fundar cimientos sobre relleno artificial, capa vegetal, lentes de arena suelta, suelo removido o alterado por sobresaturación de aguas lluvias o filtraciones de otras fuentes.

Las fundaciones del edificio se apoyarán directamente sobre la grava arcillosa compacta.

Todas las excavaciones para fundaciones serán inspeccionadas y recibidas en forma rigurosa por un Ingeniero de VMB, quién confirmará en terreno que se cumplan las condiciones establecidas en este informe y quién podrá solicitar una mayor profundización del sello si las condiciones del terreno así lo requieren.



Javier Bielefeldt
Ingeniero Civil
VMB Ingeniería Estructural

Anexos



Figura 2 Ubicación calicatas

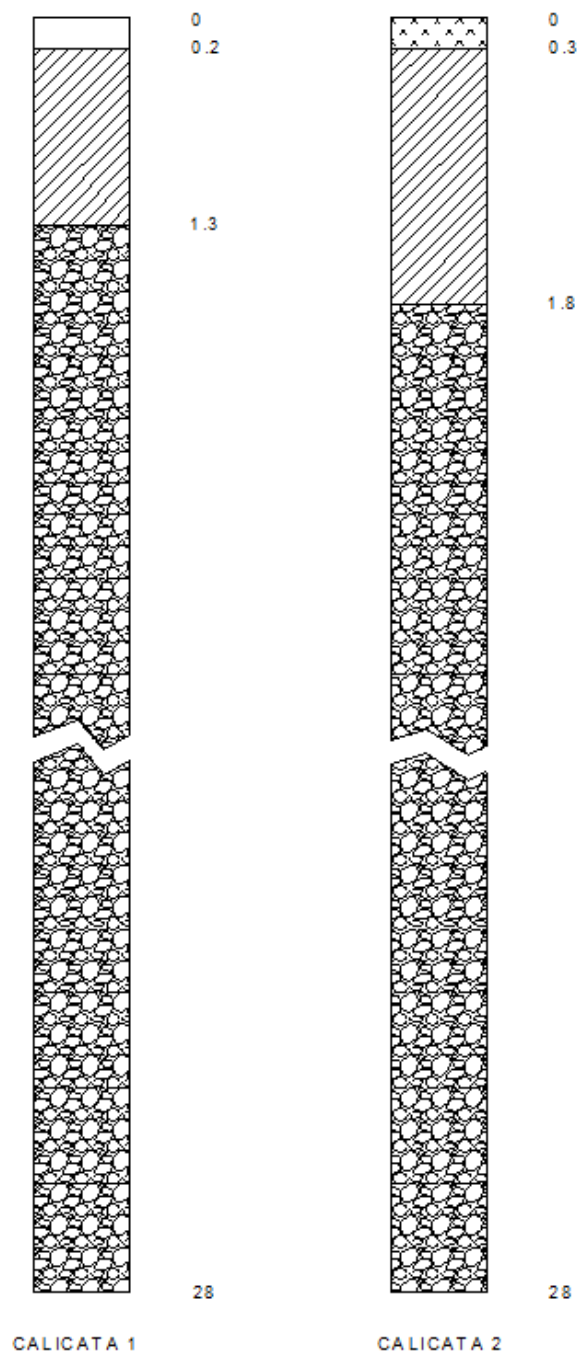


Figura 3 Estratigrafía calicatas