



GEOESTRUCTURAS S.A.S.

Ingenieros Cíviles Asociados

INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS

PROYECTO: CASA UNIFAMILIAR CALLE 97 No. 55-03, BARRIO
RIONEGRO

CLIENTE:

ANGELA CATERINA BAYONA – 52.811.708

MARIA FERNANDA GOMEZ – 1.018.438.033

HENRY THOMPSON – 79.848.122

BOGOTÁ, D.C.

JULIO 2016



CONTENIDO

1.	GENERALIDADES.....	3
1.2.	ALCANCE DEL ESTUDIO	3
1.3.	DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	4
2.	EXPLORACIÓN DE CAMPO Y LABORATORIO	5
2.1.	Clasificación de la construcción	5
2.2.	Exploración geotécnica	5
2.3.	Descripción geológica.....	6
2.3.1.	Geología regional	6
2.3.2.	Estratigrafía	7
2.4.	Variación espacial de las características geotécnicas del subsuelo	8
2.5.	Subsuelo	10
3.	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO	11
4.	ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES.....	14
4.1.	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE	14
4.2.	CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS	14
4.3.	RECOMENDACIONES	16
4.3.1	Recomendaciones de Cimentación	16
4.3.2	Placa de piso.....	17
5.	FACTORES DE DISEÑO SÍSMICO.....	18
6.	LIMITACIONES DEL DISEÑO	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 2	Estratificación sondeo1 y sondeo 2.....	8
Figura 3	Estratificación sondeo1 y sondeo 2.....	9
Figura 4	Cálculo de la resistencia a la compresión inconfiada. Profundidad 6.80 – 7.30 m	12
Figura 5	Cálculo de la resistencia a la compresión inconfiada. Profundidad 17.10 – 17.60 m	13



1. GENERALIDADES

1.1. OBJETO

El objeto de este informe es presentar los resultados del estudio de suelos para la construcción de una vivienda unifamiliar en la calle 97 con Carrera 55 (Av. Suba) en la ciudad de Bogotá, D.C.

El estudio se ha realizado de acuerdo con las especificaciones legales vigentes:

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10
- Ley 400 de 1997 (Modificada Ley 1229 de 2008)
- Decreto 926 del 19 de marzo de 2010

1.2. ALCANCE DEL ESTUDIO

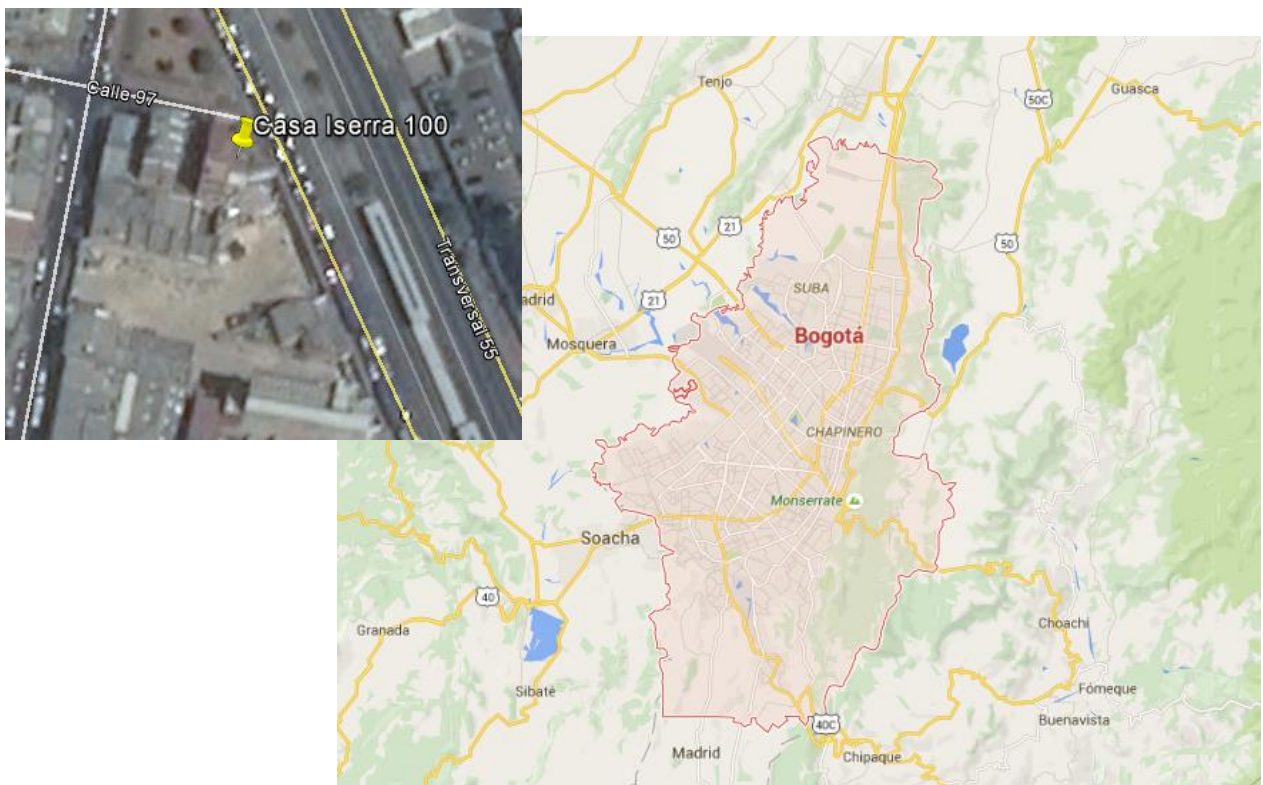
- DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELO: Basados en la información y exploración realizada, se definirá el perfil de suelo y sus propiedades principales de compresibilidad y resistencia al cortante.
- ESTIMACIÓN DE ASENTAMIENTOS DE LOS SISTEMAS DE CIMENTACIÓN: Usando las cargas, dimensiones y configuraciones de la estructura de cubierta, se procederá a calcular asentamientos elásticos. De acuerdo a las características del proyecto a construir (diseño estructural) y características geotécnicas del subsuelo, se evaluarán los estados límite de falla (capacidad de carga admisible) y servicio (asentamientos).
- GENERACIÓN DE UN INFORME: El producto final contendrá un resumen de los pasos descritos anteriormente, esquemas y detalles de los sistemas propuestos de cimentación y observaciones o recomendaciones generales a tener en cuenta.



1.3. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto está localizado en la Calle 97 con Cra 55 (Avenida Suba) en la ciudad de Bogotá, D.C. (Ver Figura 1), en el lote actualmente se encuentra una casa en alto grado de deterioro, se ve la posibilidad de demoler y construir una vivienda nueva, la cual consta de dos pisos más terraza a construirse en pórticos de concreto con cargas estimadas del orden de 147 toneladas.

Figura 1 Localización del proyecto



Fuente: Google Maps, 2016.



2. EXPLORACIÓN DE CAMPO Y LABORATORIO

2.1. Clasificación de la construcción

De acuerdo con las cargas de servicio y los niveles de construcción el proyecto se clasifica como de categoría baja tal y como lo indica la NSR-10 “H.3.1.1-Clasificación de las unidades de construcción por categoría”.

Tabla 1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.000 y 8.000
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000

Tabla 2 Número mínimo de sondeos y profundidad

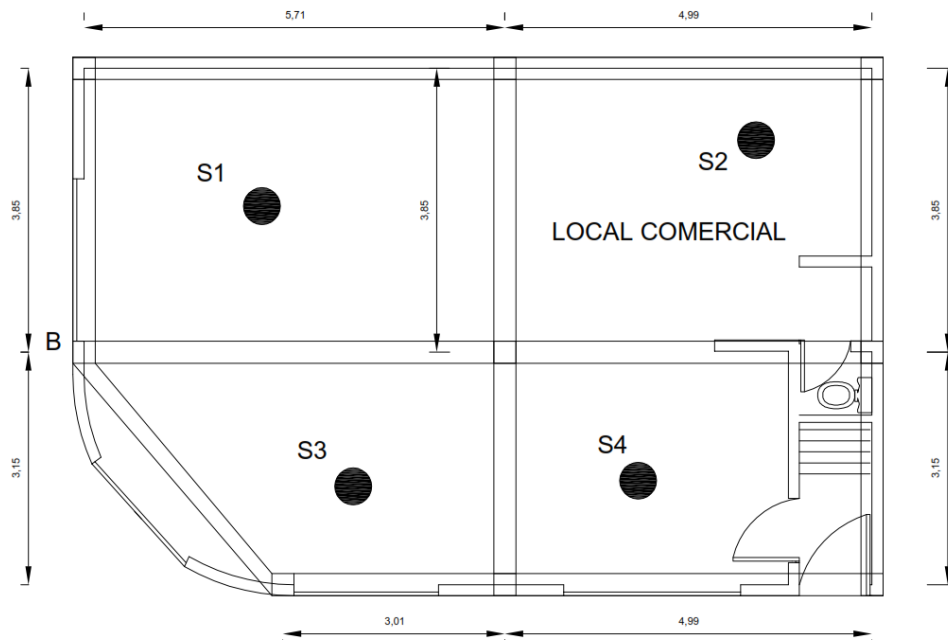
Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad mínima de sondeos: 6 m Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad mínima de sondeos: 15 m Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad mínima de sondeos: 25 m Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad mínima de sondeos: 30 m Número mínimo de sondeos: 5

2.2. Exploración geotécnica

La exploración del subsuelo se llevó a cabo mediante la ejecución de 4 sondeos, a una profundidad de 20 metros cada uno; estos se realizaron con equipo de perforación por percusión y lavado con toma de muestras con tubo Shelby para los respectivos ensayos de laboratorio. La distribución de los sondeos se muestra en la Figura



Figura 2 Localización de los sondeos realizados.



Fuente: Elaboración propia.

2.3. Descripción geológica

2.3.1. Geología regional

La altiplanicie de la Sabana de Bogotá, situada en la parte central de la Cordillera Oriental, es un amplio sinclinatorio con orientación SSW-NNE, en rocas sedimentarias del Cretáceo Medio hasta el Cuaternario (Hubach, E., 1957). El Mapa Geológico de la Figura 1 presenta las principales unidades estratigráficas y sus estructuras. Las rocas del Grupo Villeta y las Formaciones Guadalupe, Guaduas, Cacho y Bogotá, se encuentran hoy fuertemente plegadas, falladas y diaclasadas (Cretáceo Medio a Terciario Inferior). Estas fueron peneplanadas y recubiertas, en el borde oriental de la cuenca, por las Formaciones Regadera y Usme (Terciario Inferior). Durante las Orogenias Protoandina y Andina (Mioceno Inferior a Plioceno Medio; 16.5 a 3.0 millones de años), los pliegues y fallas del Cretáceo y del Terciario Inferior se acentuaron y la región, ya continental, con valles y montañas inicialmente en un clima tropical húmedo a escasa elevación sobre el nivel del mar, sufrió los rigores normales de la erosión subaérea mientras paulatinamente se elevaba 3,000 m para constituir la Cordillera Oriental. Esto obviamente trajo consigo una profunda modificación en el régimen climático, los patrones de erosión, las cuencas hidrográficas y los ecosistemas. Las Formaciones Tilatá, Sabana y Tunjuelo son depósitos sedimentados en el centro y los bordes de grandes lagos interandinos cerca de la cumbre de la Cordillera, a



los cuales llegaban los materiales fluviales y fluvioglaciares del Plioceno y Pleistoceno. Durante los últimos 10,000 años de vida geológica se llegó a la colmatación final de los lagos de la Sabana, el proceso de desecación de los mismos, la integración de la red hidrográfica actual del Río Bogotá y la erosión de la altiplanicie. En los últimos 50 años la acción antrópica está influyendo notablemente, por la explotación de materiales pétreos, los cambios en la cobertura vegetal, los cambios climáticos, la expansión urbana, el desgaste en masa relacionado con los asentamientos humanos de ladera, los cambios en el uso del agua superficial y la sobreexplotación de aguas subterráneas.

2.3.2. Estratigrafía

Formación Guadalupe (Cretáceo, Caapaniano-Maastrichtiano) (Kg): La Formación Guadalupe constituye los cerros resistentes que circundan la Sabana de Bogotá. Está compuesta por cuatro miembros: La Arenisca Dura en la base, los Plaeners, la Arenisca de Labor, y la Arenisca Tierna en la parte superior. Genéticamente son depósitos de playa y por ello varían facialmente. Aunque algunos autores le dan rango de grupo, considero que es mejor conservar el rango de Formación dentro de la nomenclatura estratigráfica, ya que es muy difícil, si no imposible, la cartografía de los diferentes miembros en toda la Sabana.

Formación Cacho (Terciario, Paleoceno) (Tec): La Formación Cacho o Arenisca del Cacho reposa concordantemente sobre el Guaduas. Está compuesta por areniscas blancas, amarillas y rojizas, cuarzosas hasta grauvacas, de grano fino hasta conglomerático, pobremente cementadas por óxidos de hierro, en bancos masivos, con intercalaciones delgadas de arcillolitas grises, rojizas y abigarradas, finamente laminadas, en la parte media de la Formación. Su espesor total oscila entre 50 m y unos 400 m.

Formación Bogotá (Terciario, Paleoceno-Eoceno Inferior) (Teb): La Formación Bogotá se encuentra concordantemente encima de la Arenisca del Cacho en los Sinclinales de Tunjuelo, Bogotá-Cajicá-Checua, Teusacá, Sesquillé, y Siecha-Sisga. Está compuesta casi exclusivamente por arcillolitas abigarradas (grises, violáceas, moradas y rojas), bien estratificadas, con algunos bancos de areniscas micáceas grises de grano fino hacia la parte superior de la unidad. Tiene un espesor variable entre 800 m y 2000 m (Julivert, M., 1963).

Formación Sabana (Terciario-Cuaternario, Plioceno-Pleistoceno-Holoceno) (QTs): La Formación Sabana representa la parte superior del relleno lacustre del gran lago de la Sabana de Bogotá (Hubach, E., 1957). Está compuesta en su mayor parte por capas horizontales, poco consolidadas, de arcillas plásticas grises y verdes, y en menor proporción por lentes y capas de arcillas turbosas, turbas, limos, arenas finas hasta gruesas, restos de madera y capas de diatomita. También hay numerosas capas de cenizas volcánicas. El máximo espesor registrado es de 317 m en el pozo Funza-1 del acueducto de esa población (Valencia, H., 1988). El estudio palinológico del pozo estratigráfico Funza-1 de INGEOMINAS comprueba que hay una sedimentación lagunar continua desde el Plioceno hasta la

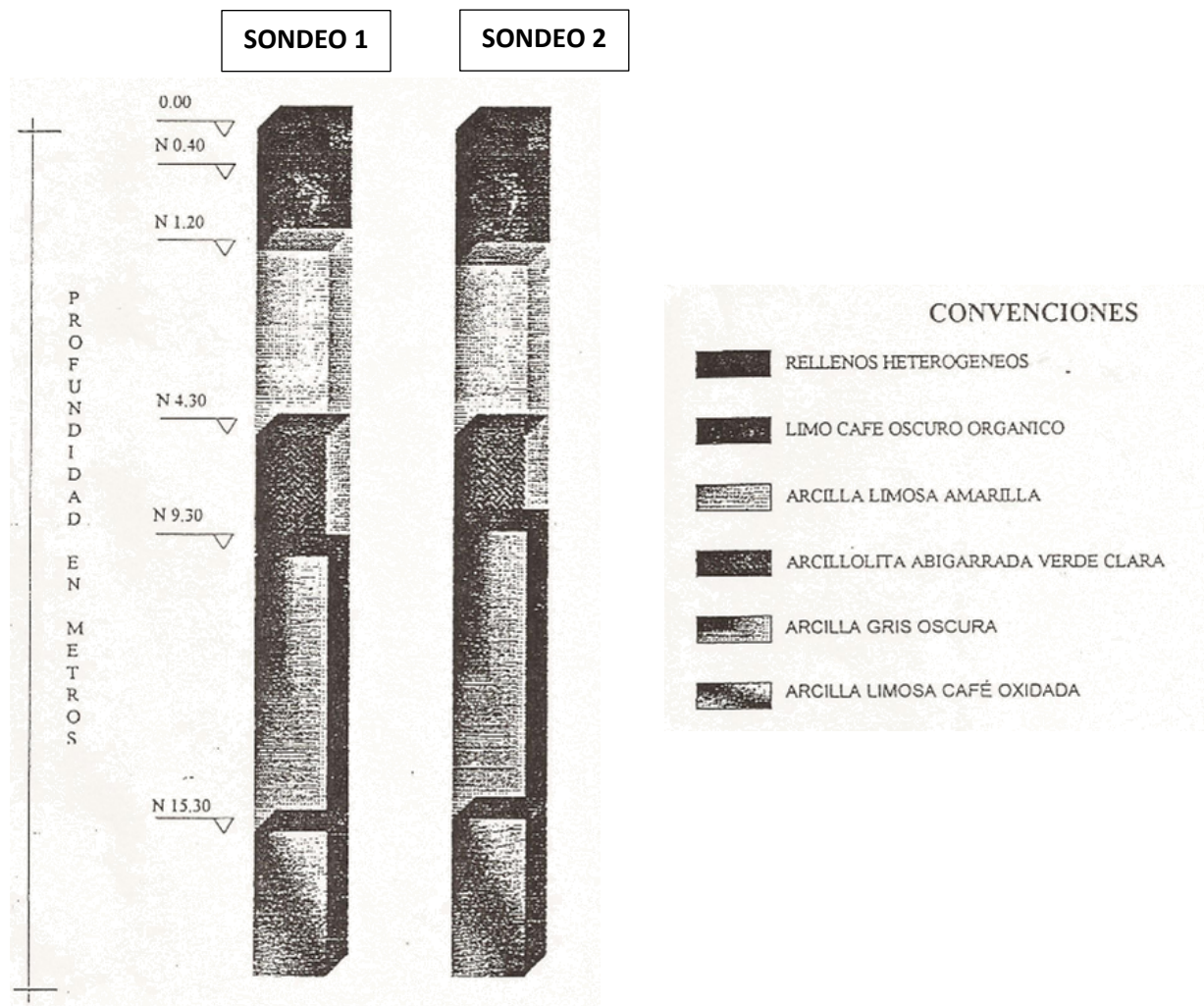


actualidad (Hooghiemstra, H. , 1984). Los cerros de Suba y Madrid, así como otros cerros menores entre Soacha y Sibaté, fueron islas dentro del mencionado lago. Los barrios nuevos de la ciudad capital aproximadamente al norte de la Avenida Chile y al oriente de la Carrera 30, están edificados directamente sobre la Formación Sabana.¹

2.4. Variación espacial de las características geotécnicas del subsuelo

De acuerdo a los resultados de los trabajos de campo se presenta las series estratigráficas del subsuelo de los cuatro sondeos realizados por ARTFING DISEÑOS (1999).

Figura 1 Estratificación sondeo1 y sondeo 2

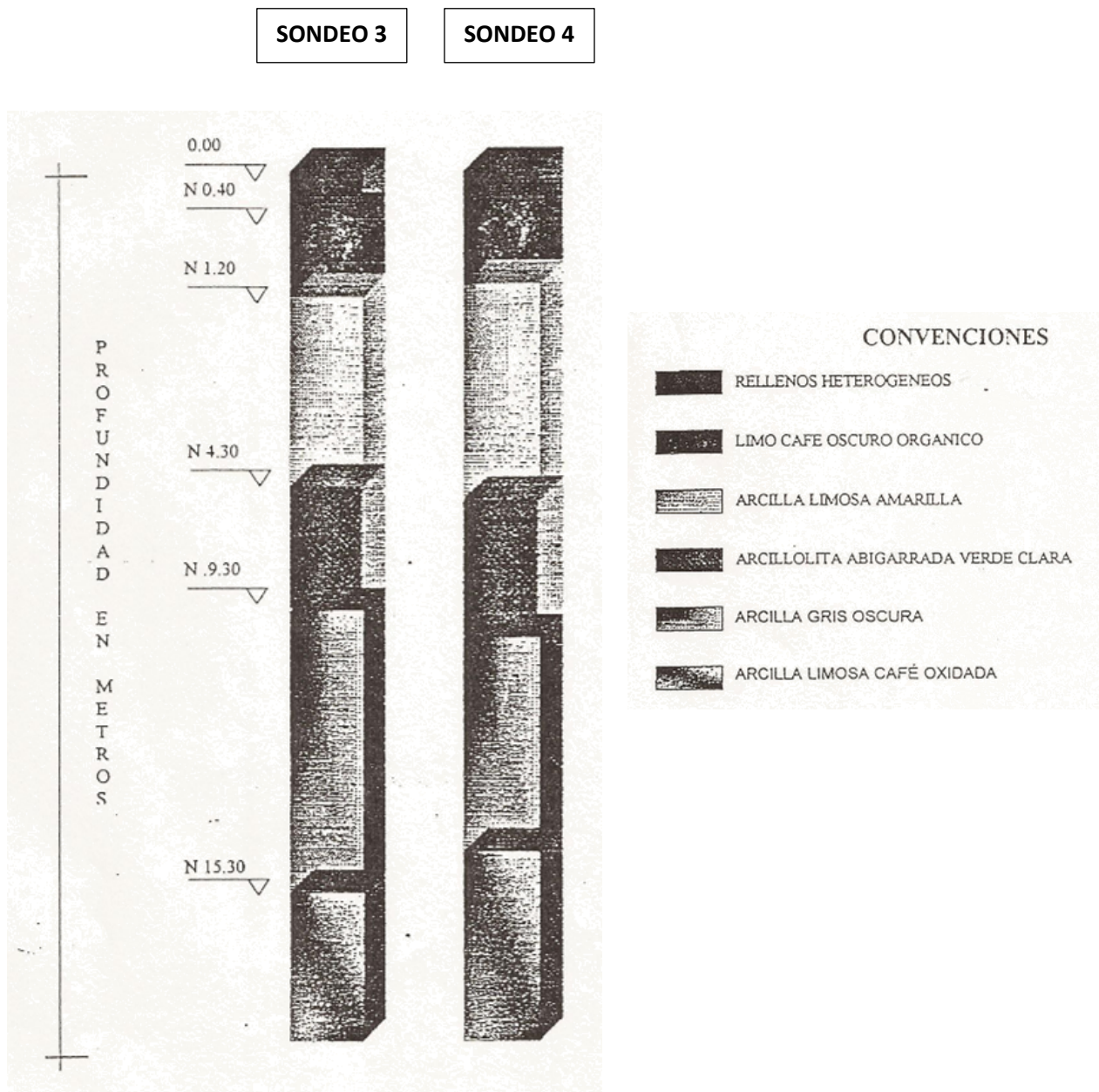


Fuente: ARTFING DISEÑOS, 1999.

¹ VII Jornadas geotécnicas de la ingeniería de Colombia. Geología e hidrología de Santafé de Bogotá y su sabana. 1992.



Figura 2 Estratificación sondeo1 y sondeo 2



Fuente: ARTFING DISEÑOS, 1999.



2.5. Subsuelo

A continuación, se presenta la descripción del subsuelo a partir del nivel actual del terreno:

0.00 a 0.35 m	Rellenos heterogéneos
0.40 a 1.20 m	Limo café oscuro orgánico
1.20 a 4.50 m	Arcilla limosa amarilla de baja plasticidad, la resistencia a la compresión inconfiada es de 1.13 kg/cm ² , indicando un estrato de consistencia blanda a media.
4.50 a 6.20 m	Arcillolita abirragada verde clara.
6.20 a 15.30 m	Arcilla gris oscura, de baja plasticidad, la consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.38 kg/cm ² , indicando un estrato de consistencia blanda a media.
15.30 a 20.00 m	Arcilla limosa café oxidada, de baja plasticidad, la consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dio un valor de 1.48 kg/cm ² , indicando un estrato de consistencia blanda a media.

2.6. Nivel Freático

El nivel freático fue detectado durante la ejecución de los sondeos a 3.60 metros de profundidad.



3. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO

Obtenido los resultados de los ensayos de laboratorio de compresión inconfiada se obtienen los parámetros de resistencia al corte y compresibilidad del suelo:

Tabla 3 Cálculo de la resistencia a la compresión inconfiada. Profundidad 2.10 – 2.55 m

S1		S2		S4	
σ (kg/cm ²)	% deform	σ (kg/cm ²)	% deform	σ (kg/cm ²)	% deform
0,550	2,16%	0,560	2,57%	0,510	1,59%
0,690	4,36%	0,700	4,77%	0,650	3,79%
0,830	6,47%	0,830	6,88%	0,780	5,90%
0,920	8,11%	0,910	8,52%	0,860	7,54%
0,990	9,80%	0,990	10,21%	0,940	9,23%
1,050	10,40%	1,050	10,81%	1,000	9,83%
1,080	11,51%	1,080	11,92%	1,030	10,94%
1,100	13,84%	1,090	14,25%	1,040	13,27%
1,110	17,02%	1,010	17,43%	0,960	16,45%
1,270	0,15%				
q_u (kg/cm ²) = 1,270		q_u (kg/cm ²) = 1,090		q_u (kg/cm ²) = 1,040	
q_u (kg/cm ²) = 1,133		c (kg/cm ²) = 0,567			

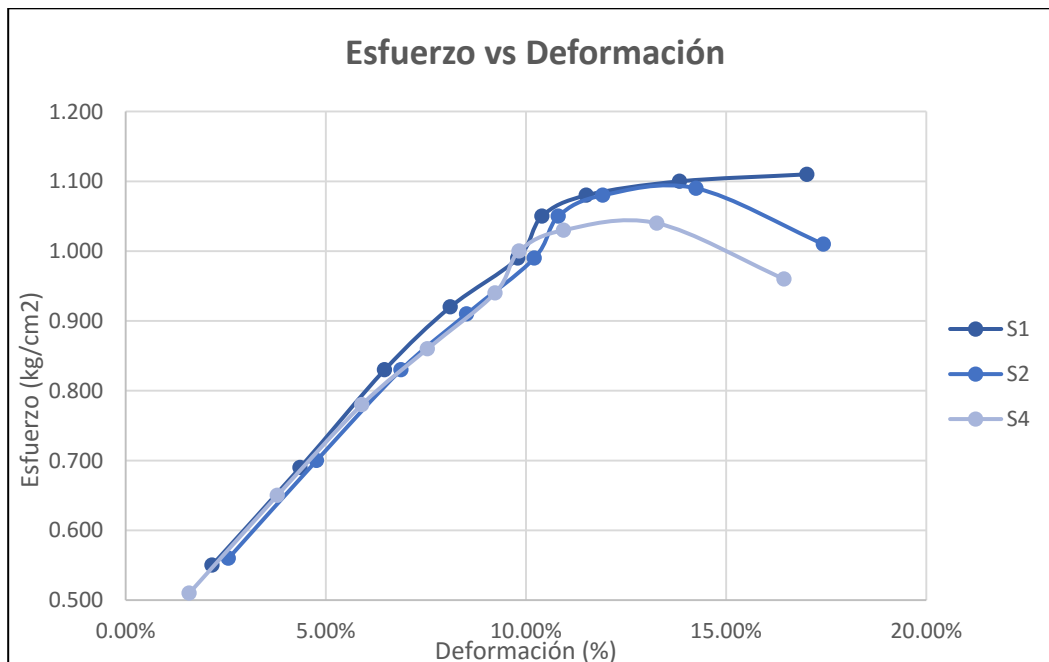




Figura 3 Cálculo de la resistencia a la compresión inconfiada. Profundidad 6.80 – 7.30 m

S2		S4	
σ (kg/cm ²)	% deform	σ (kg/cm ²)	% deform
0,420	2,80%	0,610	3,10%
0,610	4,47%	0,800	4,77%
0,760	6,45%	0,950	6,75%
0,850	7,12%	1,050	7,42%
0,980	8,07%	1,180	8,37%
1,170	9,56%	1,380	9,86%
1,230	12,45%	1,440	12,75%
1,240	14,56%	1,440	14,86%
1,280	16,89%	1,480	17,19%
1,210	18,45%	1,400	18,75%
q_u (kg/cm ²) = 1,280		q_u (kg/cm ²) = 1,480	
q_u (kg/cm ²) = 1,380		C (kg/cm ²) = 0,690	

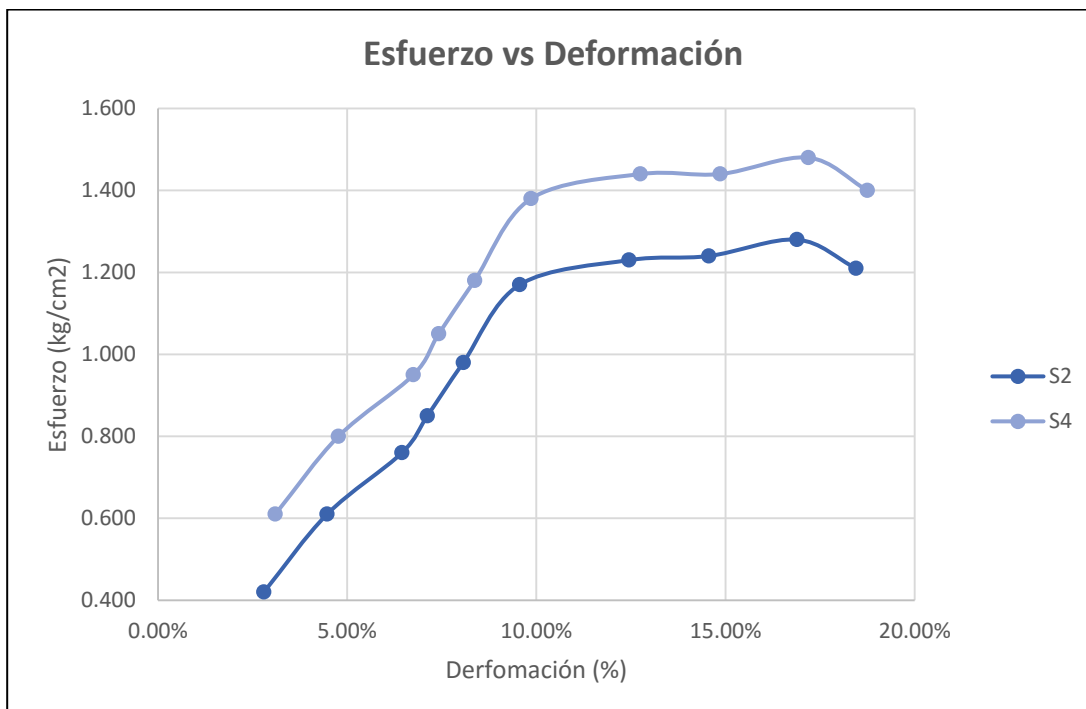
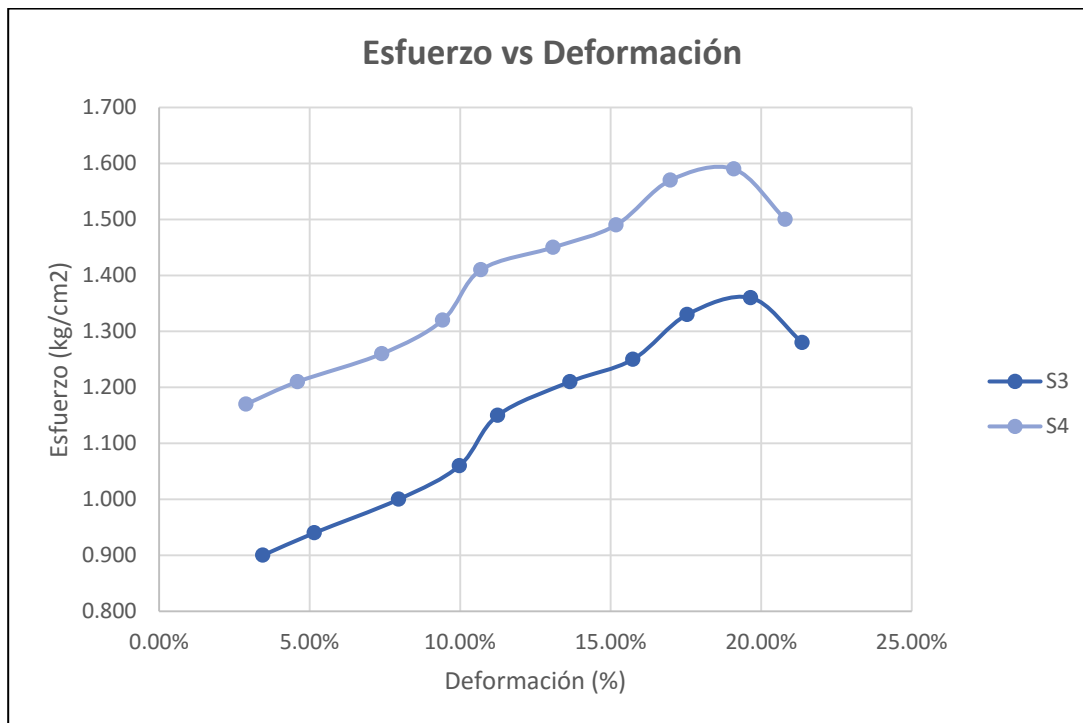




Figura 4 Cálculo de la resistencia a la compresión inconfiada. Profundidad 17.10 – 17.60 m

S3		S4	
σ (kg/cm ²)	% deform	σ (kg/cm ²)	% deform
0,900	3,45%	1,170	2,89%
0,940	5,16%	1,210	4,60%
1,000	7,96%	1,260	7,40%
1,060	9,98%	1,320	9,42%
1,150	11,25%	1,410	10,69%
1,210	13,65%	1,450	13,09%
1,250	15,74%	1,490	15,18%
1,330	17,54%	1,570	16,98%
1,360	19,65%	1,590	19,09%
1,280	21,36%	1,500	20,80%
q_u (kg/cm ²) = 1,360		q_u (kg/cm ²) = 1,590	
q_u (kg/cm ²) = 1,475		C (kg/cm ²) = 0,738	





De acuerdo a las perforaciones realizadas, el estrato adecuado para cimentar la vivienda de dos pisos, es pasando el estrato limoso orgánico que hay en la superficie, por eso se recomienda que la profundidad de desplante de la cimentación sea a 1.25 m.

De acuerdo a la Tabla 3 para este estrato se tiene una cohesión de 0.567 kg/cm².

4. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES

4.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

$$q_u = CN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

DATOS DE ENTRADA

D_f =	1,25 m	β =	0,00	L =	1,10 m
C =	5,67 ton/m ²	φ =	0,00	γ =	1,70 ton/m ³
q =	2,13 ton/m ²	N_q =	1,00	B =	1,10 m
N_c =	5,14	F_{qs} =	1,00	N_γ =	0,00
F_{cs} =	1,19	F_{qd} =	1,00	F_{γs} =	0,60
F_{cd} =	1,45	F_{qi} =	1,00	F_{γd} =	1,00
F_{ci} =	1,00	tan φ =	0,00	F_{γi} =	1,00

Factores recomendados, Das 1999

Forma	Profundidad	Inclinación
L > B	D _f /B ≤ 1 Falso	β = Inclinación de la carga
F _{cs} =	1,19	F _{cd} = 1,45
F _{qs} =	1,00	F _{qd} = 1,00
F _{γs} =	0,60	F _{γd} = 1,00

$$q_{ult} = 52,76 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{adm} = 17,59 \text{ ton/m}^2$$

4.2. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

$$S_e = I \times q \times B \times \left[\frac{1 - v_s^2}{E_s} \right] \times \alpha$$

Asentamiento Máximo NSR-10

$$L = 4,99$$

$$S_{e \max} = 0,01663333$$



GEOESTRUCTURAS S.A.S.

Ingenieros Civiles Asociados

$$S_e = I \times q \times B \times \left[\frac{1 - v_s^2}{E_s} \right] \times \alpha$$

$S_e =$ 0,014 m $\approx$ 1,44 cm ok $L/B = 1$
 $B =$ 1,80 $H/B = 0,69$
 $q_0 =$ 29,43 Ton
 $E_s =$ 4000,00 Ton/m2 **TIPO DE SUELO** E_s (MN/m2) **POISSON**
 $v_s =$ 0,20 Arcilla media 20-40 0,20-0,50
 $\alpha =$ 1,000
 $I =$ 1,36

Factor I para calcular asentamientos de un punto

Shape	Center Center	Corner Corner	Middle Short Side	Middle Long Side
Circle	1.00	0.64	0.64	0.64
Rigid circle	0.79			
Square	1.12	0.56	0.76	0.76
Rigid square	0.99			
R Length/Width				
e 1.5	1.36	0.67	0.89	0.97
c 2	1.52	0.76	0.98	1.12
t 3	1.78	0.88	1.11	1.35
a 5	2.10	1.05	1.27	1.68
n 10	2.53	1.26	1.49	2.12
g 100	4.00	2.00	2.20	3.60
l 1000	5.47	2.75	2.94	5.03
e 10000	6.90	3.50	3.70	6.50

Fuente: U.S. Army Corps of Engineers

Asentamiento Máximo NSR-10

$L =$ 4,99
 $S_{e \max} =$ 0,01663333

Tabla H.4.9-1

Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, ℓ

Tipo de construcción	$\Delta_{\max}$
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{\ell}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{160}$

Factor de corrección α

H/B	1	2	E_{s1}/E_{s2} 5	10	100
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.1	1.000	0.972	0.943	0.923	0.760
0.25	1.000	0.885	0.779	0.699	0.431
0.5	1.000	0.747	0.566	0.463	0.228
1.0	1.000	0.627	0.399	0.287	0.121
2.5	1.000	0.550	0.274	0.175	0.058
5	1.000	0.525	0.238	0.136	0.036
∞	1.000	0.500	0.200	0.100	0.010

Fuente: U.S. Army Corps of Engineers

geoestructurassas@gmail.com

Cel: 317 893 76 19 Carrera 11 A No. 190-46



4.3. RECOMENDACIONES

En los numerales anteriores se hizo una descripción somera de las características de la edificación por construir, la magnitud de las cargas involucradas de la estructura y los principales aspectos constructivos por atender. También se ha hecho un análisis de los suelos encontrados y de sus características geotécnicas. Ahora se presentan las recomendaciones tendientes a lograr una cimentación segura.

4.3.1 Recomendaciones de Cimentación

Las columnas de la edificación se apoyarán sobre zapatas, según las siguientes recomendaciones:

- Deberá comprobarse que la presión de contacto, cimiento-suelo, no sea superior a
- $\sigma_a \leq 17.00 \text{ ton/m}^2$
- La profundidad aproximada de soporte de la cimentación será $D_f \geq 1.25 \text{ m}$, medidos desde el nivel actual del terreno.
- El estrato de fundación será el descubierto al excavar previa comprobación de su calidad, que en este caso estará constituido por Arcilla limosa amarilla.
- Cuando la capa de relleno llegue a profundidades superiores a las preestablecidas, deberá retirarse. Las sobre-excavaciones serán recuperadas mediante la colocación de concreto ciclópeo.
- Los asentamientos esperados para esta solución serán del orden de los $p \approx 1.44 \text{ cm}$.
- Todos los puntos de carga serán unidos entre sí, por una red de vigas de amarre diseñadas dentro del contexto del cálculo estructural –estático y sísmico– para transmitir un 10% de la carga de la columna adyacente.
- Los rellenos necesarios sobre los cimientos, o en sus cercanías, deberán realizarse en material seleccionado, tipo recebo, debidamente compactado.



4.3.2 Placa de piso

La placa de piso será en concreto de 3000 psi, fundida en tablero de ajedrez o tiras longitudinales con juntas machihembradas y dilataciones que permitan el libre movimiento entre placas. El espesor mínimo de esta placa será de 0.10 m; se sugiere que el refuerzo de la placa sea el de temperatura, sin embargo, el Ing. Estructural será quien finalmente determine la cuantía del mismo

La losa estará apoyada sobre el banco de recebo de 0.3m de espesor mínimo. Las especificaciones para el recebo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4–Características de los Rellenos

Límites en Fracción Tamiz #40	Límite Líquido < 30%	
	Índice de Plasticidad < 9%	
Granulometría	TAMIZ	Porcentaje que Pasa
	3"	100
	No. 10	20 → 70
	No. 40	10 → 50
	No. 200	5 → 25
Compactación	Capas sueltas	≤ 0.20 m
	Densidad Máxima, $\gamma_{m\acute{a}x}$	95 %
	PROCTOR	Modificado
Control de calidad	La calidad del material colocado se controlará realizando ensayos de densidad in-situ, a razón de tres ensayos por cada capa compactada.	



5. FACTORES DE DISEÑO SÍSMICO

De acuerdo con la NSR-10 el suelo de este proyecto es de tipo E con los siguientes parámetros de diseño sísmico:

Tabla 5. Parámetros de diseño sísmico

Municipio	Aa	Av
Bogotá, D.C.	0,15	0,20

Este perfil de suelo se define de acuerdo a la Tabla A.2.4-1. Clasificación de los perfiles de suelo, en donde los criterios se basaron principalmente en los resultados de los ensayos de laboratorio. Esta tabla se presenta a continuación:

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	



GEOESTRUCTURAS S.A.S.

Ingenieros Cíviles Asociados

6. LIMITACIONES DEL DISEÑO

El presente informe y los diseños aquí contenidos se realizaron con base en el estudio de suelos realizado por ARTFING DISEÑOS de 1999, la actualización del presente estudio de suelos fue realizada únicamente con fines académicos.