



**CIVILAB INGENIERIA S.A.S**

Laboratorio de Suelos Concretos y Pavimentos  
NIT. 901060500-6

## **ESTUDIO DE SUELOS**

**CONSTRUCCION DE DOS TANQUES ELEVADOS Y UNO SEMIENTERRADO EN  
LA URBANIZACION RINCON DE LAS MARGARITAS**

**INTERESADO:  
RINCON DE LAS MARGARITAS**

**VILLAVICENCIO - META  
NOVIEMBRE de 2018**

CALLE 14 N° 10B-58 BARRIO EL ESTERO  
EMAIL [Civilabingenieriasas@gmail.com](mailto:Civilabingenieriasas@gmail.com) TELEFONO: 320 2937592



## TABLA CONTENIDO

1.	INTRODUCCION .....	4
2.	OBJETIVOS .....	5
2.1.	OBJETIVO GENERAL .....	5
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
3.	ALCANCE DEL ESTUDIO.....	6
4.	METODOLOGIA.....	6
5.	DETERMINACION NUMERO DE SONDEOS.....	7
6.	TRABAJO DE CAMPO .....	8
7.	CARACTERIZACION DEL AREA DEL ESTUDIO .....	9
7.1.	GEOGRAFIA REGIONAL .....	10
7.2.	ORIGEN GEOLOGICO .....	12
8.	ESTUDIOS, ANALISIS DE INGENIERIA Y RESULTADOS .....	15
8.1.	PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUB SUELO.....	15
9.	PERFIL GENERAL DEL SUBSUELO .....	16
10.	ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO .....	17
11.	CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELOS NSR-10 A.2.4.1 .....	18
12.	CAPACIDAD PORTANTE.....	19
13.	TIPO DE ESTRUCTURA Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN .....	21
13.1.	DESCRIPCION SISTEMA ESTRUCTURAL .....	22
13.1.	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION.....	22



14.	DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE .....	23
15.	VERIFICACION CAPACIDAD PORTANTE.....	24
16.	EVALUACION DE ASENTAMIENTOS .....	25
17.	POTENCIAL DE LICUACION.....	27
18.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	28
18.1.	ANALISIS DE LOS PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS DE LAS ALTERNATIVAS DE CIMENTACION Y CONTENCIÓN.....	28
19.	REGISTRO FOTOGRAFICO PERFORACIONES REALIZADAS .....	32
20.	CONTROL DE INFILTRACIONES Y NIVEL FREATICO .....	33
20.1.	LIMITACIONES .....	33



## 1. INTRODUCCION

El presente estudio está encaminado a determinar las principales Características y los Parámetros geomecánicos más representativos del subsuelo en el sector donde se va a llevar a cabo el proyecto, CONSTRUCCION DE DOS TANQUES ELEVADOS Y UNO SEMIENTERRADO EN LA URBANIZACION RINCON DE LAS MARGARITAS.

A través del presente estudio geotécnico, se logra determinar el tipo de suelo, sus propiedades físico-mecánicas más representativas, el perfil estratigráfico y la capacidad portante del subsuelo a diferentes profundidades, así como la profundidad de cimentación más adecuada para esta estructura en función de su capacidad de soporte y evaluación de asentamientos.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio geotécnico en un sector ubicado al interior del casco urbano del municipio de Villavicencio, en el departamento del Meta, en donde se pretende adelantar la construcción Tanques de almacenamiento de agua.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Realizar dos (02) sondeos a una profundidad de 6.0 metros cada uno, de tal manera que se tenga la mayor cobertura de la zona a estudiar para determinar el estado actual del subsuelo y definir los espesores de los estratos presentes en el predio, con el fin de determinar las variables Fricción Interna del Suelo y Cohesión del suelo.

- ❖ Levantar el perfil estratigráfico tipo del subsuelo del área de estudio, mediante la información suministrada por los sondeos.
- ❖ Determinar los niveles freáticos del área de estudio.
- ❖ Cumplir a cabalidad los requerimientos del Título H de la NSR 10 en cuanto a número de sondeos y profundidad mínima para unidades de construcción de complejidad baja.
- ❖ Proponer un sistema de cimentación adecuado para la edificación. Asimismo, verificar la capacidad portante y asentamientos del terreno haciendo un adecuado uso de los factores de seguridad directos e indirectos propuestos en la NSR-10.
- ❖ Establecer la probabilidad o potencial de ocurrencia de fenómenos de licuación en el área.



### 3. ALCANCE DEL ESTUDIO

De acuerdo al número de Sondeos realizados y a los ensayos de laboratorio dispuestos para el Estudio; se buscará simular las características del subsuelo donde se llevará a cabo el proyecto, CONSTRUCCION DE DOS TANQUES ELEVADOS Y UNO SEMIENTERRADO EN LA URBANIZACION RINCON DE LAS MARGARITAS.

Con lo anterior se determinará la Capacidad Portante del Terreno, El perfil estratigráfico del suelo existente, y se hallarán los parámetros fricción, cohesión, índice de plasticidad, granulometría, entre otros; para la clasificación de estos suelos con fines de ingeniería.

### 4. METODOLOGIA

El presente estudio de suelos se establece siguiendo los procedimientos reglamentados por la norma NSR 10 y la Norma Técnica Colombiana para clasificación de Suelos.

Dentro de los ensayos geotécnicos se realizaron pruebas in situ y a nivel de laboratorio para de esa manera determinar las principales características del subsuelo de la zona de estudio. Para este proceso se reconocen los siguientes pasos.

- ❖ Reconocimiento del terreno
- ❖ Recopilación y revisión bibliográfica de otros estudios del municipio
- ❖ Trabajo de campo (Sondeos)
- ❖ Trabajo de laboratorio
- ❖ Análisis de geotecnia y resultados



## 5. DETERMINACION NUMERO DE SONDEOS

Para realizar una adecuada exploración del terreno, se deben tener en cuenta las consideraciones que hace la NSR-10 en el título H "Estudios Geotécnicos", más específicamente en el capítulo H.3.1-1 y H.3.2-1.

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

La edificación clasifica como Categoría Baja.

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

Debido a que el proyecto corresponde a la categoría baja, se decidió ejecutar (2) sondeos que garanticen una profundidad de exploración de 6.0 m. cada uno.

**Grupo I – Estructuras de ocupación normal** - Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de la NSR-10, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

El coeficiente de importancia es de 1.0

Tabla A.2.5-1  
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

CALLE 14 N° 10B-58 BARRIO EL ESTERO

EMAIL [Civilabingenieriasas@gmail.com](mailto:Civilabingenieriasas@gmail.com) TELEFONO: 320 2937592



## 6. TRABAJO DE CAMPO

Una vez realizado el reconocimiento del terreno, se ubicaron de forma específica los puntos estratégicos de exploración en los sectores que se escogieron para que abarcaran la zona de estudio.

Finalmente se consignó la descripción visual de los estratos, las profundidades en donde se presentaron cambios en la estratigrafía y una relación detallada de las muestras tomadas. Todas las muestras se rotularon y empaclaron para ser transportadas al laboratorio.

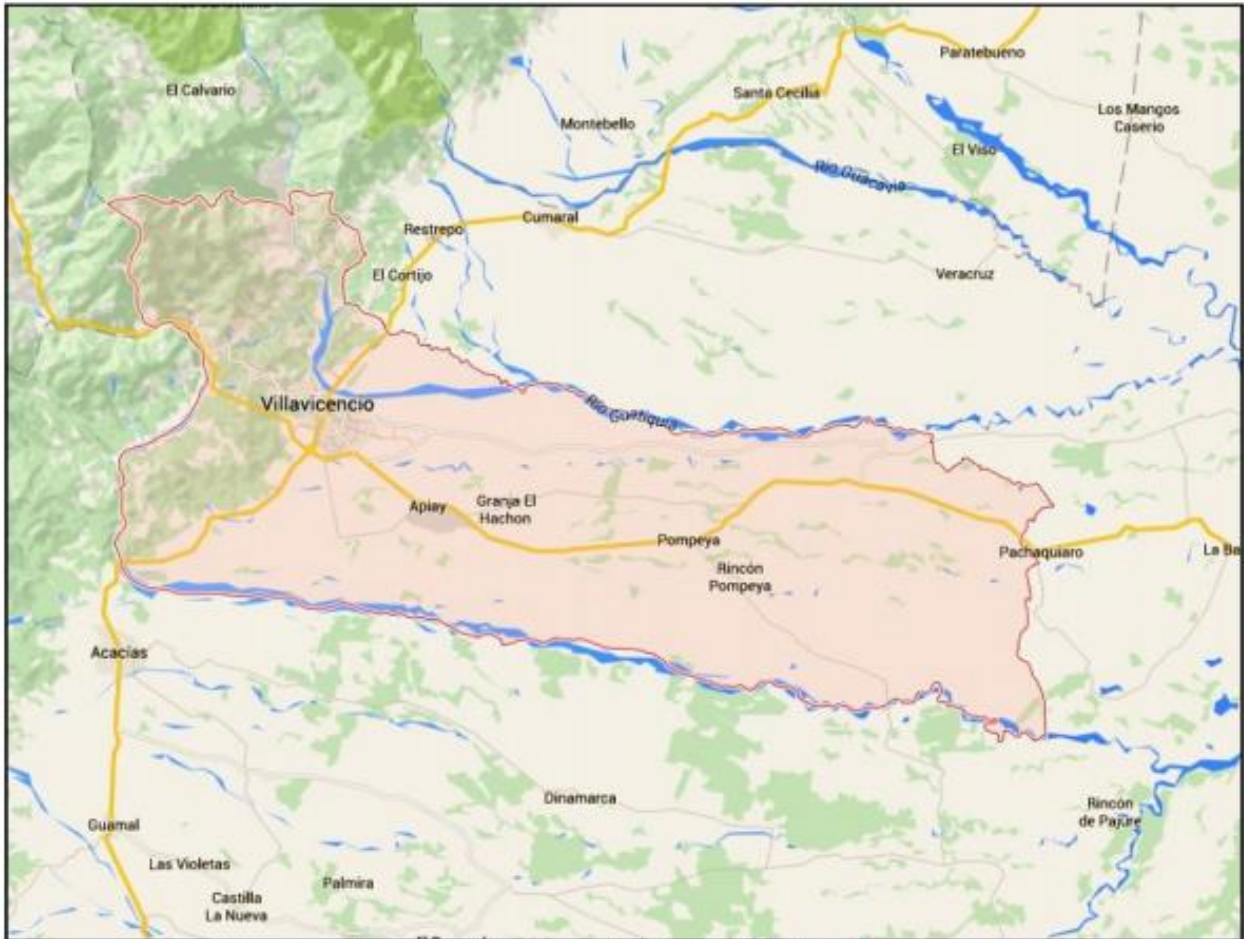


Fotografía de una de las perforaciones realizadas al interior del área de estudio. En total se ejecutaron 4 perforaciones con equipo de perforación manual hasta 6.0 m. de profundidad cada una.



## 7. CARACTERIZACION DEL AREA DEL ESTUDIO

El área del estudio se encuentra ubicada en la urbanización Rincon de las Margaritas, sector Centro Ecuestre, en el municipio de Villavicencio - Meta.



Localización del municipio de Villavicencio.

Fuente: <https://www.google.com.co/maps/place/Villavicencio+Meta>



## 7.1. GEOGRAFIA REGIONAL

Villavicencio se ubica en el piedemonte de la Cordillera Oriental, al noroccidente del departamento del Meta, en la margen derecha del río Guatiquía. Sus límites geográficos son:



Topográficamente se distinguen dos regiones: una montañosa ubicada al Occidente y Noroccidente, formada por el costado de la Cordillera Oriental; la otra, una planicie inclinada ligeramente hacia el Oriente y el Nororiente, corresponde al piedemonte de la cordillera, bordeada al Norte por el río Guatiquía. En la parte central de esta planicie cruzan los ríos Ocoa y Negro, además de numerosos caños y afluentes menores.

En el noroccidente se encuentra el P.N.N Chingaza con sus alrededores de El calvario y San Juanito, al occidente del departamento se encuentra el P.N.N Sumapaz con cercanía a Bogotá.



## UBICACIÓN GEOGRAFICA DE VILLAVICENCIO



Por su ubicación en el pie de la cordillera, las lluvias cambian bastante de una a otra parte de la ciudad. El régimen de precipitación en el municipio se caracteriza por presentar un período lluvioso entre los meses de abril a noviembre y un período seco entre los meses de diciembre a marzo. La humedad relativa promedio es del 80% disminuyendo en los meses donde la temperatura aumenta (enero a marzo) hasta un 66%. La población de Villavicencio ubica a la ciudad en el puesto número 18 de la Red Urbana Colombiana, pero por la cantidad y complejidad de las actividades económicas, sociales y de servicios que se cumplen en su territorio, clasifican en el puesto No. 12 de la Red Urbana Colombiana.

CALLE 14 N° 10B-58 BARRIO EL ESTERO

EMAIL [Civilabingenieriasas@gmail.com](mailto:Civilabingenieriasas@gmail.com) TELEFONO: 320 2937592



## 7.2. ORIGEN GEOLOGICO

El sistema tiene una estructura piramidal, cuyo vértice lo constituyen las estructuras geológicas a nivel continental, a saber: Cordilleras de plegamiento, escudos o cratones y geosinclinales o grandes cuencas de sedimentación.

A partir de las anteriores unidades, surgen cinco categorías o niveles de generalización fisiográfica, que de lo general a lo particular son: Provincia fisiográfica, unidad climática, gran paisaje o unidad genética del relieve, paisaje y subpaisaje.

### LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

Las formaciones que afloran en Villavicencio varían desde el Paleozoico hasta el Cuaternario.

#### Rocas Precámbricas a Jurasicas

➤ Metamorfitas del Quetame (Peq)

Constan de varios conjuntos de metamórficas, cuarcitas, filitas verdes, grises y moradas, metalimolitas y en menor proporción por esquistos sercíticos y cloríticos y brechas cataclásticas. Afloran entre los caños Buque y Parrado al oeste de la falla El Mirador (Ingeominas. 1996).

➤ Formación Brechas de Buenavista (Jsb)

Según Dorado (1990) esta formación consta de un segmento inferior donde se encuentran ruditas o conglomerados cementados en cuya armazón predominan fragmentos angulosos de pizarras, filitas y esquistos y en menor porcentaje, fragmentos de conglomerados ortocuarcíticos con cantos redondeados de cuarzo lechoso.



## Rocas Cretáceas

### ➤ Formación Lulitas de Macanal (Klim)

Consta de lodolita gris oscura, laminar con delgadas intercalaciones de arenisca lítica de grano medio, con algunos niveles calcáreos (Ingeominas, 1996). Esta formación conforma principalmente el relieve ubicado al norte y noreste de Villavicencio.

### ➤ Formación Arenisca de Caqueza (Kic)

Consta de areniscas cuarzosas, blancas de grano medio a conglomerático con gránulos de cuarzo de hasta 1cm de diámetro. Presenta intercalaciones de lodolita gris verdosa (Ingeominas, 1996). Conforman una franja que se extiende desde el suroeste en dirección NNE.

### ➤ Formación Fomeque (Kif)

Consta de arcillolitas pardo amarillentas, alternando con areniscas líticas de color gris, localmente calcáreas, en capas medias a gruesas (Ingeominas, 1996). Conforman una franja delgada que se extiende en dirección paralela a la estructura principal (NNE).

### ➤ Formación Une (Kiu)

Consta de arenisca de color gris claro a blanco amarillento, cuarzosa, de grano grueso a ligeramente conglomerático, con granulos de hasta 5 cm de diámetro, constituidos por cuarzo blanco lechoso (Ingeominas, 1996).

### ➤ Formación Chipaque (Ksc)

Consta de lodolita negra a gris oscura en bancos gruesos, con intercalaciones de arenisca cuarzosa de color gris claro a gris oscuro, de grano medio en capas de 40 cm de espesor (Ingeominas, 1996). Aflora al nororiente de Villavicencio en las colinas inferiores ubicadas al occidente de la vía Villavicencio- Cumaral.

### ➤ Grupo Palmichal (Ktp)

Consta de un nivel inferior con predominio arenoso, un nivel intermedio de lulitas arcillosas con esporádicas intercalaciones arenosas y un nivel superior arenoso.



## Rocas Teciarias

- Formación la Corneta (Tqc)

Consta de conglomerado que incluye desde bloques hasta guijos de cuarcita, arenisca y lodolita en matriz arenosa gruesa (Ingeominas, 1996). Aflora en las colinas bajas que se ubican al suroccidente de Villavicencio, ubicadas al occidente de la vía Villavicencio – Acacias.

## Depositos Cuaternarios

- Abanicos Coluvio Aluviales (Qcd)

En la parte más alta del abanico de Villavicencio se sitúa la ciudad, donde predominan los suelos de textura franco limosa. Conforman un cono terraza aluvial torrencial.

- Coluviones (Qdc)

Son depósitos recientes de taludes, producto del desgarre de materiales en la parte alta de las laderas.

- Terrazas aluviales (Qt)

El área de las terrazas aluviales, en sus niveles altos y bajos, se localiza en ambos márgenes del río Guatiquia. Son depósitos que conforman diferentes niveles de altura y desarrollo de escarpes aterrazados.

- Depósitos aluviales recientes (Qal)

Esta unidad está formada por aluviones recientes denominados generalmente Vegas; se hallan a lo largo de los ríos Guatiquia, Ocoa y Upin, que al salir de la cordillera forman un sistema entrelazado con muchos brazos en su lecho y frecuentes desplazamientos.








## 8. ESTUDIOS, ANALISIS DE INGENIERIA Y RESULTADOS

### 8.1. PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUB SUELO

Con base en las exploraciones de campo y las muestras analizadas en el laboratorio se logró construir el siguiente perfil tipo del área en donde se llevó a cabo el presente estudio.

N.P.L.L : NO PRESENTA LIMITES LIQUIDOS      N.P.L.P : NO PRESENTA LIMITES PLASTICOS      N.P.I.P : NO PRESENTA INDICE DE PLASTICIDAD

PROFUNDIDAD EXPLORADA	DESCRIPCION SUB SUELO	PERFIL	Limite Liquido	Limite Plastico	Indice Plasticidad
0 mts					
-	GRAVA LIMOSA DE GRAN TAMAÑO COLOR CAFÉ CLARO		N.P.L.L	N.P.L.P	N.P.I.P
-		0,60 m			
1 mts					
-					
2 mts	LIMO ARCILLOSO CON POCO GRAVA COLOR CAFÉ CLARO		27,30	15,68	11,62
-					
3 mts					
-					
4 mts		4,05 FINAL			
-					
5 mts	CONGLOMERADO ROCOSO CON BOLOS DE GRAN TAMAÑO				
-					
6 mts					

NOTA: NO SE REGISTRO NIVEL FREATICO

Durante el proceso de perforación no se detectó agua o Nivel freático (N.F) en las perforaciones realizadas.

CALLE 14 N° 10B-58 BARRIO EL ESTERO

EMAIL [Civilabingenieriasas@gmail.com](mailto:Civilabingenieriasas@gmail.com) TELEFONO: 320 2937592



## 9. PERFIL GENERAL DEL SUBSUELO

El terreno hasta los 6.00 m. de profundidad está compuesto por una secuencia de estratos cohesivos y no cohesivos así: Inicialmente se encuentran estratos de suelo correspondientes a Gravas limosas de gran tamaño color café claro, que van desde el 0.00 m. hasta los 0.60 m. Seguido de un Limo arcilloso con presencia de gravas color café claro, que va desde 0.60 m hasta los 4.05 m, por ultimo evidenciamos un conglomerado roco con bolos de gran tamaño; final de la exploración. Durante la exploración no se evidencio presencia de niveles freáticos.

Se recomienda que la profundidad de cimentación este a partir de 1.50 metros y se realice por medio de ZAPATAS Y VIGAS, ya que de esta manera se obtiene el área de contacto y la capacidad admisible del suelo necesarios para que los asentamientos sean aceptables.

De acuerdo con la metodología del enunciado H.2.5 "SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES Y SUELOS COHESIVOS", se define el tipo de suelos presentes en el área de exploración, para efectos de la determinación del perfil de suelo A.2.4.3. NSR-10.

Debido a no se cuentan con registros de velocidad media de la onda cortante medida en campo, y se presentan estratos tanto cohesivos como granulares dentro de la exploración, se eligió el parámetro (b) que considera "el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, **N** , en golpes/píe a lo largo de todo el perfil" (NSR-10 A.2.4.3).



## 10. ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO

Segun el Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes (NSR 10) numeral A.2.2;  
El municipio de Villavicencio, se ubica según la Tabla A.2.3-2; en zona sísmica alta.

**Tabla A.2.3-2**  
Valor de  $A_a$  y de  $A_v$  para las ciudades capitales de departamento

Ciudad	$A_a$	$A_v$	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inirida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

Debido a su ubicación en zona N° 7 sísmica alta, Villavicencio cuenta con una aceleración sísmica de  $A_a=0.35$  y  $A_v=0.30$ .



## 11. CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELOS NSR-10 A.2.4.1

El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo, indistintamente que este integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de la formula representada en el titulo A capitulo 2.4.3.2

$N_i$  = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato  $i$ . El valor de  $N_i$  a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

Teniendo en cuenta lo anterior se identifica que el  $\bar{N}$  identificado en el presente estudio es **17.48** y este valor se analiza en la siguiente tabla:

**Tabla A.2.4-2**  
**Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E**

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm <sup>2</sup> )
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )

Se concluye que el tipo de perfil de suelo es tipo **D**.



## 12. CAPACIDAD PORTANTE

La estimación de la capacidad portante del terreno es pieza clave para la elaboración definitiva de los diseños estructurales de las nuevas obras. Siempre y cuando no se realicen variaciones considerables a la propuesta arquitectónica inicial. Para este rango, se determinan el número de golpes promedio más bajo (para tener la condición más crítica del suelo) y metro a metro, así:

### Registro ensayo SPT

Prueba N°	Penetración mts	Golpes Aplicados	Golpes corregidos	P. específico (ton/m <sup>3</sup> )	Peso (ton/m <sup>3</sup> )	V. Qadmisible (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,80-1,25	28	11,2	1,63	2,038	4,769
2	1,25-1,70	36	21,7	1,72	0,887	9,295
3	1,70-2,15	39	12,7	1,82	3,027	5,450
4	2,15-2,60	42	17,6	1,87	1,836	7,536
5	2,60-3,05	39	11,5	1,83	3,746	4,899
6	3,05-3,50	41	14,5	1,81	2,589	6,194
7	3,50-3,95	42	11,3	1,79	4,482	4,823
8	3,95-4,25	45	12,8	1,93	4,011	5,463
9	4,40-4,85	45	10,5	2,04	5,884	4,510
10	4,85-5,30	43	11,5	1,97	4,558	4,897
11	5,30-5,75	44	9,5	1,99	6,885	4,076
12	5,75-6,00	41	9,4	2,06	6,093	4,038

El número de golpes (corregido) por pie de penetración del ensayo SPT, dentro del estrato de cimentación considerado es en promedio de 21.7, y el peso unitario promedio es de 0.887 ton/m<sup>3</sup>.



El comportamiento del suelo a esta profundidad está influenciado por la fracción Arcillosa, por lo que el diseño de la cimentación se realizará bajo el comportamiento de un suelo de carácter no cohesivo. Esto de acuerdo con las propiedades físicas o índice del suelo de cimentación obtenidas a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

## Estimación del ángulo de fricción interna del suelo y cohesión

Tabla de relación entre N (SPT) y valores de resistencia de suelos arcillosos

N. GOLPES (SPT)	Qu (KG/CM <sup>2</sup> )	DESCRIPCION	ANGULO DE FRICCION	E (KG/CM <sup>2</sup> )
> 2	<0.25	Muy blanda	0	3
2 – 4	0.25 – 0.50	Blanda	0 – 2	30
4 – 8	0.5 – 1.0	Media	2 – 4	45 – 90
8 - 15	1.0 – 2.0	Compacta	4 – 6	90 – 200
15 - 30	2.0 – 4.0	Muy compacta	6 – 12	> 200
> 30	>4.0	Dura	> 14	

Tabla de relación entre N SPT y valores de resistencia de suelos arenosos.

N(SPT)	DESCRIPCION	VALOR CR	ANG. FRICCION	E (KG/CM <sup>2</sup> )
0 – 4	Muy floja	0 – 15	28	100
5 – 10	Floja	16 – 35	28 – 30	100 – 250
11 – 30	Media	36 – 65	30 – 36	250 – 500
31 – 50	Densa	66 – 85	36 – 41	500 – 1000
> 50	Muy densa	86 – 100	41	> 1000



El número de golpes del SPT promedio por pie de penetración en el estrato de Limos arcillosos con gravas es 36.0, por lo tanto, se determina que el material Limoarcilloso es de consistencia media rígida, por consiguiente, el valor del ángulo de fricción interna del suelo de fundación  $\Phi$  se puede estimar en  $27^\circ$ . Se deja este valor debido a que el suelo presenta altos contenidos arcillas de media plasticidad. Por otra parte, se deja una cohesión de  $0.010 \text{ Kn/m}^2$  para el estrato de cimentación de 1.50 m. de profundidad.

Los parámetros de resistencia al corte del suelo con los que se realizará el diseño de las estructuras de cimentación son:

Cohesión  $C = 0.00 \text{ Kn/m}^2$

Ángulo de Fricción Interna  $\Phi = 27^\circ$

Peso Unitario Total  $\gamma_T = 16.7 \text{ Kn/m}^3$  (Promedio)

### 13. TIPO DE ESTRUCTURA Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

De acuerdo a la profundidad de desplante ( $D_f$ ) y el ancho de los cimientos ( $B$ ), existen tres tipos de cimentación como se observa a continuación.

Tipos de Cimentación

CLASE	RELACIÓN	TIPO DE CIMENTACIÓN
Superficiales	$D_f/B = 0,0 \text{ m} - 4,50 \text{ m}$	Zapatatas y placas
Semiprofundas	$D_f/B = 5,0 \text{ m} - 10,0 \text{ m}$	Cajones – caissons
Profundas	$D_f/B \geq 10,0 \text{ m}$	Pilas – pilotes

Basados en la tabla anterior se determina realizar el diseño del sistema de cimentación superficial por medio de zapatas, cuya la relación  $B/L=1$ . El motivo por el cual se plantea este tipo de cimentación surge debido a las características geomecánicas del suelo el cual es cohesivo, y a la carga máxima que la construcción le transmitirá al suelo de cimentación,

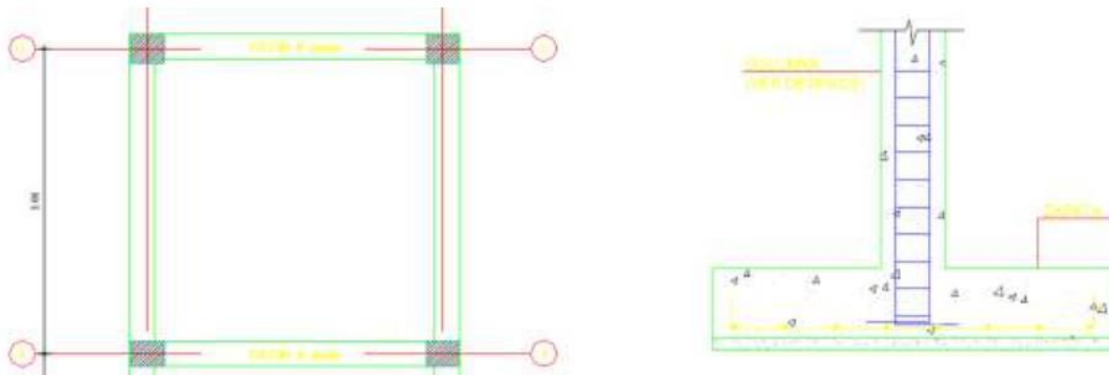


con esto se consigue obtener un factor de seguridad alto para las condiciones más extremas de carga. Si bien la cimentación se llevará a cabo a una profundidad respecto del terreno natural de 1.50 m.

## 13.1. DESCRIPCION SISTEMA ESTRUCTURAL

### CIMENTACION APORTICADA

Cuando el suelo o manto de soporte se encuentra a una profundidad relativamente limitada, es con frecuencia factible llegar a él por medio de una excavación y soportar directamente la estructura a ese nivel usando una fundación superficial. A no ser que medien dificultades especiales para excavar, se considera como profundidad límite aquella que no exceda de dos a tres veces el ancho del cimiento.



### 13.1. PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

El procedimiento para elegir la profundidad de cimentación consiste en optar por una profundidad determinada, con base en consideraciones de tipo constructivo y económico principalmente, chequeando con los factores de seguridad directos e indirectos (Norma NSR -10) si a esta profundidad el suelo de cimentación nos ofrece las condiciones de resistencia para fundar las estructuras.



Si en este chequeo no se satisface las condiciones de seguridad, se elige una profundidad mayor que no sobrepase los límites económicamente factibles, o si no, se procede a cambiar el tipo de cimentación hasta lograr una profundidad "Técnica, Económica, de Facilidad Constructiva y de Seguridad" aceptable para proceder con el diseño estructural.

## 14. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

El esfuerzo límite básico de falla de cimentaciones superficiales, puede establecerse de acuerdo con la Ecuación General de Capacidad Portante según Terzaghi:

$$\delta u = C * N_c * S_c + \gamma t * D_f * N_q * S_q + 0,5 * \gamma t * B * N_\gamma * S_\gamma$$

Donde  $N_c$ ,  $N_q$ , y  $N_\gamma$  son factores adimensionales de capacidad portante los cuales dependen únicamente del ángulo de fricción interna del suelo de fundación, calculados según las siguientes ecuaciones:

Factores de corrección por Fricción

$$N_q = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$

Factores de corrección por Sobrecarga

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

Factores de corrección por Base

$$N_\gamma = \tan \phi^2 ((K_p \gamma / \cos^2 \phi) - 1)$$

Factores de Corrección por Forma de la Cimentación

<b>Continua</b>	<b>Redonda</b>	<b>Cuadrada</b>	<b>Rectangular</b>
$S_c = 1.0$	$S_c = 1.3$	$S_c = 1.3$	$S_c = 1 + 0.2 K_p (B/L)$
$S_\gamma = 1.0$	$S_\gamma = 0.6$	$S_\gamma = 0.8$	$K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$

Siendo,

L = longitud de la cimentación



B = ancho de la cimentación

L = B

$\Phi$  = ángulo de fricción interna del suelo de cimentación

Una vez obtenidos todos los parámetros de la ecuación de Terzaghi se realizó la gráfica en la que se interrelacionan la profundidad de cimentación ( $D_f$ ) y la capacidad máximo admisible, según el ancho del cimiento (B).

Se estimó un valor de Capacidad Portante de **15.05 Ton/m<sup>2</sup>**, a una profundidad **1.50 m**.

## 15. VERIFICACION CAPACIDAD PORTANTE

Tabla H.2.4-1  
Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos

Condición	$F_{SBM}$		$F_{SBUM}$	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

### CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE, LIMITE DE FALLA

C (cohesión)= 0

Angulo de fricción material predominante= 27°



El factor de seguridad básico mínimo (**Fsbm**) para este caso es de 1.50 en condición de Carga muerta + carga viva normal (**CM+CV**); bajo este factor se determina:

$$C \text{ (cohesión)} = 0/1.50 = 0$$

$$\text{Angulo de fricción material predominante} = 27/1.50 = 18$$

$$N_c = 13.10$$

$$N_q = 5.26$$

$$N_y = 4.07$$

$$q_u = (0 \cdot 13.10) + (16.7 \cdot 1 \cdot 5.26) + (0.5 \cdot 16.7 \cdot 4.07) = 121.76 \text{ KN/m}^2$$

$$q_d = 121.76$$

Para este caso se recomienda trabajar con la capacidad de carga admisible correspondiente **121,76 KN/m<sup>2</sup> o 1.21 kg/cm<sup>2</sup>.**

## 16. EVALUACION DE ASENTAMIENTOS

Los asentamientos en suelos friccionantes se presentan inmediatamente después de este ser cargado el sector de construcción, a diferencia de los suelos cohesivos para los cuales el período de respuesta es más lento. Para su análisis pueden ser apreciablemente reducidos, sin embargo hay que estimarlos con precisión porque la mayoría de las estructuras son más sensibles a los asentamientos rápidos de distorsión que a los lentos, hasta el punto que el diseño en este tipo de suelos resulta regido por el criterio de asentamiento.

La ecuación a utilizar para el cálculo de estos asentamientos es la siguiente:

CALLE 14 N° 10B-58 BARRIO EL ESTERO

EMAIL [Civilabingenieriasas@gmail.com](mailto:Civilabingenieriasas@gmail.com) TELEFONO: 320 2937592



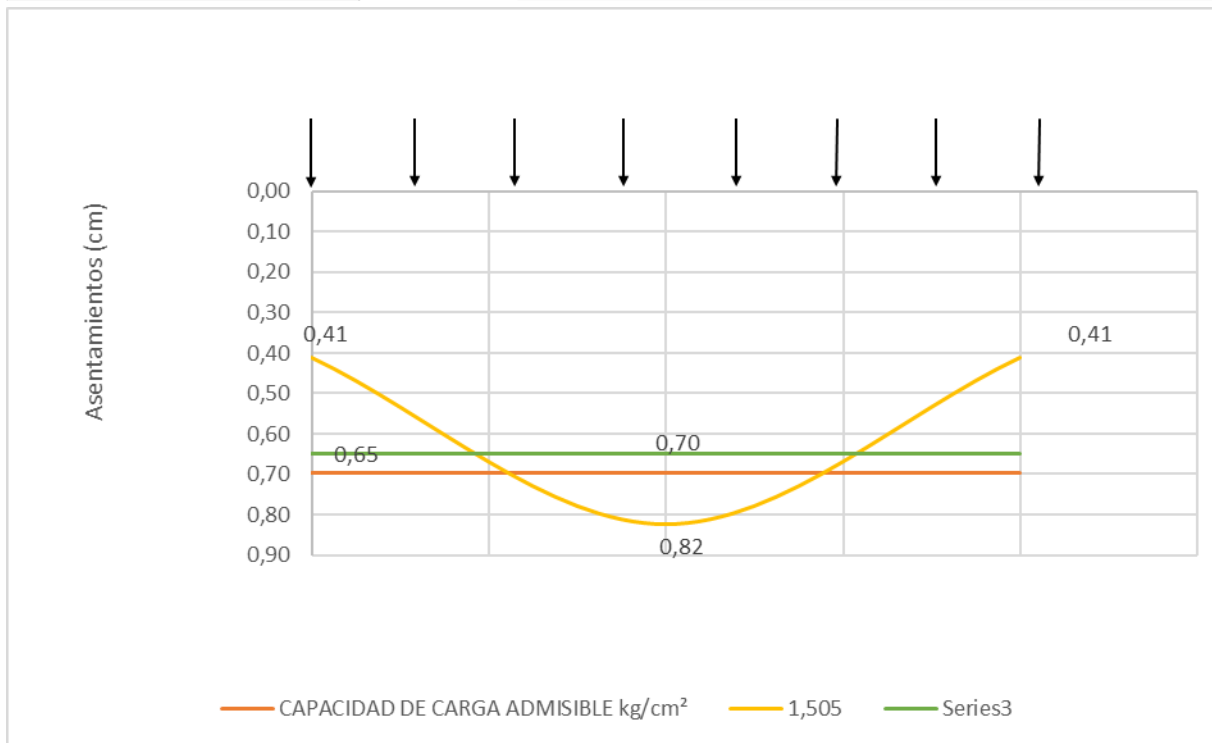
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquina</li> </ul> $s = q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro</li> </ul> $s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor medio</li> </ul> $s = s(\text{centro}) \cdot 0.848$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga rígida</li> </ul> $s = 93\% \cdot s(\text{valor medio})$
---	--	--	---

## ASENTAMIENTOS

CARGA RIGIDA (cm)
0,65

## ASENTAMIENTOS DE CARGA FLEXIBLE

ESQUINA (cm)	CENTRO (cm)	VALOR MEDIO (cm)	CARGA TOTAL (T)
0,41	0,82	0,70	22,58



CALLE 14 N° 10B-58 BARRIO EL ESTERO

EMAIL [Civilabingenieriasas@gmail.com](mailto:Civilabingenieriasas@gmail.com) TELEFONO: 320 2937592



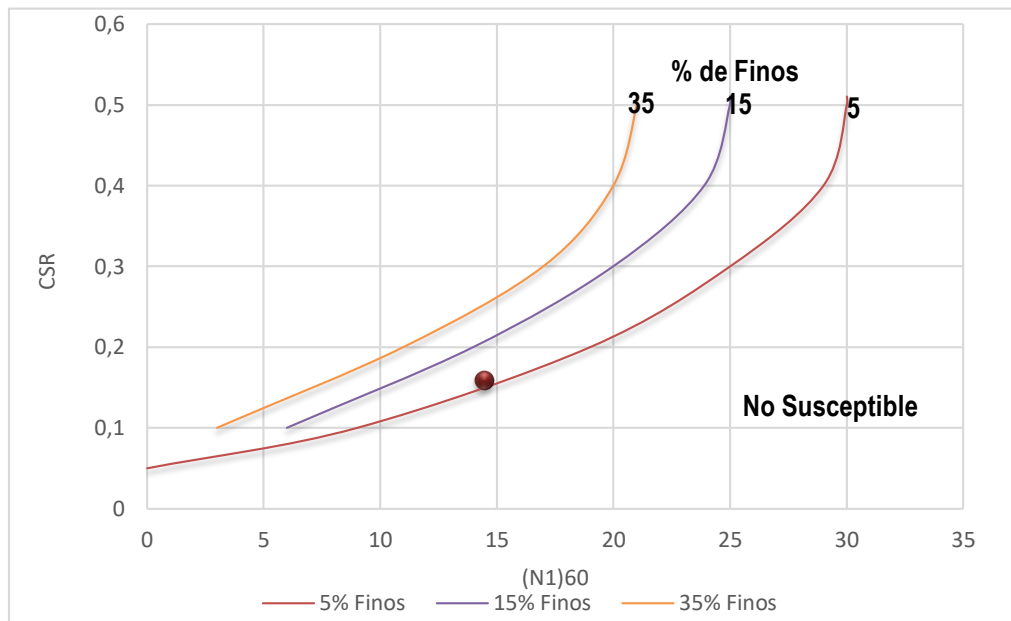
## 17. POTENCIAL DE LICUACION

En suelos granulares sueltos y saturados, los esfuerzos de pozo en el momento de un sismo pueden hacer que el suelo pierda toda su resistencia al corte y se comporte como un líquido, produciéndose asentamientos catastróficos de los cimientos.

La licuación generalmente ocurre a profundidades de menos de 15 metros. El potencial de licuación se puede conocer con base en el ensayo de penetración estándar, de acuerdo a las figuras a través del procedimiento siguiente.

Para el presente análisis se utilizó la metodología de Seed et al 1983, el cual se utilizó una estratigrafía promedio.

El material predominante a la profundidad de cimentación corresponde limos arcillosos con gravas, el cual según el ensayo de penetración estándar realizado en las perforaciones un **N** promedio de 14.8 golpes.





## 18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio geotécnico fue realizado para conocer las propiedades geomecánicas del suelo de fundación en el sitio donde se prevé el desarrollo de un proyecto de cuyo objeto es CONSTRUCCION DE DOS TANQUES ELEVADOS Y UNO SEMIENTERRADO EN LA URBANIZACION RINCON DE LAS MARGARITAS.

### 18.1. ANALISIS DE LOS PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS DE LAS ALTERNATIVAS DE CIMENTACION Y CONTENCIÓN

las fallas constructivas pueden originarse en la interacción entre el terreno y la estructura; el terreno recibe las cargas transmitidas y se deforma bajo esta presión.

Sabemos que el terreno no es homogéneo, como otros materiales encontrados durante las exploraciones; el terreno es heterogéneo, es decir, que posee distintos componentes y propiedades que lo integran (Rocosos, arenosos, arcillosos, Limosos, residuos orgánicos o inorgánicos, restos de construcciones o antiguas cimentaciones, agua, etc), por esta razón en muchos casos es difícil evitar que se produzcan asentamientos diferenciales entre diferentes elementos de apoyo, pues el material que predomina bajo estos cimientos puede comportarse en forma distinta.

Tanto la resistencia como la deformabilidad del terreno no son constantes y pueden ser afectadas entre otras, por causas como:

Modificaciones en el contenido de humedad. (presencia de Nivel Freatico)

Lavado de áridos.

Disoluciones.

Actividades de la construcción en área próxima.



Entre los diversos factores que generan fallos, encontramos tres grupos:

1. **Cimientos:** Deterioro de los materiales
2. **Cimientos:** Mal comportamiento
3. **Acción de las Cargas:** Incremento o variaciones no contempladas por proyecto

A continuación, se presentarán las causas más frecuentes de fallos de acuerdo al Tipo de Cimentación.

## **Cimentación Superficial**

En las Cimentaciones Superficiales pueden ocasionarse fallos por alguna o la combinación de las siguientes causas:

- Socavación y arrastre de finos.
- Cimentación apoyada sobre rellenos mal compactados o flojos.
- Existencia de arcillas expansivas o suelos colapsables.
- Existencia de zanjas rellenas mal compactadas.
- Hundimiento de oquedades o cavernas no detectadas en etapa de estudio inicial.
- Cimentaciones en laderas, donde pueden producirse fenómenos de reptación o deslizamientos provocados por la excavación.
- Heterogeneidad de la cimentación o del terreno, que provoca asientos diferenciales entre apoyos.

## **Cimentación Profunda**

En las cimentaciones profundas pueden ocasionarse fallos por:

- Rozamiento negativo.
- Los empujes laterales sobre pilotes pueden provocar esfuerzos de flexión no calculados en el dimensionamiento.



## Muros y Pantallas

En muros de contención y pantallas puede ocurrir:

- Fallo en los apuntalamientos o en anclajes.
- Acción del agua por empuje sobre el trasdós del muro como consecuencia de sobreelevaciones del nivel freático.
- Valoración incorrecta de las acciones.

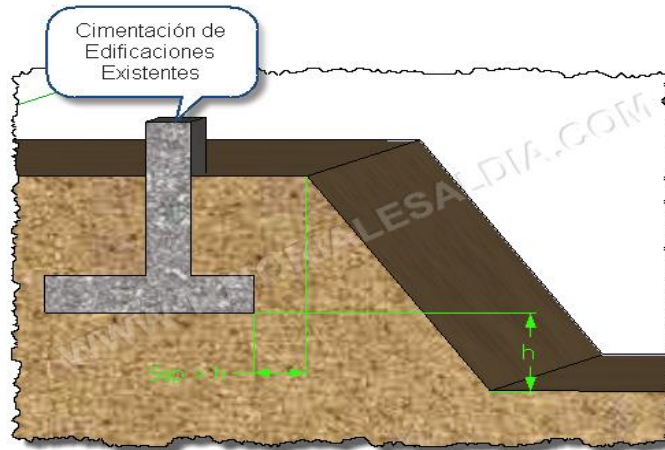
Previo a la ejecución de los trabajos se deberá acondicionar el terreno, eliminando cualquier material inapropiado como suelos orgánicos (o capa vegetal), suelos muy plásticos, maleza o similares.

De igual forma, los escombros producidos por las demoliciones de construcciones existentes, incluidos los cimientos, deben ser retirados en el área del proyecto. Se deberán realizar trabajos de nivelación y/o rellenos tendientes a optimizar los drenajes en el área del proyecto y eliminar cualquier punto susceptible a estancamiento de aguas.

Los rellenos, reemplazos o nivelaciones que se requieran en el proyecto, se realizarán con capas de material seleccionado de no más de 0.20 metros de espesor cada una y compactadas por lo menos al 95% del Proctor Modificado o su equivalente en densidad relativa.



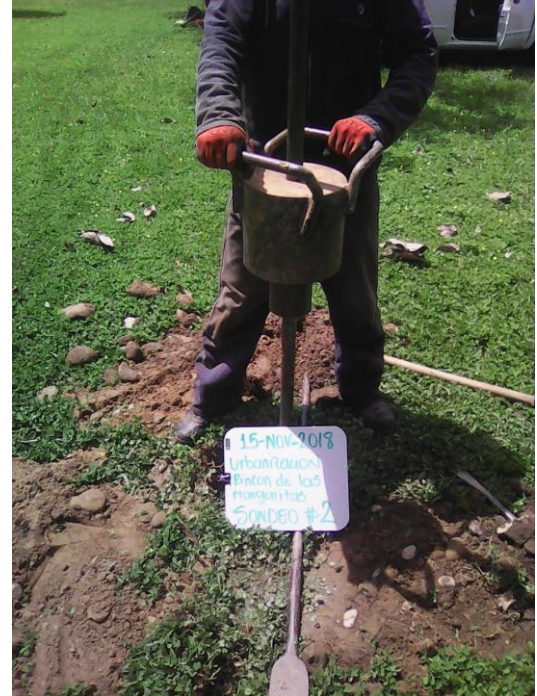
## Cimentación de edificaciones existentes



Es necesario "contener" las paredes de la excavación, tanto para proteger a los trabajadores como para conservar la estabilidad de las estructuras e instalaciones vecinas. La profundidad mínima a la cual deberá cimentarse no deberá ser menor a 1.00 m hasta la superficie del terreno.



19. REGISTRO FOTOGRAFICO PERFORACIONES REALIZADAS



CALLE 14 N° 10B-58 BARRIO EL ESTERO

EMAIL [Civilabingenieriasas@gmail.com](mailto:Civilabingenieriasas@gmail.com) TELEFONO: 320 2937592



## **20. CONTROL DE INFILTRACIONES Y NIVEL FREATICO**

En caso de presentarse problemas de humedad en la construcción de la cimentación a las cotas de fundación, es indispensable preverse de un sistema temporal de bombeo en el caso de la aparición del nivel freático, de fuertes lluvias o canales de agua no previstos a los costados de la estructura con el fin de recoger las mismas y evitar encharcamientos en las áreas de trabajo.

### **20.1. LIMITACIONES**

Los resultados obtenidos en este estudio, lo mismo que las recomendaciones dadas están basados en las características del proyecto, lo mismo que las propiedades geomecánicas del subsuelo explorado mediante pruebas de campo y laboratorio. Cualquier modificación posterior en las características del proyecto con relación a las suministradas por el diseñador, implicarán nuevas condiciones de estabilidad y deformación que deben ser calculadas.

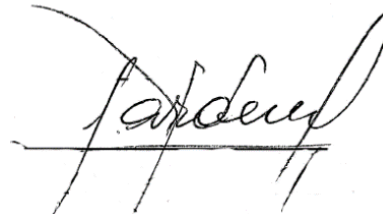
Si durante la construcción aparecen circunstancias no previstas en este informe, se deberá avisar al consultor para buscar las soluciones y recomendaciones más convenientes.

Atentamente,



**YEISON DAVID GARZON H.**

Director Administrativo y operativo  
Elaboro



**HUGO LEON CARDENAS**

M.P. 00516 Caldas  
Aprobó