PARQUE BUENOS AIRES

ANEXO N°1 ESTUDIO DE SUELOS



BARRIO BUENOS AIRES
SAN VICENTE DE CHUCURÍ - SANTANDER

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	INTERV.
00	26/2/2026	DOCUMENTO	LACT			

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS 6
3. GENERALIDADES 6
3.1. Normatividad aplicable 7
3.2. Características generales del proyecto 8
4. EXPLORACIÓN GEOTECNICA Y CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA 9
4.1. Exploración mecánica 11
4.1.1. Sondeo 1 11
4.1.2. Sondeo 2 12
4.1.3. Sondeo 3 13
4.1.4. Sondeo 4 14
4.1. Resultados de ensayos de laboratorio 15
4.2. Resultado Correlaciones SPT 15
4.3. Tipo de perfil de suelo 15
4.3.1. Clasificación de perfil de suelo según su Vs 16
4.4. Propiedades geomecánicas de referencia 17
5. CARACTERIZACION SISMICA DEL SITIO 18
5.1. Amenaza sísmica según la Norma NSR-10 18
5.2. Movimientos sísmicos de diseño. 19
5.3. Efectos locales. 19
5.4. Tipo de Perfil del suelo 19
5.5. Coeficiente de Importancia. 19
5.6. Espectro Elástico de Diseño 19
6. CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE 21
6.1. Verificación de la capacidad portante 21
7. ANALISIS DE EXCAVACIONES 23
8. CONCLUSIONES 24
9. RECOMENDACIONES 24
9.1. Tiempo máximo de exposición excavaciones 24
9.2. Disposición de sobrantes 24
9.3. Recomendaciones geotécnicas para la protección de edificaciones y predios vecinos 25

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

9.4. Recomendaciones generales 25
10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 26
11. ANEXO ENSAYOS COMPLEMENTARIOS DE LABORATORIO 27

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Normatividad aplicable 7
Tabla 2: Características generales del proyecto 8
Tabla 3: Clasificación de las unidades de construcción por categorías Tabla H.3.1-1 9
Tabla 4: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Tabla H.3.2-1 9
Tabla 5: Registro de perforación Sondeo 1 12
Tabla 6: Registro de perforación Sondeo 2 13
Tabla 7: Registro de perforación Sondeo 3 14
Tabla 8: Registro de perforación Sondeo 4 14
Tabla 9: Resumen Ensayos de laboratorio 15
Tabla 10: Resumen Parámetros de diseño 15
Tabla 11: Clasificación del perfil de suelo – A.2.4.1 16
Tabla 12: Valores típicos de parámetros geomecánicos según la clasificación SUCS, (Casagrande, A. 1948) 17
Tabla 13: Valores típicos de propiedades índice, parámetros de resistencia y deformabilidad de diferentes class de suelos (Handbook of geotechnical engineering, 2002) 18

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de los sondeos 8
Ilustración 2: Equipo ensayo SPT – Standard Penetration Test 10
Ilustración 3: Muestras Sondeo 1 11
Ilustración 4: Muestras Sondeo 2 12
Ilustración 5: Sondeo 3, roca superficial no se recuperó muestra 13
Ilustración 6: Muestra Sondeo 4 14
Ilustración 7: Espectro Elástico de aceleraciones NSR-10 A.2.6-1 20
Ilustración 8: Movimientos sísmicos de diseño 20
Ilustración 9: Espectro de pseudo aceleraciones 21
Ilustración 10: Cálculo y verificación de capacidad portante y asentamientos. Estrato inicial 22

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124



Ilustración 11: Cálculo y verificación de capacidad portante y asentamientos. Estrato rocoso 22
Ilustración 12: Esquema de apuntalamiento lateral 23

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la normativa sismo resistente, es de especial importancia determinar y predecir el comportamiento del suelo en proyectos de edificación, su respuesta ante las cargas impuestas, su comportamiento ante los cambios en el nivel de agua subterránea, su capacidad para resistir esfuerzos, la estabilidad de las posibles excavaciones, etc.

Se presenta la evaluación geotécnica de la cimentación proyectada, mediante la caracterización de los diferentes estratos que conforman el subsuelo hasta la profundidad requerida, de acuerdo con NSR-10. Se verificará su deformabilidad, y se determinarán los parámetros necesarios para el diseño estructural sismo resistente. existentes.

En este documento se presenta el anexo del estudio de suelos realizado, en donde se identifica la estratigrafía y comportamiento mecánico de los materiales presentes, adicional a esto se presentan unas recomendaciones para el desarrollo del proyecto.

2. OBJETIVOS

- Determinar mediante exploraciones y ensayos el perfil de suelo para el diseño de cimentaciones.
- Realizar la caracterización sísmica, los movimientos sísmicos y efectos locales para el diseño sismo - resistente de la estructura.
- Recomendar la profundidad y el sistema de cimentación más apropiado de acuerdo a las características de la estructura, de la geología y de la geotecnia del sitio.
- Calcular la capacidad de soporte del terreno al nivel de la cimentación.
- Obtener los parámetros que se requieren para el diseño de cimentaciones, estructuras enterradas, muros de contención y otras obras de infraestructura.
- Recomendar las obras geotécnicas que se requieren para mitigar los efectos de los problemas geotécnicos identificados.
- Presentar recomendaciones geotécnicas para la construcción del proyecto.

3. GENERALIDADES

Este anexo al estudio geotécnico es complementario al realizado por la firma INDECONSTRU SAS, contiene el resultado de nuevas exploraciones y aporta otros elementos de juicio para la claridad y viabilidad del proyecto. El proyecto no se trata de una edificación, sin embargo, el punto de referencia normativa será el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10.

Para la elaboración del estudio se realizaron entre otras las siguientes actividades:

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

- Reconocimiento del sitio de la obra con el fin de identificar todos los aspectos que inciden directa o indirectamente en el proyecto, se establecieron los predios de construcciones vecinas con el fin de analizar características tales como: pendientes, humedad del suelo superficial, altura al nivel del mar, presencia de rocas en la superficie, evidencias de erosión y/o formación de cárcavas, drenaje, vegetación y otras.
- Análisis de las características geomorfológicas y geológicas del lugar.

3.1. Normatividad aplicable

Para la ejecución del presente anexo, se tiene en cuenta la siguiente información existente y se sigue lo contenido en:

NTC 1967	Suelos. Determinación de las propiedades de consolidación unidimensional, (ASTM D 2435)
NTC 1974	Suelos. Determinación de la densidad relativa de los sólidos (ASTM D854).
NTC 2121	Suelos. Obtención de muestras para probetas de ensayo. Método para tubos de pared delgada. (ASTMD1537).
NTC 2122	Suelos. Ensayo de la relación de soporte. Suelos compactados. (ASTM1833).
NTC 4630	Método de ensayo para la determinación de límite líquido, de límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos.
ASTM D 2166-05	Suelos. Ensayos para determinar la resistencia a la comprensión inconfinada.
ASTM D 6066-95(2004)	Práctica estándar para determinar la resistencia de arenas a la penetración normalizada para evaluación del potencial de licuación.

Tabla 1: Normatividad aplicable

Entre los diferentes decretos dispuestos están:

- Decreto 2525 del 13 de Julio de 2010.
- Decreto 0952 del 17 de enero de 2011.
- Decreto 340 del 13 de febrero de 2012.
- Decreto 945 del 5 de junio de 2017.

Los decretos emitidos por el Ministerio de Vivienda son:

- Decreto 1077 de 2015, y sus decretos complementarios:
  - ✓ Decreto 1197 de 2016.
  - ✓ Decreto 2218 de 18 de noviembre de 2015.
  - ✓ Decreto 0462 de 2017.

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

- ✓ Decreto 2013 de 2017.

- Del decreto 1077 de 2015 cabe aclarar: Es un decreto compilatorio de las normas, pero en ningún caso reemplaza la NSR-10.
- Las categorizaciones de las licencias (ART. 2.2.6, 1.2.1.4), establecidas en el decreto son independientes a las categorías técnicas de unidad de construcción definidas en el Titulo H de la NSR – 10.
- Normas INVIAS (I.N.V.E.) y/o ASTM para la realización de ensayos de campo y laboratorio.
- Normas de Ensayos para Suelos. Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC. 2002.

3.2. Características generales del proyecto

AREA DEL LOTE	736.5 m^2
SISTEMA ESTRUCTURAL	N/A
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	N/A
NUMERO DE PISOS	UNO
NUMERO DE SÓTANOS	NINGUNO
NUMERO DE BLOQUES	N/A
UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN	UNA
EXPLORACIONES	SONDEOS DIRECTOS, SPT.

Tabla 2: Características generales del proyecto

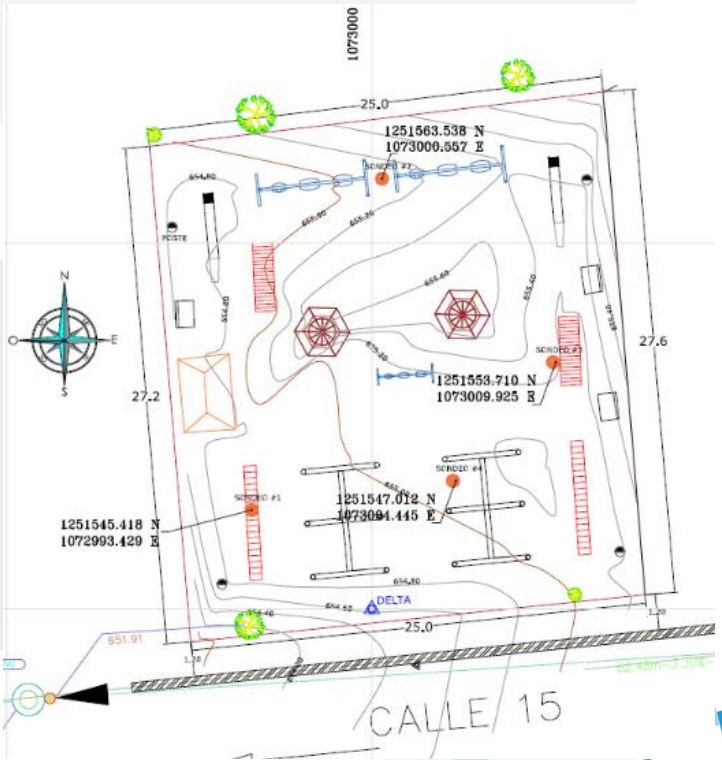


Ilustración 1: Ubicación de los sondeos

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

4. EXPLORACIÓN GEOTECNICA Y CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

Según el título H, la clasificación de la edificación es:

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 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla 3: Clasificación de las unidades de construcción por categorías Tabla H.3.1-1

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

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

Tabla 4: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Tabla H.3.2-1

Para cumplir a cabalidad con la norma sismo resistente la exploración practicada en el lote, consistió en sondeos manuales hasta la profundidad de rechazo, en el sondeo más profundo se alcanzaron los 0.6 m, en total se realizaron 4 sondeos.

Para la realización de la exploración se usó un equipo manual de muestreo en el sitio, ensayo de penetración estándar SPT de acuerdo con la norma I.N.V.E-111-13.

Esta técnica se emplea para recuperar muestras alteradas de suelo, las cuales permiten identificar tipos de suelo y definir estratigrafía; ya en el laboratorio, se logra la identificación de propiedades índice como contenido de humedad, límites de Atterberg, entre otros.

El muestreador de tubo partido consiste en un tramo de acero en cuyo extremo se acopla una zapata afilada del mismo material. El tubo está cortado longitudinalmente para facilitar la observación y recuperación de la muestra.

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

Las dimensiones del muestreador utilizado para el sondeo SPT se muestran en la Figura

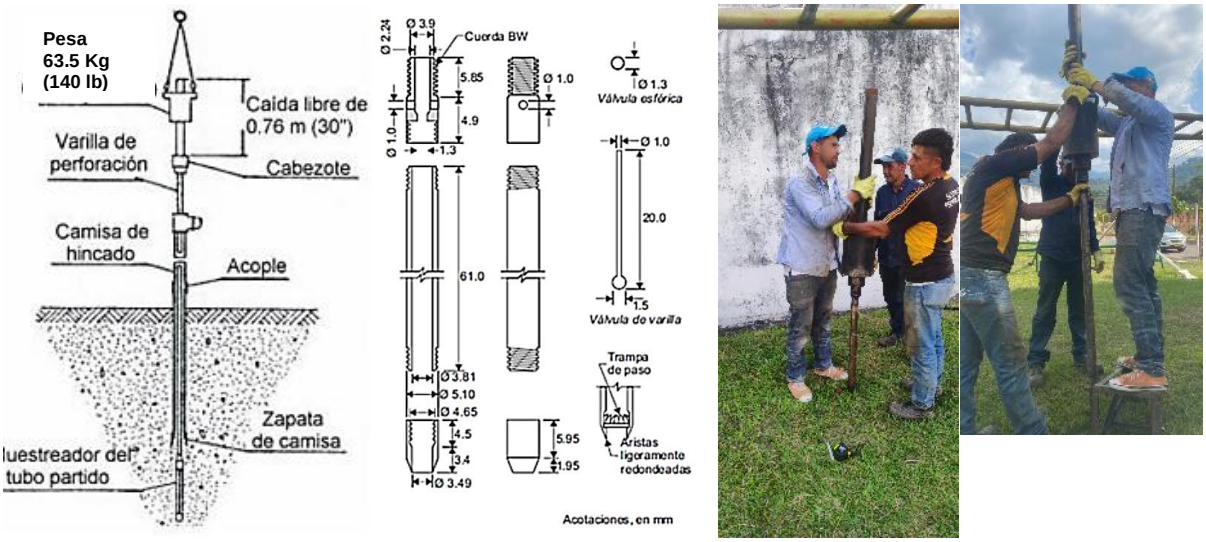


Ilustración 2: Equipo ensayo SPT – Standard Penetration Test

Aparte del muestreador estándar, la ejecución de un SPT requiere la utilización del siguiente equipo:

1. Columna de Barras: El muestreador se acopla en la parte inferior de una columna de barras de acero AW.
2. Pesa de Golpeo: El muestreador se hinca mediante el golpeo de una pesa estandarizada de 63.5 Kg con una caída de 76 centímetros. Tiene además una varilla guía por medidas de seguridad.

Durante la ejecución del sondeo se debe hincar el muestreador a la profundidad a la que se desea muestrear, contando el número de golpes correspondientes a cada etapa de 15 centímetros. En caso de que se alcancen 45 golpes o más sumando las dos últimas lecturas, se debe suspender la prueba, pues en teoría se altera demasiado el suelo, y dicho valor se encuentra por fuera de rango en las correlaciones más usadas, por lo tanto se considera rechazo.

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

4.1. Exploración mecánica

4.1.1. Sondeo 1









Ilustración 3: Muestras Sondeo 1

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

STANDARD PENETRATION TEST - NORMA I.N.V. E-111-13

PROYECTO PARQUE BUENOS AIRES

PROPIETARIO ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ

FECHA 01/02/2026

SONDEO # 1

LUIS ALBERTO CERVERA TERÁN
Ingeniero Civil
MSc. Ingeniería Estructural
Esp. Geotecnia Ambiental
Movil: +57-311-8119124

N.F.	PROF[m]		RECUP[cm]	GOLPES ENSAYO SPT				DESCRIPCIÓN	
				0" - 6"	6" - 12"	12" - 18"	N		
	0,00	0,45	30	6	7	8	15		Arena amarilla
	0,45	0,60	20	22	R	R	R		Arenisca amarillo claro

Tabla 5: Registro de perforación Sondeo 1

4.1.2. Sondeo 2



Ilustración 4: Muestras Sondeo 2

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

STANDARD PENETRATION TEST - NORMA I.N.V. E-111-13									
PROYECTO	PARQUE BUENOS AIRES								
PROPIETARIO	ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ								
FECHA	01/02/2026								
SONDEO #	2								

LUIS ALBERTO CERVERA TERÁN
Ingeniero Civil
MSc. Ingeniería Estructural
Esp. Geotecnia Ambiental
Movil: +57-311-8119124

N.F.	PROF[m]		RECUP[cm]	GOLPES ENSAYO SPT 01/02/2026				DESCRIPCIÓN	
				0" - 6"	6" - 12"	12" - 18"	N		
	0,00	0,45	44	4	5	5	10		Material mixto, relleno antrópico
	0,45	0,90	45	1	0	0	0		Material mixto, relleno antrópico
	0,90	1,35	15	10	R	R	R		Arenisca amarillo claro

Tabla 6: Registro de perforación Sondeo 2

4.1.3. Sondeo 3



Ilustración 5: Sondeo 3, roca superficial no se recuperó muestra

STANDARD PENETRATION TEST - NORMA I.N.V. E-111-13

PROYECTO PARQUE BUENOS AIRES
PROPIETARIO ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ
FECHA 01/02/2026
SONDEO # 3

LUIS ALBERTO CERVERA TERÁN
Ingeniero Civil
MSc. Ingeniería Estructural
Esp. Geotecnia Ambiental
Movil: +57-311-8119124

N.F.	PROF[m]		RECUP[cm]	GOLPES ENSAYO SPT				DESCRIPCIÓN	
				0" - 6"	6" - 12"	12" - 18"	N		
	0,00	0,45	5	7	22	R	R		Arena amarilla
									Muestra excasa, no se recupera sufic. material

Tabla 7: Registro de perforación Sondeo 3

4.1.4. Sondeo 4



Ilustración 6: Muestra Sondeo 4

STANDARD PENETRATION TEST - NORMA I.N.V. E-111-13

PROYECTO PARQUE BUENOS AIRES
PROPIETARIO ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ
FECHA 01/02/2026
SONDEO # 2

LUIS ALBERTO CERVERA TERÁN
Ingeniero Civil
MSc. Ingeniería Estructural
Esp. Geotecnia Ambiental
Movil: +57-311-8119124

N.F.	PROF[m]		RECUP[cm]	GOLPES ENSAYO SPT				DESCRIPCIÓN	
				0" - 6"	6" - 12"	12" - 18"	N		
	0,00	0,45	30	10	25	R	R		Arena amarilla

Tabla 8: Registro de perforación Sondeo 4

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

4.1. Resultados de ensayos de laboratorio

Dada la uniformidad de las muestras encontradas hasta la profundidad de rechazo, se realizó una prueba de clasificación, obteniéndose el siguiente resultado, el cual es coincidente con el estudio de suelos anteriormente realizado..

PARAMETROS GEOMECÁNICOS DE LABORATORIO

PROYECTO: PARQUE BUENOS AIRES
PROPIETARIO: ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ
FECHA: 01/02/2026

LUIS ALBERTO CERVERA TERÁN
Ingeniero Civil
MSc. Ingeniería Estructural
Esp. Geotecnia Ambiental
Movil: +57-311-8119124

	ENSAYOS DE LABORATORIO												
	PROF [m]	W	GRAVAS	ARENAS	FINOS	LL	LP	IP	SUCS	Φ	C	γ	DESCRIPCIÓN
		%	%	%	%	%	%	%			kPa	T/m³	
	0 0,6	6,0%	3,4%	79,7%	16,9%	18,8%	17,1%	1,7%	SM				ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA DE MUY POCA PLASTICIDAD

Tabla 9: Resumen Ensayos de laboratorio

4.2. Resultado Correlaciones SPT

PARAMETROS GEOMECÁNICOS SEGÚN LAS EXPLORACIONES REALIZADAS

PROYECTO: PARQUE BUENOS AIRES
PROPIETARIO: ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ
FECHA: 01/02/2026
SONDEO #:

LUIS ALBERTO CERVERA TERÁN
Ingeniero Civil
MSc. Ingeniería Estructural
Esp. Geotecnia Ambiental
Movil: +57-311-8119124

NSPT			
PROF [m] 0-1.0	PROF [m] 0-0,60	PROF [m] + 0,6	PROF [m]
S-1	15	50	-
S-2	10	50	-
S-3	R	50	-
S-4	R	50	-
PROM	13	50	-

PARAMETROS DE DISEÑO				
PARAMETROS RESIST.		PROF [m] 0-2.0	PROF [m] + 0,6	PROF [m]
Clasf. SUCS		SM		-
γ	kN/m³	17,3	20,30	-
γsat	kN/m³	18,0	21,0	-
Φ	º	37,60	16,50	-
Vs	m/s	202,82		-
c	kN/m²	14,85	58,05	-
q_a	T/m²	20,27	38,70	-
υ		0,27	0,45	-

CORRELACIONES CON NSPT (NV)				
PARAMETROS RESIST.		PROF [m] 0 - 2.0	PROF [m] + 0,6	PROF [m]
N		13	50	-
$N_{1(60)}$		11	43	-
γ	kN/m³	17,3	18,00	-
γsat	kN/m³	18,00	18,90	-
Φ	º	37,60	45,00	-
Vs	m/s	175,00	272,00	-
E_s	mPa	67,50	92,10	-
G	mPa	80,70	166,00	-
c	kN/m²			-
q_a	T/m²	20,27	67,60	-
υ		0,27	0,45	-

OTRAS CORRELACIONES CON NSPT				
PARAMETROS RESIST.		PROF [m] 0 - 2.0	PROF [m] + 0,6	PROF [m]
N		13	50	-
$N_{1(60)}$		11	43	-
γ	kN/m³	17,1	20,3	-
γsat	kN/m³	18,45	23,25	-
Φ	º	30,83	41,41	-
Vs	m/s	151,00	410,00	-
E_s	mPa	134,12	311,35	-
G	mPa	53,01	107,36	-
c	kN/m²	14,85	58,05	-
q_a	T/m²	9,90	38,70	-
υ		0,27	0,45	-

Tabla 10: Resumen Parámetros de diseño

4.3. Tipo de perfil de suelo

Tipo de perfil de suelo con base en los 30 m superiores del mismo y considerando ensayos realizados en muestras tomadas al menos cada 1.50 m de espesor del suelo. Estos parámetros son (a) la velocidad media de la onda de cortante, vs , en m/s, (b) el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, N , en golpes/píe a lo largo de todo el perfil, o, (c) cuando se trate de considerar por

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

separado los estratos no cohesivos y los cohesivos del perfil, para los estratos de suelos no cohesivos se determinará el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, Nch , en golpes/pie, y para los cohesivos la resistencia media al corte obtenida del ensayo para determinar su resistencia no drenada, su , en kPa. Además se emplean el Índice de Plasticidad IP, y el contenido de agua en porcentaje, w.

A.2.4.3.1 — Velocidad media de la onda de cortante — La velocidad media de la onda de cortante se obtiene por medio de:

$$\bar{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{v_{si}}} \qquad \textbf{(A.2.4-1)}$$

donde:

v_{si} = velocidad media de la onda de cortante del suelo del estrato i, medida en campo, en m/s

d_i = espesor del estrato i, localizado dentro de los 30 m superiores del perfil

4.3.1. Clasificación de perfil de suelo según su Vs

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

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ 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 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
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: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Tabla 11: Clasificación del perfil de suelo – A.2.4.1

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

4.4. Propiedades geomecánicas de referencia

Material	Compacidad	Densidad Relativa	N (SPT)	γ_{seca} (g/cm^3)	Relación de vacíos	Ángulo de fricción interna
GW: gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena	Densa Media Suelta	75% 50% 25%	90 55 < 28	2.21 2.08 1.97	0.22 0.28 0.36	40° 36° 32°
GP: gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena	Densa Media Suelta	75% 50% 25%	70 50 < 20	2.04 1.92 1.83	0.33 0.39 0.47	38° 35° 32°
SW: arenas bien graduadas, arenas gravosas	Densa Media Suelta	75% 50% 25%	65 35 < 15	1.89 1.79 1.70	0.43 0.49 0.57	37° 34° 30°
SP: arenas mal graduadas, arenas gravosas	Densa Media Suelta	75% 50% 25%	50 30 < 10	1.76 1.67 1.59	0.52 0.60 0.65	36° 33° 29°
SM: arenas limosas	Densa Media Suelta	75% 50% 25%	45 25 < 8	1.65 1.55 1.49	0.62 0.74 0.80	35° 32° 29°
ML: limos inorgánicos, arenas muy finas	Densa Media Suelta	75% 50% 25%	35 20 < 4	1.49 1.41 1.35	0.80 0.90 1.00	33° 31° 27°

donde: γ seca: peso unitario seco

Tabla 12: Valores típicos de parámetros geomecánicos según la clasificación SUCS, (Casagrande, A. 1948)

Suelo	Granulometría		Coef. Uniformidad	Límites de Alterberg			Pesos unitarios		
	< 0.06 mm	< 2.0 mm	CU	LL	LP	IP	γ	γ'	e_h
	%	%		%	%	%	[kN/m^3]	[kN/m^3]	%
Grava uniforme	< 5	< 60	2 - 5	-	-	-	16 - 19	9.5 - 10.5	4 - 1
Grava arenosa con pocos finos	< 5	< 60	10 - 100	-	-	-	21 - 23	11.5 - 13.5	6 - 3
Grava arenosa con finos limosos o arcillosos que no alteran la estructura granular	8 - 15	< 60	30 - 300	20 - 45	16 - 25	4 - 25	21 - 24	11.5 - 14.5	9 - 3
Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos	20 - 40	< 60	100 - 1000	20 - 50	16 - 25	4 - 30	20 - 22.5	10.5 - 13.0	13 - 6
Arena uniforme - fina	< 5	100	1.2 - 3	-	-	-	16 - 19	9.5 - 11.0	22 - 8
Arena uniforme - gruesa	< 5	100	1.2 - 3	-	-	-	16 - 19	9.5 - 11.0	16 - 6
Arena bien gradada y arena con grava	< 5	> 60	6 - 15	-	-	-	18 - 21	10 - 12	12 - 5
Arena con finos que no alteran la estructura granular	8 - 15	> 60	10 - 50	20 - 45	16 - 25	4 -25	19 - 22.5	10.5 -13.0	15 -4
Arena con finos que alteran la estructura granular	20 - 40	> 60 , > 70	30 - 500	20 - 50	16 - 30	4 - 30	18 - 21	9.0 - 11.0	20 - 8
Limo poco plástico	> 50	> 80	5 - 50	25 - 35	21 - 28	4 - 11	17.5 - 21	9.5 - 11	28 - 15
Limo de plasticidad media a alta	> 80	100	5 - 50	35 - 60	22 - 25	7 - 25	17 - 20	8.5 - 10.5	35 - 20
Arcilla de baja plasticidad	> 80	100	6 - 20	25 - 35	15 - 22	7 - 16	19 - 22	9.5 - 12.0	28 - 14
Arcilla de plasticidad media	> 90	100	5 - 40	40 - 50	18 - 25	16 - 28	18 - 21	8.5 - 11	38 - 18
Arcilla de alta plasticidad	100	100	5 - 40	60 - 85	20 - 35	33 - 55	16.5 - 20	7 - 10	55 - 20
Limo o arcilla orgánicos	> 80	100	5 - 30	45 - 70	30 - 45	10 - 30	15.5 -18.5	5.5 - 8.5	60 - 26
Turba	-	-	-	-	-	-	10.4 -12.5	0.4 - 2.5	800 - 80
Fango	-	-	-	100 - 250	30 - 80	50 - 170	12.5 - 16	2.5 - 6	160 - 50

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

Suelo	Proctor		Compresibilidad oedométrica $E_{oed} = E_0 \cdot \sigma_{at}\left(\frac{\sigma}{\sigma_{at}}\right)^n$		Resistencia al corte			Permeabilidad
	γ_{opt}	w_{opt}	E_0	n	ϕ'	c'/σ'_{vc}	$\phi'r$	k
	[T/m³]	%	[-]	[-]	[°]	[-]	[°]	[m/s]
Grava uniforme	1.7 - 1.9	8 - 5	400 - 900	0.6 - 0.4	34 - 42	-	32 - 35	$2*10^{-1}$ - 10^{-2}
Grava arenosa con pocos finos	2 - 2.25	7 - 4	400 - 1100	0.7 - 0.5	35 - 45	-	32 - 35	10^{-2} - 10^{-6}
Grava arenosa con finos limosos o arcillosos que no alteran la estructura granular	2.1 - 2.35	7 - 4	400 - 1200	0.7 - 0.5	35 - 43	0.01 - 0	32 - 35	10^{-5} - 10^{-8}
Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos	1.9 - 2.2	10 - 5	150 - 400	0.9 - 0.7	28 - 35	0.02 - 0.008	22 - 30	10^{-7} - 10^{-11}
Arena uniforme - fina	1.6 - 1.75	15 - 10	150 - 300	0.75 - 0.6	32 - 40	-	30 - 32	10^{-4} - $2*10^{-5}$
Arena uniforme - gruesa	1.6 - 1.75	13 - 8	250 - 700	0.7 - 0.55	34 - 42	-	30 - 34	10^{-3} - $5*10^{-4}$
Arena bien gradada y arena con grava	1.9 - 2.15	10 - 6	200 - 600	0.7 - 0.55	33 - 41	-	32 - 34	$5*10^{-4}$ - $2*10^{-5}$
Arena con finos que no alteran la estructura granular	2 - 2.2	11 -7	150 - 500	0.8 - 0.65	32 - 40	0.01 - 0	30 - 32	$2*10^{-5}$ - $5*10^{-7}$
Arena con finos que alteran la estructura granular	1.7 - 2	19 - 12	50 - 250	0.9 - 0.75	25 - 32	0.03 - 0.01	22 - 30	$2*10^{-6}$ - 10^{-9}
Limo poco plástico	1.6 - 1.8	22 - 15	40 - 110	0.8 - 0.6	28 - 35	0.01 - 0.003	25 - 30	10^{-5} - 10^{-7}
Limo de plasticidad media a alta	1.55 - 1.75	24 - 18	30 - 70	0.9 - 0.7	25 - 33	0.02 - 0.007	22 - 29	$2*10^{-6}$ - 10^{-9}
Arcilla de baja plasticidad	1.65 - 1.85	20 - 15	20 - 50	1.0 - 0.9	24 - 32	0.04 - 0.015	20 - 28	10^{-7} - $2*10^{-9}$
Arcilla de plasticidad media	1.55 - 1.75	23 - 17	10 - 30	1.0 - 0.95	20 - 28	0.06 - 0.02	10 - 20	$5*10^{-9}$ - 10^{-12}
Arcilla de alta plasticidad	1.45 - 1.65	27 - 20	6 - 20	1 - 1	12 - 20	0.1 - 0.03	6 - 15	10^{-9} - 10^{-12}
Limo o arcilla orgánicos	1.45 - 1.7	27 - 18	5 - 20	1 - 0.9	18 - 26	0.05 - 0.02	15 - 22	10^{-9} - 10^{-11}
Turba	-	-	3 - 8	1 - 1	24 - 30	0.025 - 0.008	-	10^{-5} - 10^{-8}
Fango	-	-	4 - 10	1 - 0.9	18 - 26	0.025 - 0.008	-	10^{-7} - 10^{-9}
σ_{at}: presión atmosférica = 101 kPa								
σ'_{vc} : esfuerzo efectivo vertical								
$\phi'r$: ángulo de fricción residual								

Tabla 13: Valores típicos de propiedades índice, parámetros de resistencia y deformabilidad de diferentes class de suelos (Handbook of geotechnical engineering, 2002)

5. CARACTERIZACION SISMICA DEL SITIO

5.1. Amenaza sísmica según la Norma NSR-10.

Se debe ubicar el Municipio en la región correspondiente según la Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de Aa, Figura A.2.3-3 - Mapa de valores de Av y Tabla A.2.3-1 Nivel de amenaza sísmica según valores de Aa y de Av.
Se define como la amenaza sísmica. (Ver Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av). Aa = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2.
Av = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2. Ad= coeficiente de umbral de daño.

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

5.2. Movimientos sísmicos de diseño.

Los movimientos sísmicos de diseño se definen en función de la aceleración pico efectiva, representada por el parámetro Aa, y de la velocidad pico efectiva, representada por el parámetro Av, para una probabilidad del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años.

5.3. Efectos locales.

El perfil de suelo debe ser determinado por métodos científicamente aceptados, a partir de unos datos geotécnicos debidamente sustentados.

5.4. Tipo de Perfil del suelo.

Se determinan dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio, Fa y Fv; Fa = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.
Fv = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.
Los efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben evaluarse con base en los perfiles de suelo dados a en el presente estudio independientemente del tipo de cimentación empleado.

5.5. Coeficiente de Importancia.

Se define el grupo de tipo de uso de la edificación como Grupo I con un coeficiente de importancia, I, igual a 1.0. Tabla A.2.5-1 (Edificaciones de ocupación normal).

5.6. Espectro Elástico de Diseño.

La forma del espectro elástico de aceleraciones, para un coeficiente de amortiguamiento crítico de cinco por ciento (5%), que se debe utilizar en el diseño, se da en la figura.

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

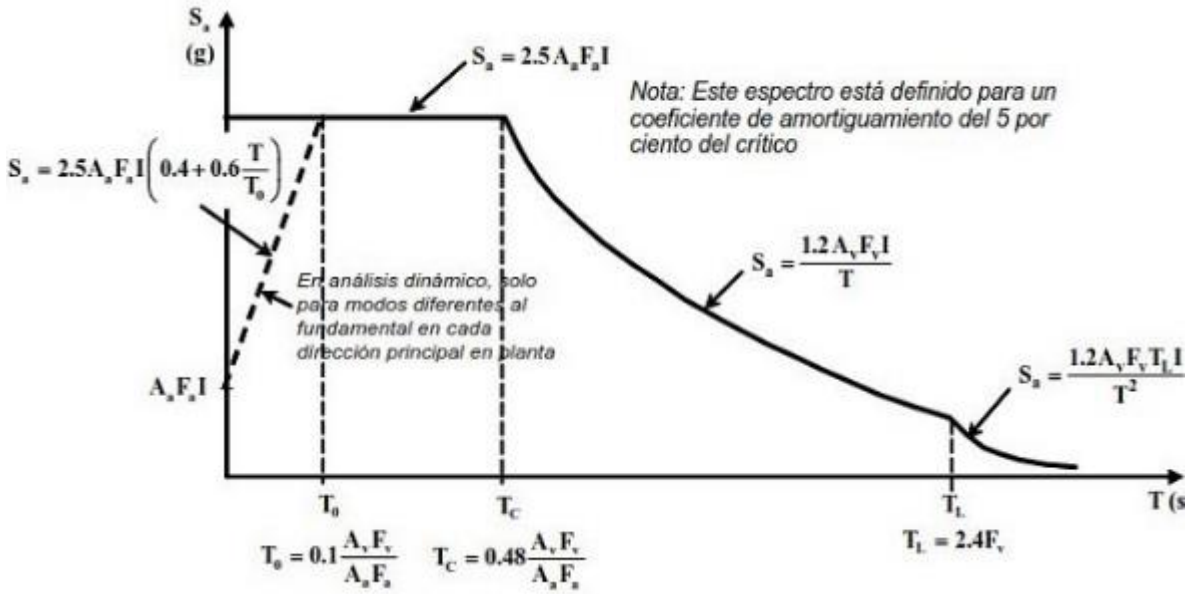


Ilustración 7: Espectro Elástico de aceleraciones NSR-10 A.2.6-1

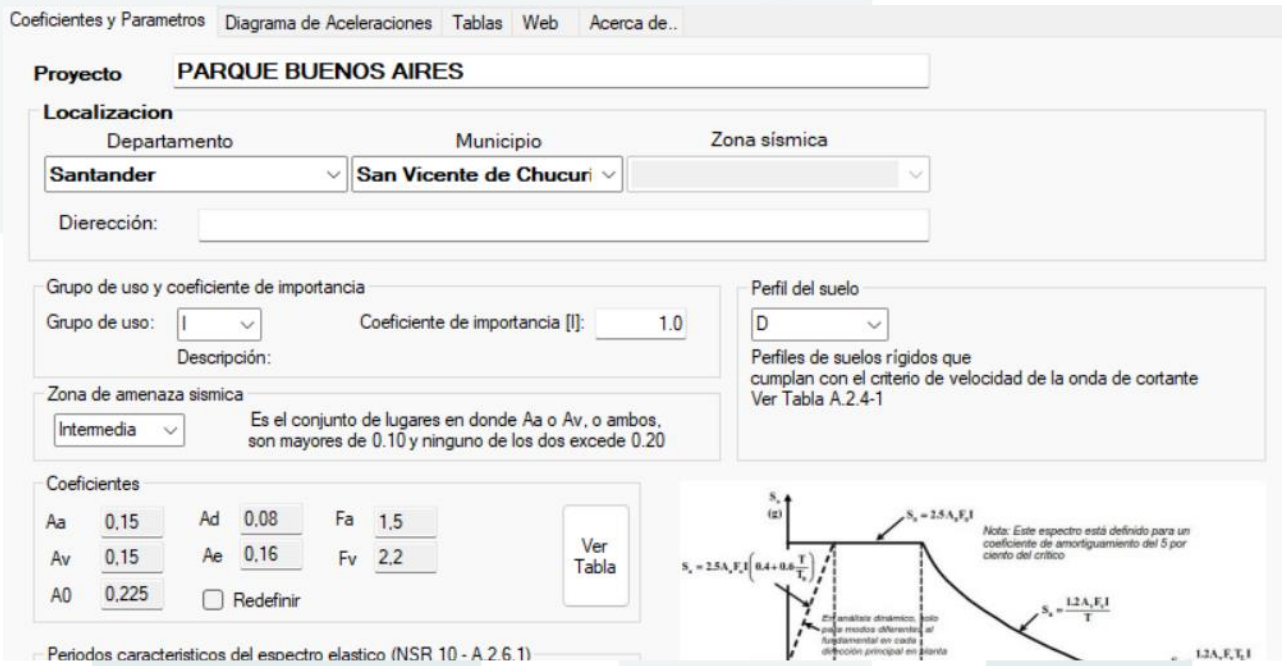


Ilustración 8: Movimientos sísmicos de diseño

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

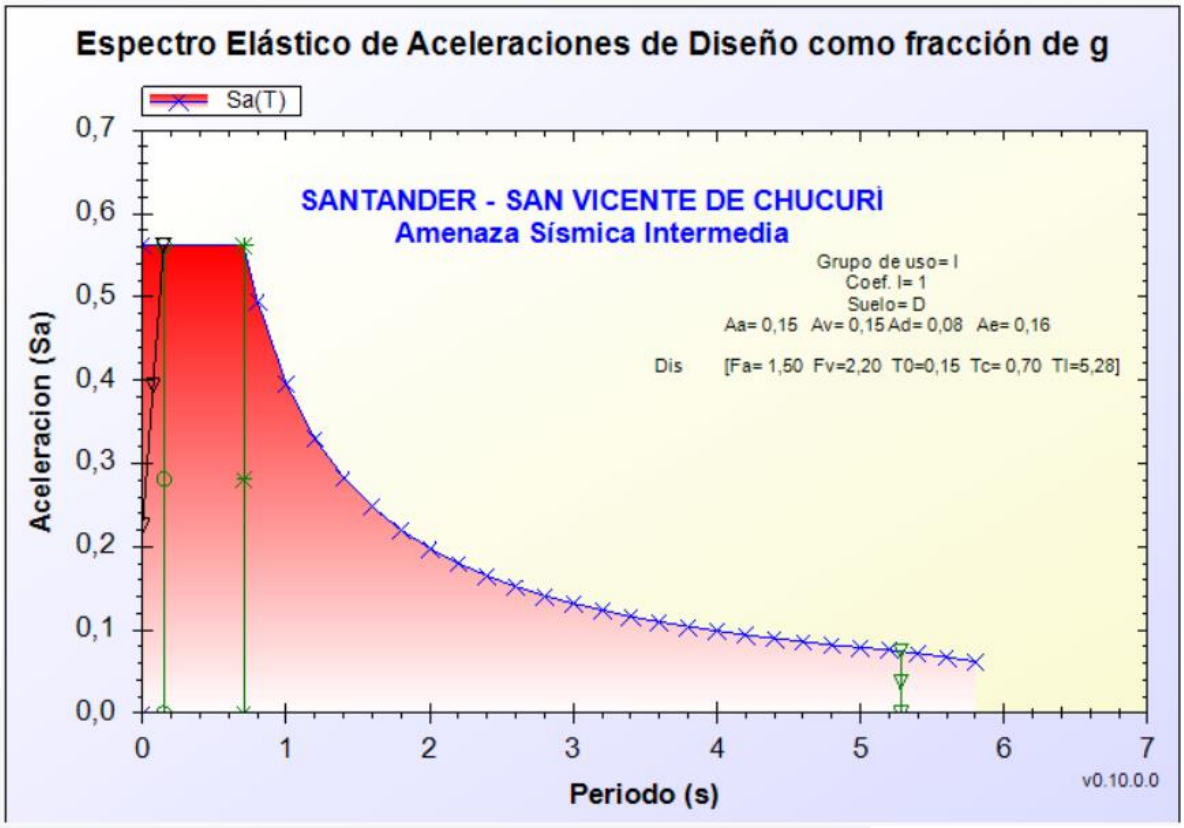


Ilustración 9: Espectro de pseudo aceleraciones

6. CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

6.1. Verificación de la capacidad portante

En primer lugar, se evaluó la capacidad portante en el estrato menos competente, de los primeros 0.6 m.

La capacidad admisible encontrada por correlaciones es 20 T/m^2 (Peck et Al, 1974)

Finalmente, se evaluó la capacidad portante en el estrato rocoso subyacente

La capacidad admisible encontrada por correlaciones es 70 T/m^2 (Peck et Al, 1974)

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124



Ilustración 10: Cálculo y verificación de capacidad portante y asentamientos. Estrato inicial



Ilustración 11: Cálculo y verificación de capacidad portante y asentamientos. Estrato rocoso

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

7. ANALISIS DE EXCAVACIONES

Con el fin de evitar algún tipo de desestabilización de la cimentación en las edificaciones vecinas se recomienda tener en cuenta algunos aspectos a la hora de su construcción. Antes de empezar el proceso de excavación se debe estar seguro del estado actual del terreno, es decir, que no existan cables eléctricos, tubos de aguas sanitarias o de gas que interfieran, Esto con el fin de determinar zonas críticas y excavarse a mano o aquellas en las que se puede excavar con la ayuda de una máquina, para ahorrar tiempo y trabajo. Entre los ítems a tener en cuenta a la hora de la excavar son:

- Edificaciones aledañas al terreno: Se debe cerciorar del estado actual y del sistema constructivo de cada una de ellas, y de su efecto sobre la excavación, como también una posible desestabilización por causa de la excavación a efectuar en cada una de sus fases, la cual es mucho más crítica y debe presentarse especial cuidado.
- Apuntalamiento. Para nuestro caso es necesario apuntalar el terreno cuando se alcance una profundidad de excavación de 1.5m, esto con el fin de evitar accidentes inesperados, por el comportamiento del suelo. El Apuntalamiento se utiliza para prevenir el derrumbe de los costados de una excavación, consistente en marcos de madera o acero con entablado estrecho entre ellos. La excavación e instalación de soportes deberá continuar entonces por etapas, hasta llegar a la profundidad deseada.

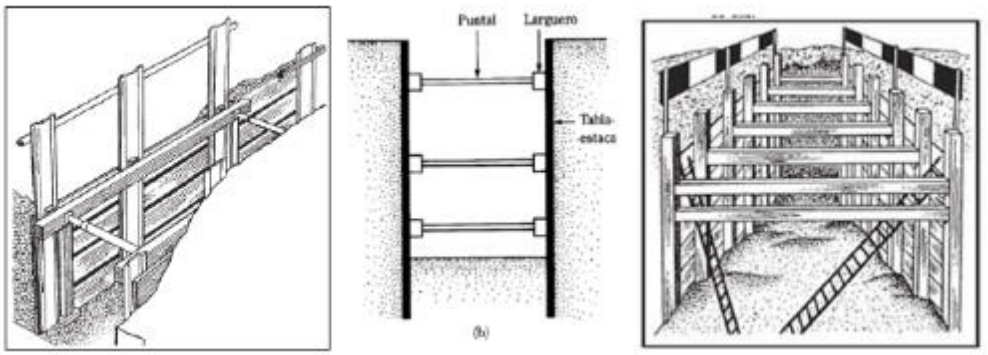


Ilustración 12: Esquema de apuntalamiento lateral

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

8. CONCLUSIONES

- Se sugiere realizar el manejo de las aguas subterráneas para ejecutar las excavaciones y así evitar la realizar trabajos en condiciones sumergidas para materiales granulares.
- De acuerdo con la caracterización físico mecánica realizada, en campo y en laboratorio se evidencia un alto contenido de material Granular tipo arena con presencia de limos con baja plasticidad.
- Las características de las exploraciones de campo representadas en los sondeos y apiques, fueron coincidentes, por tanto constituyeron una muestra representativa del perfil estratigráfico que nos interesaba en desarrollo del presente proyecto.
- Se encuentra un perfil acorde con el estudio de suelos preliminar, en donde se observa un estrato rocoso a una profundidad media de 0.6 m, el suelo encontrado es de las mismas características que el descrito en el mencionado informe.
- Se halló un suelo con características compatibles con un lleno antrópico en el costado norte del lote, se recomienda reemplazar el suelo con baja compactación, y características pobres por un relleno en material seleccionado.

9. RECOMENDACIONES

9.1. Tiempo máximo de exposición excavaciones

El Reglamento NSR-10 exige indicar en el estudio geotécnico el tiempo máximo de exposición del suelo en los cimientos.
Se recomienda que la exposición del suelo no sea superior a 12 horas; por esta razón se recomienda el colocar un solado o concreto pobre en toda el área perimetral del cimiento inmediatamente se realicen las excavaciones.
Para este proceso se recomienda colocar una malla de gallinero que evite el agrietamiento excesivo de esta protección.

9.2. Disposición de sobrantes

La norma NSR-10 exige que en el estudio geotécnico se indique la forma y sitio de disposición de sobrantes.
Se recomienda los sobrantes de las excavaciones transportarlos y depositarlos en un botadero que tenga la respectiva licencia ambiental para su funcionamiento.

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

9.3. Recomendaciones geotécnicas para la protección de edificaciones y predios vecinos.

Actas de vecindad

Es importante que se realicen con detalle las actas de vecindad con las construcciones y zonas cercanas al proyecto y se ajusten a los lineamientos del PBOT del municipio.
Se recomienda seguir la guía de trabajo seguro en excavación 2014 del ministerio del trabajo.

- Las excavaciones mayores H = 2.00 de llegar a presentarse deberá ser protegidas y con paso restringido en los periodos no laborales para evitar en lluvias perdida de la estructura como tal de la excavación por saturaciones de la masa del terreno y accidentes que llegare a presentar.
- Se recomienda realizar protección y apuntalamiento de muros en adobe o tapia realizar estabilización con cal para las bases expuestas de las casas colindantes y los muros en tapia proteger con plásticos o aislantes que no genere inestabilidad o debilitamiento en los muros de adobe o tapia.
- Se recomienda que el flujo subterráneo sea encausado usando tubería de PVC o similar y evacuadas a sistemas de recolecciones de aguas pluviales de la empresa de acueducto de San Vicente de Chucurí

9.4. Recomendaciones generales

- Chequear que el proceso y etapas de excavación se estén realizando de acuerdo con las recomendaciones del presente estudio.
- Inspeccionar el proceso de la excavación, la localización de los drenes (si son necesarios), proceso por etapas. Examinar los predios y vías vecinas para determinar si existe alguna incidencia del proyecto.
- Comprobar que el procedimiento de construcción de los cimientos se esté realizando de acuerdo con las especificaciones.

LUIS ALBERTO CERVERA TERÁN
Ing. Civil – Msc. Ingeniería Estructural
Esp(c) Geotecnia Ambiental
M.P. 68202-72037 STD

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

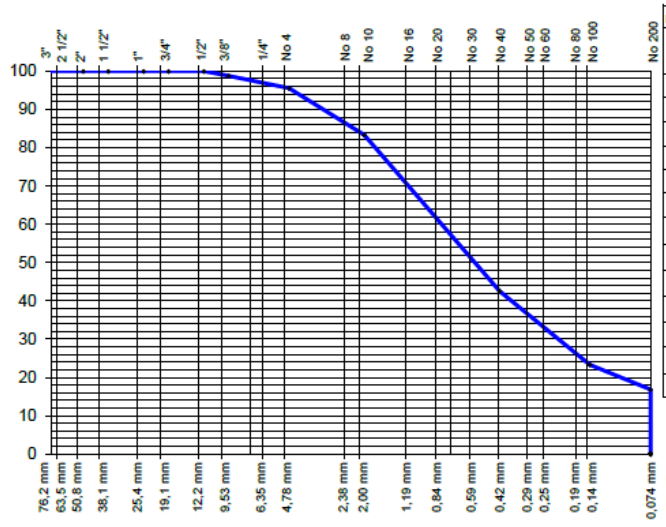
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. (2010). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- SUAREZ D, Jaime. Cimientos, Universidad Industrial de Santander. Segunda Edición. Abril de 1992
- BOWLES, Joseph E. Foundation Analysis and Design. Fourth Edition. McGraw-Hill Book Company. Singapore, 1988.
- CRESPO V, Carlos. Mecánica de suelos y Cimentaciones. Editorial Limusa. México, 1998.
- ROYERO GUTIÉRREZ José María, CLAVIJO Jairo, Mapa Geológico Generalizado Departamento De Santander, Ingeominas, 2.001
- TERZAGHI, Karl; PECK Ralph B. Mecánica de suelos en la Ingeniería práctica. Segunda edición. Cuarta reimpresión. Editorial El Ateneo S.A. España, 1980.
- PECK, Ralph, HANSON, Walter E. THORNBURN, Thomas H, .Ingeniería de cimentaciones. Talleres de imprenta técnica de Azafrán. México, Enero de 1982.
- Principios de Ingenieria de Cimentataciones " Braja M. Das
- Bard, P. Y. ves. (1999). Microtremor Measurements: A Tool for Site Effect Estimation. En: The Effects of Surface Geology on Seismic Motion. Eds. Irikura, K., Kudo, K. Okada, H. Satasini, T. Balkema, Rotterdam, 3(9058090302), 1251–1279.
- Dikmen, Ü. (2010). Reply to comment on "Statistical correlations of shear wave velocity and penetration resistance for soils." Journal of Geophysics and Engineering, 7(1), 803–804. doi:10.1088/1742-2132/7/1/N02
- Mayne, P. W. (2001). Stress-strain-strength-flow parameters from enhanced in-situ tests. Measurement, 27–48.

cverateran@hotmail.com
+57 3118119124

11. ANEXO ENSAYOS COMPLEMENTARIOS DE LABORATORIO

LUIS ALBERTO CERVERA INGENIERIA ESTRUCTURAL GEOTECNIA Y SUELOS CONSTRUCCION E INTERVENTORIA	**CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **(PASA 200 - ANÀLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS - LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLASTICO)** NORMAS I.N.V. E - 214/123/125/126	CÓD. **BSAS-001** FECHA ENSAYO: 01/02/2026

CLIENTE : ING LUIS CERVERA
PRYECTO : PARQUE BUENOS AIRES SONDEO 1 MUESTRA 2 PROFUNDIDAD : 0.45 A 0.90 cm
DESCRIPCION : ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA DE MUY POCA PLASTICIDAD



GRADACIÓN

PESO INICIAL (gr) :			341.6
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	100.0
1/2"	0.0	0.0	100.0
3/8"	4.3	1.3	98.7
No 4	10.8	3.2	95.6
10	41.8	12.2	83.3
40	139.6	40.9	42.5
100	65.4	19.1	23.3
200	22.1	6.5	16.9
-200	57.6	16.9	0.0

LIMITES DE ATTERBERG

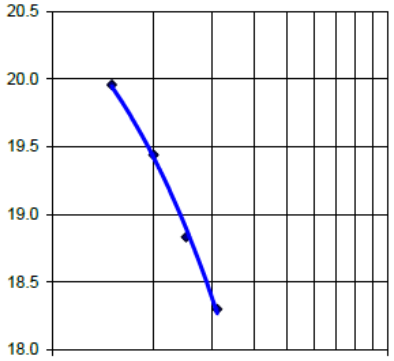
LÍMITE LíQUIDO

No GOLPES	31	20	15	
P_1 (gr)	31.01	30.69	32.02	
P_2 (gr)	27.29	26.81	27.86	
P_3 (gr)	6.95	6.85	7.02	
% HUMEDAD	18.3	19.4	20.0	

LÍMITE PLÁSTICO **w. Nral**

P_1 (gr)	18.82	15.81		68.30
P_2 (gr)	17.76	14.60		64.83
P_3 (gr)	11.66	7.43		7.22
% HUMEDAD	17.4	16.9		6.0

LÍMITES DE ATTERBERG



OBSERVACIONES:

% gravas	3.4
% arena	79.7
% finos	16.9
total	100

LÍMITE LÍQUIDO:	18.8
LÍMITE PLASTICO:	17.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	1.7
HUMEDAD NATURAL:	6.0
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	-6.5

CLASIFICACIÓN

ÍNDICE DE GRUPO	0
A A S H T O :	A - 1 - b
U. S. C. :	SM

JOSE VICENTE PAEZ
LABORATORISTA

ING JOSE M PAEZ
REVISO

cerverateran@hotmail.com
+57 3118119124

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4581637

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LUIS ALBERTO CERVERA TERAN, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 91295503, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-72037 desde el 14 de Mayo de 1998, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1217.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los nueve (09) días del mes de Julio del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.