



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**VIVIENDAS CON PROBLEMAS DE ASENTAMIENTOS**

**CONDOMINIO VILLA GALILEA C2**

**LOS ANGELES**

*D. Vukasovic*  
*344532*

Santiago, Mayo de 2010.



## ÍNDICE

CONTENIDO	pgs.
<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1 Objetivo y alcance del estudio	2
1.2 Características del proyecto	2
1.3 Marco de referencia	3
<b>2. Antecedentes de mecánica de suelos</b>	<b>4</b>
2.1 Exploración Geotécnica de Suelos	4
2.2 Caracterización y trabajabilidad del subsuelo	5
2.3 Modelo Estratigráfico	5
2.4 Situación de la napa freática	7
<b>3. Propiedades de diseño.</b>	<b>8</b>
3.1 Parámetros geotécnicos de diseño	8
3.2 Capacidad de soporte y constante de balasto	8
3.3 Clasificación sísmica del suelo	8
<b>4 Conclusiones del estudio de mecánica de suelos</b>	<b>9</b>
4.1 Asentamiento y levante de Radieres y Jardines	9
4.2. Asentamiento de fundaciones	9
4.3 Potencial de Licuefacción del Terreno	9
4.4 Calidad de los Suelos presentes en el terreno	10
<b>5.- Recomendaciones de Reparación</b>	<b>11</b>
5.1 Reparación de viviendas con problemas de Asentamiento	11
5.2 Reconstrucción de Viviendas	12
5.3 Reparación de Radieres y pavimentos	13
<b>6. Especificaciones Técnicas</b>	<b>14</b>
6.1 Construcción de Pilas bajo fundaciones existentes	14
6.2 Especificaciones técnicas para rellenos	15
<b>Anexo N°I: Estratigrafía</b>	<b>18</b>



## **1 Introducción.**

### **1.1 Descripción del Problema y Alcances del estudio**

El presente informe contiene los resultados y conclusiones del Estudio de Mecánica de Suelos solicitado a Ruz & Vukasovic Ingenieros Asociados Ltda., por Inmobiliaria Galilea S.A. de acuerdo con los requerimientos de evaluación de la calidad del subsuelo donde se emplaza actualmente el condominio denominado "Villa Galilea Los Angeles", ubicado en la VIII Región.

La Villa Galilea se ubica en la Comuna de Los Ángeles y corresponden a viviendas de uno y dos pisos, pareadas y donde en su mayoría ampliadas por los mismos vecinos. Están estructuradas en Albañilería.

Con el sismo del 27 de Febrero de 2010, aproximadamente 25 de estas viviendas tuvieron problemas debido a que colapsó el muro cortafuego divisorio a nivel de segundo piso. Algunos radieres interiores han experimentado asentamientos o levantes y se han registrado fisuras y agrietamiento en algunos muros.

Debido a los problemas generados con el sismo del 27 de Febrero fue contratado por Inmobiliaria Galilea S.A a Ruz y Vukasovic Ingenieros Asociados un estudio de mecánica de suelos con el objetivo de establecer las causas geotécnicas que pudieron explicar las fallas y cuantificar las propiedades geomecánicas del suelo de fundación, tales como capacidad de soporte, constantes de reacción, clasificación sísmica y trabajabilidad del terreno. Además, y partir de los parámetros obtenidos, elaborar recomendaciones para definir las medidas a tomar respecto a los daños provocados por el terremoto y, en caso de diseñar nuevas obras, dar a conocer los antecedentes necesarios para el apoyo de las estructuras.



### 1.3 Marco de referencia

El estudio se realiza sobre la base de los antecedentes:

- a) Presupuesto del Estudio, elaborado por Ruz y Vukasovic Ingenieros Asociados, debidamente aceptado por el cliente. En él se definen los alcances y características del estudio y su respectivo Informe de Mecánica de Suelos.
- b) Visita a Terreno realizada por el Ingeniero Civil de esta Oficina, y Magíster en Geotécnia, Sr. Eduardo Errázuriz Amenábar el día 12 de Abril de 2010.
- c) Visitas a terreno y exploración geotécnica a cargo del Señor Raúl Arancibia en representación de esta oficina, el día 15 de Abril del año 2010.
- d) Antecedentes del proyecto proporcionados por el cliente.
- e) Otros estudios geotécnicos realizados en el sector.



## 2 Antecedentes de mecánica de suelos

### 2.1 Exploración Geotécnica de Suelos

Para la exploración Geotécnica y evaluación del suelo de fundación se definió la excavación de 8 calicatas de profundidad variable, ubicadas en las viviendas que han experimentado los mayores problemas. La ubicación de estas calicatas es la siguiente:

- Pasaje San Ernesto N°0343 y 0347, Lotes 13 y 14 - Viviendas con problema de colapso de muro cortafuego y levante/asentamiento de radieres interiores.

Calicata N°4 – Patio de casa N°0343.

Calicata N°6 – Interior Casa N°0347, en radier.

Calicata N°8 – Apegada a Fundación de vivienda N°0347 para determinar el sello de fundación.

- Pasaje Santa Isabel N°0354 y 0358, Lotes 21 y 22 - Viviendas con problema de colapso de muro cortafuego y levante/asentamiento de radieres interiores.

Calicata N°5 – Patio de casa N°0354.

Calicata N°7 – Interior Casa N°0358, en radier con problema de asentamiento o levante.

- Pasaje 6 – La Providencia N°344 y 348, Lotes 517 y 518 - Ambas viviendas demolidas.

Calicata N°1 – Patio de casa N°344.

Calicata N°2 – Patio de casa N°348.

- Pasaje 6 – La Providencia N°356 - Vivienda con Problemas de Asentamiento

Calicata N°3 – Apegada a Fundación de vivienda para determinar el suelo y sello de fundación.

Las calicatas fueron ejecutadas con retroexcavadora y manualmente, fueron inspeccionadas y muestreadas por personal de esta oficina, confeccionando el registro estratigráfico que se resume en la sección 2.3.

Dados los tipos de suelos encontrados y la naturaleza de las obras, se obtuvieron muestras perturbadas e inalteradas, las que fueron analizadas y seleccionadas para definir el programa de ensayos.



## 2.2 Caracterización y trabajabilidad del subsuelo

De acuerdo con la información recabada de los pozos de reconocimiento, el subsuelo está compuesto principalmente por rellenos arcillosos, contaminados en muchos casos, los que se encuentran apoyados sobre arcillas naturales blandas, típicas del sector, saturadas.

Las viviendas se encuentran apoyadas, en la mayoría de los casos sobre rellenos arcillosos o arcillas naturales de baja capacidad de soporte. No se han detectado mejoramientos de suelo de ningún tipo. No se han detectado arenas o materiales potencialmente licuables.

## 2.3 Modelo Estratigráfico

De acuerdo con la información obtenida de la exploración, el subsuelo presenta un perfil compuesto por **cuatro** unidades estratigráficas fundamentales, cuyas características y dimensiones se entregan a continuación.

### **UNIDAD U1: Rellenos compuestos por arcillas contaminadas con restos de ladrillos, plásticas y maderas, de consistencia blanda.**

Las profundidades entre las que se extiende este estrato se detallan en la tabla siguiente:

Calicata	1	2	3	4
Ubicación	Pasaje La Providencia 344 - patio	Pasaje La Providencia 348 - patio	Pasaje La Providencia 346 - Fundación	Pasaje San Ernesto 0343 - Patio
Desde (m)	0.00	0.00	0.00	0.00
Hasta (m)	2.20	1.90	0.70	2.10

Calicata	5	6	7	8
Ubicación	Pasaje Santa Isabel 0354 - Patio	Pasaje San Ernesto 0347 - Radier interior	Pasaje Santa Isabel 0358 - Radier interior	Pasaje San Ernesto 0347 - Fundación
Desde (m)	0.00	---	0.00	0.00
Hasta (m)	2.40	---	1.50	0.80

**UNIDAD U2: Rellenos arcillosos compactados de consistencia blanda a media y humedad alta.**

Las profundidades entre las que se extiende este estrato se detallan en la tabla siguiente:

Calicata	1	2	3	4
Ubicación	Pasaje La Providencia 344 - patio	Pasaje La Providencia 348 - patio	Pasaje La Providencia 346 - Fundación	Pasaje San Ernesto 0343 - Patio
Desde (m)	---	--	0.70	2.10
Hasta (m)	---	---	2.20	3.60

Calicata	5	6	7	8
Ubicación	Pasaje Santa Isabel 0354 - Patio	Pasaje San Ernesto 0347 - Radier interior	Pasaje Santa Isabel 0358 - Radier interior	Pasaje San Ernesto 0347 - Fundación
Desde (m)	2.40	0.00	---	0.80
Hasta (m)	3.50	2.50	---	1.00

**UNIDAD U3: Arcilla**, de plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.

Las profundidades entre las que se extiende este estrato se detallan en la tabla siguiente:

Calicata	1	2	3	4
Ubicación	Pasaje La Providencia 341 - patio	Pasaje La Providencia 348 - patio	Pasaje La Providencia 346 - Fundación	Pasaje San Ernesto 0343 - Patio
Desde (m)	2.20	1.90	2.20	3.60
Hasta (m)	2.50	3.50	3.00	3.80

Calicata	5	6	7	8
Ubicación	Pasaje Santa Isabel 0354 - Patio	Pasaje San Ernesto 0347 - Radier interior	Pasaje Santa Isabel 0358 - Radier interior	Pasaje San Ernesto 0347 - Fundación
Desde (m)	3.50	2.50	1.50	No detectado
Hasta (m)	3.70	2.60	2.00	No detectado



## 2.4 Situación de la napa freática

A la fecha de la exploración, 15 de Abril de 2010, la napa freática fue detectada a las siguientes profundidades:

Calicata	1	2	3	4	5	6	7	8
Profundidad (m)	2.50	2.40	---	2.70	---	2.60	1.00	---

Sólo se informa el nivel detectado a la fecha de exploración. Se desconocen su variación estacional y en el tiempo, ya que este tema escapa a la especialidad.



### 3. Propiedades de diseño.

#### 3.1 Parámetros geotécnicos de diseño

En la tabla siguiente se entregan los parámetros que describen el comportamiento general del suelo, deducidos de la exploración geotécnica. Se incluyen los valores para cada estrato en la siguiente tabla.

Concepto	Símbolo	Unidades	Unidad U2 Relleno Arcilloso Compactado	Unidad U3 Arcilla natural
Peso unitario húmedo	( $\gamma_h$ )	[Ton/m <sup>3</sup> ]	1,75	1,80
Cohesión	(c)	[Ton/m <sup>2</sup> ]	0,5	1,5
Ángulo de fricción interna	( $\angle \phi_n$ )	[°]	15	20
Tipo suelo según NCh 433 Of 96			III	

#### 3.2 Capacidad de soporte y constante de balasto.

La capacidad de soporte admisible,  $q_a$ , queda definida por el menor valor de aquellos obtenidos por consideraciones de resistencia y deformaciones (asentamientos) admisibles. De acuerdo con la exploración geotécnica o resultados de ensayos de laboratorio y la experiencia del consultor en los suelos del sector, se define los siguientes valores de diseño:

##### a) Zapatas apoyadas en relleno arcilloso compactado

Capacidad de soporte (kg/cm <sup>2</sup> )		Constante de balasto (kg/cm <sup>2</sup> )	
Estática	Sísmica	Estática	Sísmica
0.50	0.70	3.00	6.00

##### b) Zapatas apoyadas en arcilla natural

Capacidad de soporte (kg/cm <sup>2</sup> )		Constante de balasto (kg/cm <sup>2</sup> )	
Estática	Sísmica	Estática	Sísmica
0.80	1.12	4.00	8.00

#### 3.3 Clasificación sísmica del suelo

Para los efectos de aplicación de la Norma de Diseño Sísmico de Edificios, NCh 433 Of. 96, considerar que se trata de un suelo tipo III.



## 4 Conclusiones del estudio de mecánica de suelos

### 4.1 Asentamiento y levante de Radieres y Jardines

Las fallas de radieres y jardines producto del sismo del 27 de Febrero se deben a la mala calidad y compactación de los rellenos que se encuentran bajo radieres interiores y jardines; donde se ha demostrado con calicatas la presencia de suelos arcillosos de baja compactación, bajo peso y muy contaminados con restos de ladrillos, plásticos y maderas.

La naturaleza de estos rellenos y el sismo ha provocado:

- a) La compactación dinámica de estos suelos dada su baja compacidad y alto grado de contaminación.
- b) La presencia de napa freática pudo haber creado que la presión hidráulica de las napas producto del sismo haya removido completamente estos estratos y, probablemente, haya provocado socavaciones.

Ambas situaciones se reflejan en levante y/o hundimiento de radieres, con su correspondiente agrietamiento.

### 4.2 Asentamiento de fundaciones

Los asentamiento en las fundaciones visualizadas después del sismo del 27 de Febrero se justifican en todas aquellas viviendas que han sido apoyadas sobre rellenos arcillosos mal compactados y/o contaminados; donde el sismo y las napas existentes han provocado recompactaciones de estos estratos y, probablemente, socavaciones.

### 4.3 Potencial de Licuefacción del Terreno

El fenómeno de la licuación en suelos arenosos saturados; corresponde a un aumento de la presión de poros del suelo debido a un movimiento cíclico (o sismo), de magnitud tal, que se llega a anular la presión de poros del suelo y se anula completamente la resistencia al corte del mismo.

Los investigadores H.B Seed e I.M Idriss propusieron en 1981 un método para evaluar el potencial de licuación de arenas, basados en los índice de penetración estándar (SPT). Este método es aplicable para arenas limpias y para arenas limosas con hasta 35% de contenido de finos bajo malla #200.

Dada la composición de los suelos estudiados que corresponden a arcillas de plasticidad media a alta, se descarta completamente cualquier fenómeno de licuefacción; por lo menos, hasta las profundidades reconocidas.



#### 4.4 Calidad de los Suelos presentes en el terreno

Los suelos naturales presentes en el terreno corresponden a arcillas de consistencia media a blanda típicos de la zona de Los Ángeles. Corresponden a materiales de baja capacidad de soporte, pero suficientes para el apoyo de viviendas y otras estructuras, siempre que se respete las tensiones admisibles indicadas en el capítulo 3.2 de este informe.

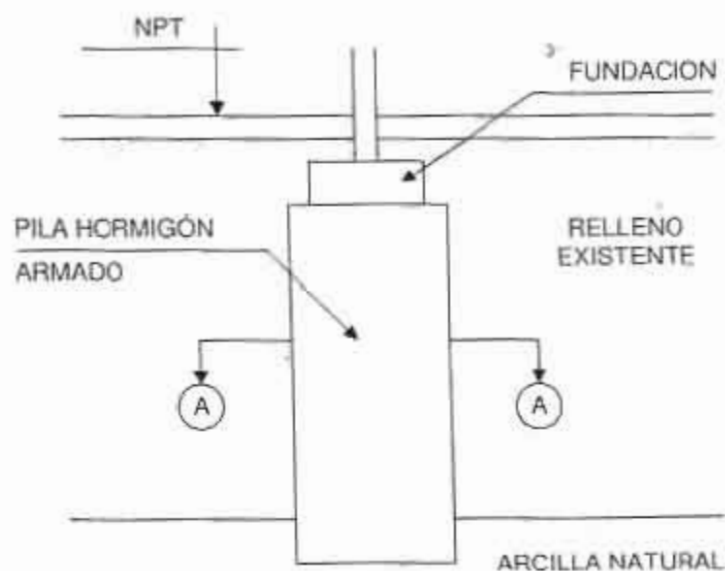


## 5. Recomendaciones de Reparación

### 5.1 Reparación de viviendas con problemas de Asentamiento de Fundaciones

Para la reparación de las viviendas con problemas de asentamiento de sus fundaciones (probablemente apoyadas en los estratos de rellenos contaminados o rellenos no compactos) se recomienda considerar la construcción de pilas de hormigón armado bajo sus fundaciones que permitan apoyar la vivienda en la arcilla natural y considerar un ganeo para volver a la horizontalidad el sello.

Se recomienda considerar pilas de 70\*60cm de sección y colocarlas cada 2.0 a 3.0m de distancia en los ejes que han sufrido problemas de asentamiento. Esto deberá ser ratificado por el ingeniero estructural de manera de no sobrepasar la tensión admisible indicada en el capítulo 3.2.



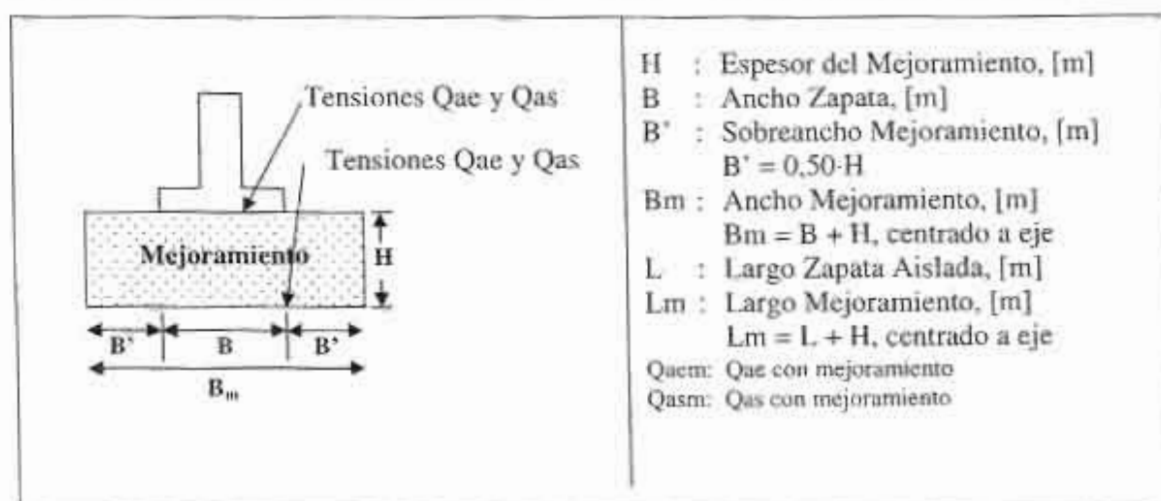
PILAS PARA APOYO DE FUNDACIONES

## 5.2 Reconstrucción de Viviendas

Las viviendas que fueron demolidas y requieren ser reconstruidas deberán apoyarse sobre la arcilla natural, para lo cual se recomienda el diseño de zapatas de altura tradicional y rellenar con hormigón pobre hasta el suelo de fundación.

En caso de requerir mayor capacidad de soporte se recomienda realizar un mejoramiento de suelos compuesto por material granular o arena compactada. El mejoramiento deberá apoyarse en la arcilla natural y su espesor deberá ser dimensionado de acuerdo a la formulación siguiente:

Geometría	Presión de Contacto Admisible Suelo Natural	Presión de Contacto Admisible Con Mejoramiento de Suelos
Zapatas Corridas	Caso Estático $Q_{adm} = 0.80 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$	Caso estático $Q_{aem} = Q_{ae} \cdot (H+B)/B$ (Máximo $2,00 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ )
	Caso Sísmico $Q_{adm} = 1.12 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ (ver *)	Caso Sísmico $Q_{asm} = Q_{aem} \cdot 1,12 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ (Máximo $2,80 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ )
Zapatas Aisladas	Caso Estático $Q_{adm} = 0.80 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ (ver *)	Caso estático $Q_{aem} = Q_{ae} \cdot (H+B) \cdot (H+L)/(B \cdot L)$ (Máximo $2,00 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ )
	Caso Sísmico $Q_{adm} = 1.12 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ (ver *)	Caso Sísmico $Q_{asm} = Q_{aem} \cdot 1,12 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ (Máximo $2,80 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$ )





Para el mejoramiento de suelos bajo fundaciones considerar la constante de balasto siguiente:

<b>Espesor Mejoramiento H [m]</b>	<b>Constante de Balasto Combinada Kb comb [Kg/cm<sup>3</sup>]</b>
0.25	6.80
0.50	9.40
0.75	11.10
1.00	12.20
1.25	12.90
1.50	13.40
1.75	13.70
2.00	14.00

- Para el caso sísmico multiplicar este valor por tres.
- Para estimar la constante de balasto al giro se debe multiplicar el valor estático por 2.5.

### 5.3 Reparación de Radieres y pavimentos

Para la reparación de radieres y pavimentos que han sufrido asentamientos y/o levante se deberá considerar a colocación de un relleno estructural, de al menos, 70cm de espesor compuesto por material granular del tipo estabilizado, integral de río o arena limpia; colocada en capas de 25cm de espesor compactada hasta el 90% del ensayo Próctor Modificado (caso de que el material tenga una cantidad de finos inferior al 12%) o el 75% de la densidad relativa (caso de que el material tenga mas del 12% de finos). Entre el relleno y el suelo natural se deberá disponer de un geotextil del tipo BIDIM OP15 o similar que permita la compactación de la primera capa de relleno.



## 6. Especificaciones Técnicas

### 6.1 Construcción de Pilas bajo fundaciones existentes

- 1.- Dada la existencia de napa freática se deberá realizar agotamiento de fondo a medida que avanza en profundidad la excavación de los pozos de ataque. El dimensionamiento del sistema de agotamiento deberá ser realizado por el contratista con las recomendaciones proporcionadas en el estudio Hidrogeológico de acuerdo a la potencia del acuífero.  
No obstante lo anterior se recomienda la ejecución de al menos 2 pozos de bombeo.
- 2.- Para la construcción de los pilotes, se deberán realizar excavaciones verticales, hasta una cota tal que el pilote penetre al menos 1.00m en suelo natural arcilloso, apto para fundar, de acuerdo a lo definido en el Informe de Mecánica de Suelos.
- 3.- La excavación se realizará en forma manual, con agotamiento, y con la entibación de las paredes mediante la colocación de dovelas o encamisados empleados para la ejecución de tuberías liner.
- 4.- **SE DEBE DAR CUMPLIMIENTO A TODAS LAS NORMAS CHILENAS DE SEGURIDAD EN EXCAVACIONES, Y EFECTUAR TODAS LAS ENTIBACIONES CORRESPONDIENTES.**



## 6.2 Especificaciones técnicas para rellenos

### 6.2.1 Rellenos Estructurales de mejoramiento de suelos bajo fundaciones

1. En la ejecución de mejoramiento de suelos bajo fundaciones podrá emplearse un material granular grueso, limpio, del tipo "estabilizado", cuya curva granulométrica deberá estar dentro del siguiente rango:

Criba o malla ASTM	%, en peso pasando
2"	100
1"	55-100
3/8"	40-70
Nº 4	35-65
Nº 10	20-50
Nº 40	10-30
Nº 200	0-15

También es posible utilizar material integral de río, limitado a un tamaño máximo de 2" o arena limpia, libre de sales solubles y contaminación.

El contenido de finos bajo la malla Nº 200 sea inferior a 10%.

**EL MATERIAL SELECCIONADO DEBERÁ SER APROBADO PREVIAMENTE POR EL SUSCRITO, Y DEBERÁ SER RESPALDADO CON ENSAYES DE PERTINENTES, EMITIDOS POR UN LABORATORIO COMPETENTE.**

Los ensayos mínimos a realizar deberán ser los siguientes:

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Clasificación de suelos
- Densidad de partículas sólidas
- Humedad natural
- Próctor modificado o Densidad Relativa.

2. El material deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor uniforme y deberá humedecerse homogéneamente hasta lograr el valor óptimo del ensayo Próctor Modificado (en caso de que el material que pasa la malla Nº 200 es mayor al 12%) o de la Densidad Relativa (en caso de que el material que pasa la malla Nº 200 sea menor al 12%), con una variación máxima de  $\pm 2\%$ . Luego el material será compactado hasta alcanzar una densidad no inferior al 95% de la D.M.C.S. del ensayo de Próctor Modificado, o hasta lograr una Densidad Relativa del 80%, según sea el caso.



3. El espesor de las capas será establecido de forma tal que pueda lograrse la densidad especificada en todo su espesor con el equipo de compactación que se utilizará, en todo caso éste no podrá ser superior a 25 cm.
4. El avance deberá ser parejo, de modo tal que no se produzcan desniveles superiores a 0.50m. entre sectores contiguos.
5. Si el tamaño de la excavación lo permite, se recomienda el uso de rodillo de 1500 kg. de peso estático o superior, En el caso que al momento de hacer las obras existan construcciones vecinas cercanas, se debe limitar la energía del rodillo ya que puede afectar a las construcciones vecinas y producir daños.
6. Cada capa deberá ser aprobada por la ITO y no podrá ser recubierta antes que se dé por aceptada la densidad.
7. Inicialmente, los controles de densidad se realizarán por lo menos cada 50m<sup>2</sup> por capa, comprobada la eficacia del operador y el procedimiento, podrán extenderse a 100m<sup>2</sup> por capa y, finalmente hasta 300m<sup>2</sup> por capa.
8. Los controles de densidades se deberán efectuar por un laboratorio especializado de reconocida calidad, que cuente con la aprobación previa de la ITO.

### 6.2.2 Rellenos Estructurales de relleno bajo radieres y pavimentos

1. En la ejecución de mejoramiento de suelos bajo radieres y pavimentos podrá emplearse un material granular grueso, limpio, del tipo "estabilizado", tamaño máximo 3".

También es posible utilizar material integral de río, limitado a un tamaño máximo de 3" o arena limpia, libre de sales solubles y contaminación. El contenido de finos bajo la malla N° 200 sea inferior a 10%.

2. El material deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor uniforme y deberá humedecerse homogéneamente hasta lograr el valor óptimo del ensayo Próctor Modificado (en caso de que el material que pasa la malla N° 200 es mayor al 12%) o de la Densidad Relativa (en caso de que el material que pasa la malla N° 200 sea menor al 12%), con una variación máxima de  $\pm 2\%$ . Luego el material será compactado hasta alcanzar una densidad no inferior al 90% de la D.M.C.S. del ensayo de Próctor Modificado, o hasta lograr una Densidad Relativa del 75%, según sea el caso.



3. El espesor de las capas será establecido de forma tal que pueda lograrse la densidad especificada en todo su espesor con el equipo de compactación que se utilizará, en todo caso éste no podrá ser superior a 25 cm.
4. El avance deberá ser parejo, de modo tal que no se produzcan desniveles superiores a 0.50m. entre sectores contiguos.
5. Si el tamaño de la excavación lo permite, se recomienda el uso de rodillo de 1500 kg. de peso estático o superior, En el caso que al momento de hacer las obras existan construcciones vecinas cercanas, se debe limitar la energía del rodillo ya que puede afectar a las construcciones vecinas y producir daños.
6. Cada capa deberá ser aprobada por la ITO y no podrá ser recubierta antes que se dé por aceptada la densidad.
7. Inicialmente, los controles de densidad se realizarán por lo menos cada 100m<sup>2</sup> por capa, comprobada la eficacia del operador y el procedimiento, podrán extenderse a 200m<sup>2</sup> por capa y, finalmente hasta 400m<sup>2</sup> por capa.
8. Los controles de densidades se deberán efectuar por un laboratorio especializado de reconocida calidad, que cuente con la aprobación previa de la ITO.

MRJ/eca

**Manuel Ruz Jonquera**  
**Ingeniero Civil**



## Anexo N° 1: Estratigrafía

### CALICATA C1

Pasaje 6 – La Providencia N°344 - Patio de casa

Profundidad, (m)		Tipo de suelo
Desde	Hasta	
0.00	2.20	<b>HORIZONTE 1</b> <b>Relleno Artificial contaminado.</b> Arcilla de consistencia blanda y humedad media a alta. Estrato color café oscuro, contaminado con restos de plásticos, ladrillos y maderas.
2.20	3.50	<b>HORIZONTE 2</b> <b>Arcilla,</b> de plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.

A la fecha de la exploración, 15 de Abril de 2010, la napa freática fue detectada a 2.50m de profundidad.

### CALICATA C2

Pasaje 6 – La Providencia N°348 - Patio de casa

Profundidad, (m)		Tipo de suelo
Desde	Hasta	
0.00	1.90	<b>HORIZONTE 1</b> <b>Relleno Artificial contaminado.</b> Arcilla de consistencia blanda y humedad media a alta. Estrato color café oscuro, contaminado con restos de plásticos, ladrillos y maderas.
1.90	3.50	<b>HORIZONTE 2</b> <b>Arcilla,</b> de plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.

A la fecha de la exploración, 15 de Abril de 2010, la napa freática fue detectada a 2.40m de profundidad.

**CALICATA C3**

Pasaje 6 – La Providencia N°356 - Apegada a Fundación de vivienda para determinar el suelo y sello de fundación.

Profundidad, (m)		Tipo de suelo
Desde	Hasta	
0.00	0.10	<b>HORIZONTE 1</b> Radier de Hormigón.
0.10	0.70	<b>HORIZONTE 2</b> <b>Relleno Artificial contaminado.</b> Arcilla de consistencia blanda y humedad media a alta. Estrato color café oscuro, contaminado con restos de plásticos, ladrillos y maderas.
0.70	2.20	<b>HORIZONTE 3</b> <b>Relleno arcilloso compactado.</b> Plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.
2.20	3.00	<b>HORIZONTE 4</b> <b>Arcilla,</b> de plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.

A la fecha de la exploración, 15 de Abril de 2010, la napa freática no fue detectada dentro de las profundidades reconocidas..

**CALICATA C4**

Pasaje San Ernesto 0343 - Patio

Profundidad, (m)		Tipo de suelo
Desde	Hasta	
0.00	2.10	<b>HORIZONTE I</b> <b>Relleno Artificial contaminado.</b> Arcilla de consistencia blanda y humedad media a alta. Estrato color café oscuro, contaminado con restos de plásticos y ladrillos.



- 2.10 3.60 **HORIZONTE 2**  
**Relleno arcilloso compactado.** Plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.
- 3.60 3.80 **HORIZONTE 3**  
**Arcilla,** de plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.

A la fecha de la exploración, 15 de Abril de 2010, la napa freática fue detectada a 2.70m de profundidad

#### **CALICATA C5**

Pasaje Santa Isabel 0354 - Patio

Profundidad, (m) Tipo de suelo

Desde Hasta

0.00 2.40 **HORIZONTE 1**

**Relleno Artificial contaminado.** Arcilla de consistencia blanda y humedad media a alta. Estrato color café oscuro, contaminado con restos de plásticos, ladrillos y maderas.

2.40 3.50 **HORIZONTE 2**

**Relleno arcilloso compactado.** Plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.



- 3.50 3.70 HORIZONTE 3  
**Arcilla**, de plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.

A la fecha de la exploración, 15 de Abril de 2010, la napa freática fue detectada a 2.60m de profundidad

#### CALICATA C6

Pasaje San Ernesto 0347 – Radier interior

Profundidad (m)		Tipo de suelo
Desde	Hasta	
0.00	0.10	HORIZONTE 1 Radier de Hormigón.
0.10	0.20	HORIZONTE 2 Relleno grava estabilizada.
0.20	2.50	HORIZONTE 3 <b>Relleno arcilloso compactado</b> . Plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.
2.50	2.60	HORIZONTE 4 <b>Arcilla</b> , de plasticidad media, humedad alta y color café a café oscuro. Suelos de estructura homogénea, posee consistencia media y porosidad baja. Contiene un 5 a 10% de arenas y carece de gravas. Posee una cantidad nula a baja de raíces y raicillas. No presenta características expansivas ni grietas. Según el sistema USCS, clasifica como CL.

A la fecha de la exploración, 15 de Abril de 2010, la napa freática no fue detectada dentro de las profundidades reconocidas..