



NHSQ
INGENIERIA
"Profesionales Forjando País"

ESTUDIO N°:

EG-358-16

PAGINAS:

1 DE 51

TITULO:

ESTUDIO GEOTÉCNICO

CONSTRUCCIÓN DE 5 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS DE 4 PISOS PARA EL PROYECTO DE VIVIENDA GRATUITO II EN EL MUNICIPIO DE UNE - CUNDINAMARCA.

Este documento es propiedad de NHSQ INGENIERIA y no debe ser modificado, copiado o difundido por ningún medio a persona alguna no autorizada sin el permiso o aprobación del propietario. El solicitante o usuario será responsable por cualquier uso indebido.

DEPARTAMENTO

CUNDINAMARCA

MUNICIPIO

UNE

FECHA DE ENTREGA

28 JUNIO DE 2016

ELABORADO Y APROBADO POR:

ING. NÉSTOR HERNÁN SUÁREZ Q.

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos
M.P. 25202158140 CND

SOLICITANTE:

MUNICIPIO DE UNE - CUNDINAMARCA

NIT:

899.999.388-1

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE 5 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS DE 4 PISOS PARA EL PROYECTO DE VIVIENDA GRATUITO II EN EL MUNICIPIO DE UNE - CUNDINAMARCA.



TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|----|------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2 | OBJETIVO GENERAL | 5 |
| 3 | LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO | 6 |
| 4 | ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO | 7 |
| 5 | METODOLOGÍA | 9 |
| 6 | PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO | 13 |
| 7 | CLASIFICACIÓN DEL SUELO | 15 |
| 8 | CONDICIONES DEL PROYECTO | 15 |
| 9 | ANÁLISIS GEOTÉCNICO | 17 |
| 10 | RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN | 30 |
| 11 | OBSERVACIONES | 32 |
| 12 | CONCLUSIONES | 34 |
| 13 | BIBLIOGRAFÍA | 35 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías..... | 10 |
| Tabla 2 Profundidad de sondeos | 10 |
| Tabla 3 Ecuaciones para hallar N promedio..... | 15 |
| Tabla 4 Clasificación de los perfiles de suelo NSR-10..... | 15 |
| Tabla 5 Definición de zona de amenaza sísmica..... | 16 |
| Tabla 6 Valores del coeficiente de Importancia NSR-10 | 17 |
| Tabla 7 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para arcillas..... | 17 |
| Tabla 8 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para suelos arenosos..... | 18 |
| Tabla 9 Cálculo de la capacidad de carga 0.50 – 6.00m (S1, S2 Y S3)..... | 20 |
| Tabla 10 Ecuación para el cálculo de asentamientos..... | 21 |
| Tabla 11 Cálculo de Asentamientos (S1, S2 Y S3) | 22 |
| Tabla 12 Clasificación del suelo | 23 |
| Tabla 13 Coeficiente Fa periodos cortos..... | 23 |
| Tabla 14 Coeficiente Fa periodos cortos..... | 24 |
| Tabla 15 Factores de Seguridad Indirectos F_{sicp} Mínimos..... | 25 |
| Tabla 16 Carga Muerta + Carga Viva Normal..... | 26 |
| Tabla 17 Carga Muerta + Carga Viva Máxima..... | 27 |
| Tabla 18 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático..... | 28 |
| Tabla 19 Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos | 29 |
| Tabla 20 Carga Muerta + Carga Viva Normal..... | 29 |
| Tabla 21 Carga Muerta + Carga Viva Máxima..... | 30 |

LISTADO DE IMÁGENES

| | |
|---|----|
| Imagen 1 Ubicación general UNE..... | 6 |
| Imagen 2 Coeficiente de amplificación Fa del suelo para la zona de periodos cortos del espectro | 24 |
| Imagen 3 Coeficiente de amplificación Fv del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro..... | 25 |
| Imagen 4 Representación gráfica de la zapata aislada | 32 |

LISTADO DE MAPAS

| | |
|--|----|
| Mapa 1 Localización general del sitio donde se realizó la exploración de campo..... | 6 |
| Mapa 2 Plano geológico de departamento de Cundinamarca..... | 7 |
| Mapa 3 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_a y A_v | 16 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Perfil estratigráfico sondeo 1..... | 13 |
| Figura 2 Perfil estratigráfico sondeos 2 y 3..... | 14 |
| Figura 3 Representación gráfica del sistema de cimentación, zapata..... | 31 |
| Figura 4 Esquema del sistema de cimentación | 31 |



LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1 Registro Fotográfico..... | 36 |
| Anexo 2 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S1 | 38 |
| Anexo 3 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S2 | 39 |
| Anexo 4 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S3 | 40 |
| Anexo 5 Matricula Profesional | 41 |

1 INTRODUCCIÓN.

El presente estudio tiene como objetivo definir las propiedades geotécnicas del suelo, condiciones del subsuelo y el asentamiento tolerable con el fin de conocer la capacidad portante del suelo y así recomendar el sistema de cimentación más conveniente para los diseños y CONSTRUCCIÓN DE 5 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS DE 4 PISOS PARA EL PROYECTO DE VIVIENDA GRATUITO II EN EL MUNICIPIO DE UNE - CUNDINAMARCA.

Este informe presenta un resumen de la evaluación de los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, análisis de ingeniería, capacidad admisible y las recomendaciones de cimentación para el proyecto. Y se ejecutó de acuerdo al reglamento Colombiano de construcción Sismo resistente, NSR-10 título H.

2 OBJETIVO GENERAL.

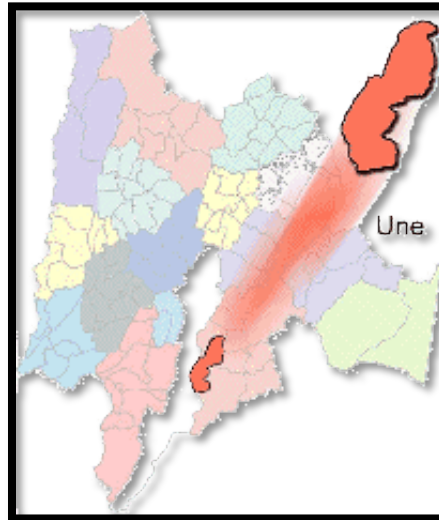
Definir las características actuales del suelo y las recomendaciones de cimentación e Interacción Suelo – Estructura.

2.1 Objetivos Específicos.

- Conocer el tipo de suelo.
- Determinar el perfil estratigráfico.
- Detectar la posición del nivel de aguas freáticas (NAF).
- Calcular la capacidad portante y el asentamiento del suelo.
- Establecer el sistema de cimentación más conveniente para la estructura.
- Establecer la profundidad adecuada para la cimentación de la estructura.

3 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El área en estudio se encuentra situada al Sur-oriente del Departamento de Cundinamarca en el Municipio de Une. La Provincia de Oriente está determinada por una estructura rural - urbana que proyecta un futuro inmediato a corto, mediano y largo plazo debido a la relación directa que posee con Santafé de Bogotá, Distrito Capital y Villavicencio como centro de actividades de los Llanos Orientales. A continuación se muestra la localización general donde se realizaron los sondeos.



Mapa 1 Localización general del sitio donde se realizó la exploración de campo.

Fuente: <http://une-cundinamarca.gov.co/>

Imagen 1 Ubicación general Une

3.1 Descripción general del proyecto.

Se pretenden realizar los diseños y la construcción de 5 edificios de apartamentos de 4 pisos para el proyecto de vivienda gratuito ii en el municipio de Une - Cundinamarca. Los sitios escogidos para los ensayos se realizaron dentro del área a construir señalado por el ingeniero a cargo del proyecto.

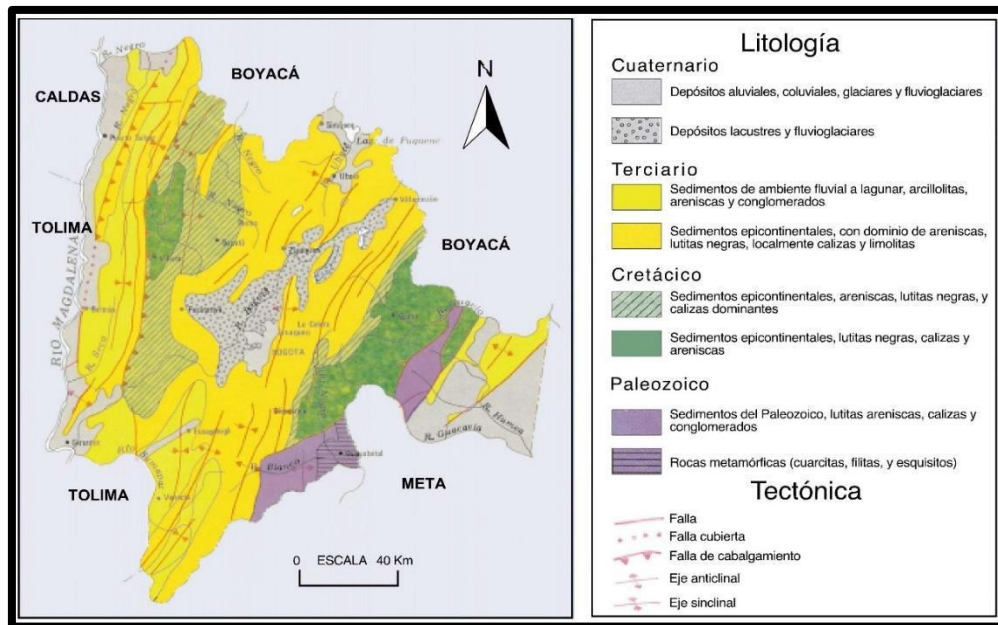
3.2 Información existente

No se encontró información existente en las entidades públicas o privadas.

4 ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

Todo proyecto a construir está influenciado por las condiciones geológicas, tanto locales como regionales, y ninguna de las dos debe descartarse con miras a realizar los diseños respectivos y evaluar el comportamiento futuro de las obras construidas.

4.2. Localización geológica regional del proyecto.



Mapa 2 Plano geológico de departamento de Cundinamarca

Fuente: Mapa geológico INGEOMINAS, 1988.

El proyecto se ubica el municipio de Une perteneciente al Cretáceo, descansa sobre la conformación Une y es subyacente a las areniscas duras, los mantos litológicos que conforman la formación son arcillas negras, esquistas, caliza areniscas y areniscas de grano fino.

4.3. Geología

La geología de la región de Une está conformada por rocas sedimentarias de origen marino de edad Cretáceo medio a superior compuestas por areniscas cuarzosas, lutitas negras, calizas, limolitas silíceas con capas de roca fosfórica y rocas del Terciario de ambiente continental compuestas por areniscas y arcillolitas con mantos de carbón.

La secuencia litoestratigráfica Afloran las siguientes unidades geológicas, de la más antigua a más joven: Grupo Clarín, Formaciones Fómeque, Une, Chipaque, y grupo Guadalupe y depósitos cuaternarios.

Las principales formaciones que se identifican en el municipio de Une son:

. Paleozoico

Grupo Clarín (Pkc): Ocurre en la parte más meridional del municipio de Une; al sur, en el río Los Medios. Constituida por un conjunto de arcillolitas y limolitas rojas; calizas y cherts bien estratificados; en el techo, areniscas, limolitas, y arcillolitas rojas. Edad: Carbonífero.

. Cretáceo

Formación Fómeque (Kif): Ocurre al oriente, suroeste y sur del municipio de Une. Litología: lodolitas grises negras, intercaladas con margas, calizas de color gris a negro, y areniscas grises, grano fino, micáceas, en bancos de 2m de espesor. Edad: Barremiano medio - Albiano inferior (Cretáceo inferior).

Formación Une (Kiu): Conforman las cuchillas localizadas al oriente, occidente y sur del municipio de Une, que son: Cuchillas san salvador, Los Amarillos, Mundo Nuevo y Los Bancos. Litología: En la parte inferior areniscas cuarzosas, macizas; areniscas conglomeráticas con guijos de cuarzo y areniscas arcillosas, de color rojo. En la parte media lutitas grises intercaladas con capas delgadas de areniscas cuarzosas. En la parte superior capas gruesas de areniscas cuarzosas con guijos de cuarzo. Edad: Albano - Cenomaniano (Cretáceo inferior). Espesor: 760 m.

Formación Chipaque (Ksc): domina la parte norte del perímetro territorial del municipio de Une. Conforman la loma Alto de Trigo, Alto La Cruz, Alto El Pedregal y Alto La Macarena. Litología: Predominantemente arcillosa, compuesta por lutitas negras a veces con intercalaciones de calizas; en la parte superior presenta intercalaciones de capas gruesas de areniscas cuarzosas de color gris. Edad: Cenomaniano superior - Coniaciano. Espesor: 360 m.

Grupo Guadalupe (Kg.): Ocurre al suroeste del municipio de Une. Conforman

la cuchilla Boca Grande. Litología: Constituida por areniscas interestratificadas con limolitas, lodolitas, lodolitas sílceas y arcillolitas (Arenisca Dura); luego, arcillolitas y lodolitas sílceas (Plaeners); luego, bancos de areniscas separados por capas muy delgadas de arcillolitas intercaladas con lodolitas (Arenisca de Labor); luego; intercalaciones de bancos gruesos de areniscas, lodolitas y arcillolitas. Edad: Coniaciano superior - Maestrichtiano (Cretáceo superior).

. Cuaternario

Corresponde a los depósitos inconsolidados que yacen discordantes sobre las unidades geológicas mencionadas anteriormente. Estos depósitos son aluviales, gravitacionales y de remoción en masa.

Depósitos aluviales (Qal): Son los depósitos que corresponden al lecho actual de las corrientes principales y sus tributarios (ríos Une, Los Medios). Están constituidos por bloques y cantos rodados, de material heterogéneo en una matriz de arenas, limos y arcillas.

Suelos Residuales (Qsr): Son generados por meteorización de las lutitas negras de la formación Chipaque, dando lugar a la formación de suelos residuales arcillosos, de color oscuro.

Fujos de tierra (Qft): son movimientos de remoción en masa originados por fracturamiento de las rocas, principalmente de las lutitas de la formación Chipaque. Estos procesos se ven favorecidos por la pendiente del terreno, la baja competencia geomecánica y la pluviosidad; cuando se saturan de agua generan flujos de tierra y movimientos de reptación.

Sinclinal de Une: Esta estructura domina la mayor parte del área, donde está localizado el municipio de Une. Se observa su cierre en la cuchilla Cajitas, al sur. El eje tiene una dirección aproximada norte-sur, con cabeceo hacia el norte, el flanco oeste del plegamiento está afectado por la falla del río Frutica o Frutillo. Conformado por rocas de edad cretácea, cuyo núcleo corresponde a la Formación Chipaque.

Falla del Río Frutica: tiene una dirección N 15°-30° E. Afecta rocas de edad cretácea en el flanco oeste del sinclinal de Une, fuera del perímetro territorial del municipio de Une. Se encuentra cubierta por depósitos fluvio-glaciares y algunos deslizamientos.

4.4. Pendientes del Suelo

El municipio de Une, en su componente rural, se encuentra en una región muy escarpada Topográficamente el municipio de Une posee un relieve montañoso donde las elevaciones oscilan entre 1.800 y 3.600 m.s.n.m., en sentido norte sur sobresalen el Alto los Reyes, La Cruz, El Gavilán, de Palo Gordo, Pedregal, El Raizal, de La Hoya, Los Barriales, Buenavista, Loma Alto de Trigo, Cuchillas San Salvador, Mundo Nuevo, Los Bancos, Boca Grande, El Buque y Cerro el Buque.

4.4.1 Pendientes Suaves: 7-12%

Cubren un área de 8235.71 has correspondientes al 39.46% del municipio, se distribuyen en el sector central donde la altitud supera los 3000 m.s.n.m. en inmediaciones de las veredas La Mesa, Mundo Nuevo y parte de Bolsitas. En menor proporción se presenta en las veredas Puente tierra y Timacita.

4.4.2 Pendiente Moderada: 12-25%

Ocupa 9710.23 has, que representan 46.53% del municipio, se localiza sobre las veredas Bolsitas, Combura, Queca y parte de Llanitos y el Ramal, se relaciona con sectores de laderas suaves

4.4.3 Pendiente Ligeramente Fuerte: 25-50%

A lo largo de 2108.120 has que constituyen el 10.10% de Une, se hacen notorias en sectores aislados de las veredas Llanitos, El Ramal y Mundo Nuevo.

4.4.4 Pendientes Fuerte:>50%

En los escarpes de las veredas Llanitos, Mundo nuevo y El Pedregal, ocupando 814.239 has que corresponden a 3.902% del municipio.

5 METODOLOGÍA

Para cumplir el objetivo propuesto se efectuó la siguiente metodología:

- Establecer el número de sondeos y la profundidad de perforación, así como el tipo de ensayo in situ y ensayos de laboratorio.
- Realizar los análisis geotécnicos para determinar el sistema de cimentación más conveniente, incluyendo tipo y profundidad de cimentación, capacidad de soporte y asentamientos probables.
- Los ensayos de laboratorio se realizan para obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos, a continuación se presenta el resumen del proceso:



- ✓ Reconocimiento del terreno.
- ✓ Tomas de muestras inalteradas y ensayo de campo SPT.
- ✓ Ejecución de ensayos de laboratorio.
- ✓ Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- ✓ Perfil estratigráfico.
- ✓ Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- ✓ Conclusiones y recomendaciones.

5.1 Trabajo en Campo

Se realiza inicialmente una visita de reconocimiento al sitio donde se va a realizar los trabajos exploratorios para identificar las características topografías, geotécnicas y definir los sitios donde se realizan los ensayos de campo.

5.2 Exploración del subsuelo

Con el fin de determinar la estratigrafía del terreno, se llevó a cabo un programa de investigación del subsuelo, el cual comprendió la ejecución de exploraciones directas con equipo manual, así como un detallado programa de ensayos de laboratorio; Siguiendo el título H numeral H.3.1-1.

Tabla 1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías

| Tabla H.3.1-1 | | |
|---|--|---|
| 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 |
| 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 |

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Se efectuaron un total de tres (03) sondeos, realizados con equipo manual; estas perforaciones alcanzaron una profundidad variable hasta 6.00 m aproximadamente a partir del nivel de terreno, encontrando rechazo a esta profundidad. Los sondeos fueron definidos como (S1) al (S3).

La relación de los sondeos efectuados y su localización en esta etapa del estudio es la que se presenta en la tabla 1:

Tabla 2 Profundidad de Sondeos.

| SONDEO | PROFUNDIDAD (m) | COORDENADAS | |
|--------|--------------------|-------------|------------|
| | | NORTE | ESTE |
| S1 | 6.00 | 4.323796 | -74.144591 |
| S2 | 6.00 | 4.433005 | -74.017937 |
| S3 | 6.00 | 4.406068 | -74.024604 |

Fuente. Autor

Durante la ejecución de los sondeos fueron identificados y descritos visualmente los diferentes estratos. Adicionalmente, se adelantó el ensayo de penetración estándar (SPT) con el fin de correlacionarlo con parámetros físicos y mecánicos, recuperando muestras alteradas con el tubo de cuchara partida (Split Spoon).

5.3 Ensayo de penetración estándar (SPT) (uso de tubería)

El Ensayo de Penetración Estándar, es una prueba dinámica algo sencilla, que se realiza a medida que se hacen las perforaciones y permite obtener la resistencia del suelo en sitio.

La mecánica de la prueba y el equipo a utilizar corresponden a lo descrito en la norma ASTM D 1586-67 y en resumen consiste en hincar en el estrato de interés un maestreado del tipo Cuchara Partida (Split Spoon Sampler) de diámetro 2", golpeándolo con un martillo de 63,5 Kg de peso, que se deja caer en forma libre desde 30" de altura, contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 1 Pie, este número, se anota como N y es el resultado de la prueba.

La prueba, se repitió, en cada una de las perforaciones, a intervalos de profundidad de 1 m, se logró perforar hasta que encontramos rechazo "más de 50 golpes x 15 cm".

5.4 Investigación del Laboratorio

Al laboratorio **NHSQ INGENIERÍA** ingresaron muestras de tres (03) sondeos que se sometieron a una detallada inspección visual con el fin de confrontar las descripciones realizadas por el personal en campo y elegir las muestras representativas para realizar sobre ellas los ensayos rutinarios de humedad natural y clasificación (límites de consistencia y granulometría por tamizado). En el anexo 2, 3 y 4 se muestran los gráficos de columnas estratigráficas o perfiles con su respectiva localización y descripción del material, la posición del nivel.

Los datos e interpretaciones aquí obtenidas, deberán ser corroborados en el sitio de obra ya que puede generarse nuevas condiciones a las originalmente consideradas por todas las partes intervinientes, así como el escenario de construcción y avance del proyecto en el momento de la visita.

- Clasificación

Se emplean para identificar y clasificar los tipos de suelo dominantes en cada sitio explorado, y para desarrollar correlaciones entre propiedades básicas y parámetros de resistencia y deformabilidad. Entre los ensayos realizados se encuentran los límites de Atterberg y la composición granulométrica.

- Condiciones In Situ

Permiten establecer las condiciones geostáticas del suelo natural, representando condiciones de frontera y características de los materiales fundamentales para el diseño.

Fueron determinados la humedad natural y el peso unitario. Estas pruebas junto con las de clasificación, permiten establecer una primera aproximación al comportamiento mecánico de los materiales encontrados.

5.5 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron con el fin de determinar las propiedades físicas y capacidad portante de las muestras extraídas. Los ensayos realizados son los siguientes:

- Humedad Natural (Norma INV-E-122)

Se tomaron para cada uno de los apiques las muestras de suelo, las cuales fueron colocadas en bolsas de polietileno herméticamente selladas y convenientemente identificadas.

- Granulometrías (Norma INV- E-123)

Para realizar el laboratorio respectivo se tomó como base una serie de tamices normalizados (1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°10, 20, 40, 60, 80, 100, 200) mediante los cuales se determina la distribución porcentual de los tamaños de los materiales constitutivos del suelo de fundación. Es de anotar que la fracción fina (pasa 200) se halló lavando el material sobre el tamiz N°200 (Ver anexos).

- Límites de Atterberg (INV- E-123) (INV- E-126)

Son los diferentes ensayos que se realizan en la fracción fina de los suelos (pasa 40) y tienen como fin conocer las características de resistencia y consistencia, y sus valores de humedad son necesarios para la clasificación de los suelos finos y su comportamiento estructural.

- Límite Líquido (Norma INV-E-125)
- Límite Plástico (Norma INV-E-126)

6 PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO

Con base en los resultados derivados de la etapa de exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio, fue posible establecer la siguiente secuencia estratigráfica para el área del proyecto y una homogenización en los perfiles encontrados:

6.1 Sondeo 1

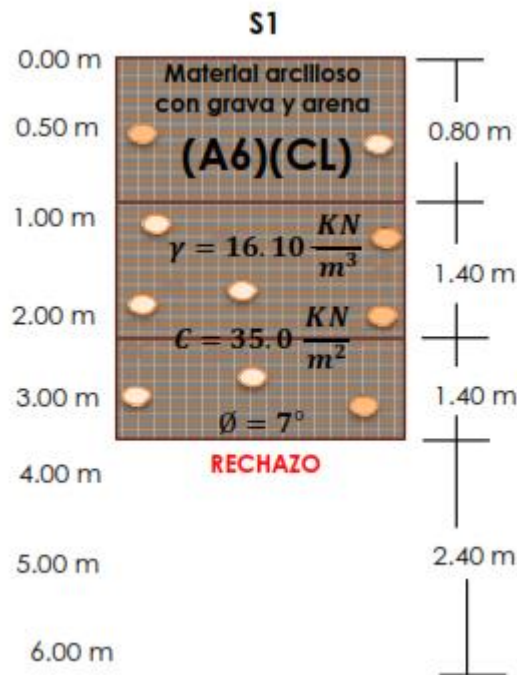


Figura 1 Perfil estratigráfico sondeo 1

- Los primeros 80 centímetros se encontró material arcilloso con grava y arena.
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 2.20 m encontramos un estrato clasificado como material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena color café. (A6)(CL).



- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 3.60 m encontramos un estrato clasificado como material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena, color café. (A-6)(CL). Presento rechazo a esta profundidad.

6.2 Sondeos 2 y 3

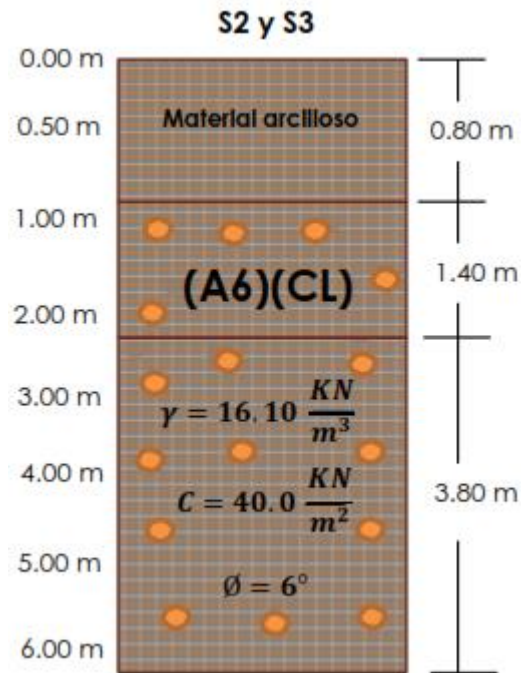


Figura 2 Perfil estratigráfico sondeos 2 y 3

- Los primeros 80 centímetros se encontró material arcilloso con presencia de materia orgánica.
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 2.20 m encontramos un estrato clasificado como material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena y grava color café. (A6)(CL).
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 6.00 m encontramos un estrato clasificado como material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena y grava, color café. (A-6)(CL).



Nota importante: De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivo.

7 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Según la norma NSR-10 el tipo de perfil del suelo encontrado teniendo en cuenta la velocidad de onda de corte:

Tabla 3 Ecuaciones para hallar N promedio

| INVESTIGADORES | ECUACIÓN | N (promedio) | RESULTADO |
|-------------------------|---------------------------|--------------|-----------|
| Imai y Yoshimura (1970) | $V_s = 76 * N^{0.33}$ | 24 | 216 m/s |
| Ohba y Toriumi (1970) | $V_s = 86 * N^{0.31}$ | 24 | 230 m/s |
| Ohta y Goto | $V_s = 85.34 * N^{0.348}$ | 24 | 258 m/s |

Fuente. Autor

Según el artículo A.2.4.4 — DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO es **D**, ya la velocidad de onda de corte se encuentra dentro los límites, cumpliendo la condición **360 m/s > Vs ≥ 180 m/s**.

Tabla 4 Clasificación de los perfiles de suelo NSR-10.

| A.2.4.4 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DEL SUELO | | |
|---|---|---|
| TIPO DE PERFIL | DESCRIPCIÓN | DEFINICIÓN |
| D | Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, 0 | $360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$ |
| | Perfiles de los suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones | $50 > \bar{N} > 15,0$ $100 \text{ kPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > S_u > 50 \text{ kPa } (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$ |

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10 Título A. Tabla A.2.4-4.

8 CONDICIONES DEL PROYECTO

8.1 Sísmicas

El municipio de Une se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica alta según NSR-10 - Apéndice A-2 - Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición

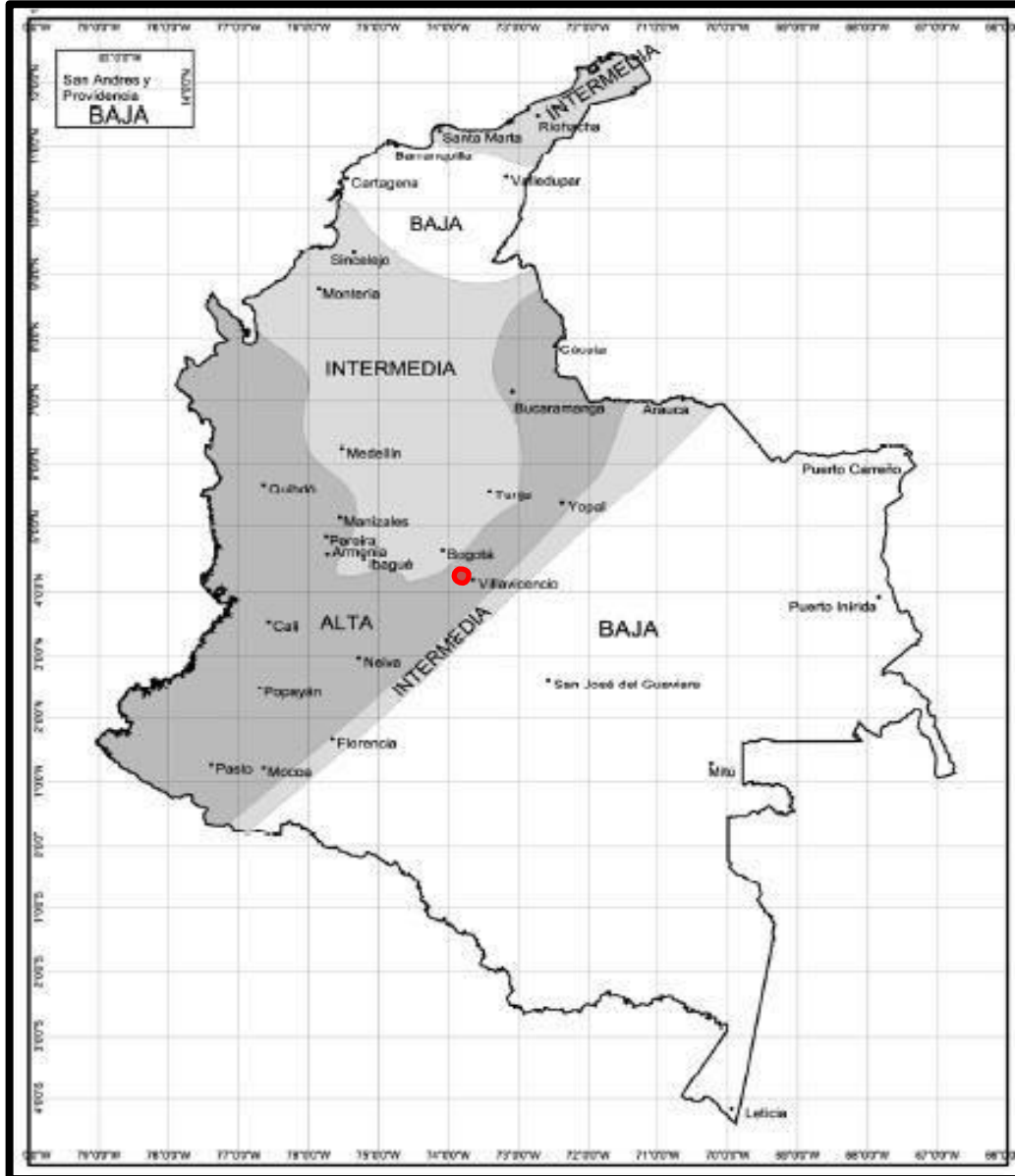


de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos.

Tabla 5 Definición de zona de amenaza sísmica

| DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA | | | | | |
|------------------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|
| MUNICIPIO | A _a | A _v | ZONA DE AMENAZA SÍSMICA | A _e | A _d |
| Une | 0,25 | 0,25 | Alta | 0,16 | 0,08 |

Fuente: Autor



Mapa 3 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_a y A_v



8.2 Coeficiente de importancia

Según la NSR-10 la edificación a construir se clasifica como Grupo II — Edificaciones de atención a la comunidad. El coeficiente de importancia para este proyecto es 1.10; ya que se contempla la construcción de 5 torres de apartamentos, en zona urbana del municipio de Une – Cundinamarca.

Tabla 6 Valores del coeficiente de Importancia NSR-10

| Grupo De Uso | Coeficiente De Importancia, I |
|--------------|-------------------------------|
| IV | 1.50 |
| III | 1.25 |
| II | 1.10 |
| I | 1.00 |

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

8.3 Nivel freático

No se encontró registro de nivel freático, cabe resaltar que los sondeos se realizaron en el mes de Mayo de 2016.

8.4 Topografía

Al realizar las perforaciones en el terreno se observó una superficie con notorias diferencias de nivel.

9 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Con base en las propiedades geotécnicas del sitio de proyecto y teniendo en cuenta tanto las condiciones de entorno como las características de la obra proyectada, se llevó a cabo el diseño geotécnico mediante el análisis de capacidad portante.

9.1 Consideraciones Generales

Para evaluar el parámetro de evaluación de la resistencia al corte y a la compresión uniaxial de las capas de suelo, se utilizó el valor de N del ensayo SPT según las correlaciones presentadas en las siguientes tablas:

Tabla 7 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para arcillas

| OCR | N, golpes (SPT) | Qu (Kg/cm ²) | Descripción | Ángulo De Fricción (°) | E (Kg/cm ²) |
|------|-----------------|--------------------------|--------------|------------------------|-------------------------|
| NC | <2 | <0.25 | Muy Blanda | 0 | 3 |
| NC | 2-4 | 0.25- 0.50 | Blanda | 0-2 | 30 |
| NC | 4-8 | 0.5 - 1.0 | Media | 2-4 | 45-90 |
| NC | 8-15 | 1.0 - 2.0 | Compacta | 4-6 | 90-200 |
| >OCR | 15-30 | 2.0 - 4.0 | Muy Compacta | 6-12 | >200 |



| | | | | | |
|--|-----|-----|------|-----|--|
| >OCR | >30 | >40 | Dura | >14 | |
| NC, Normalmente consolidados OCR, Suelos Sobreconsolidados SPT, Ensayo ESTÁNDAR PENETRATION TEST E, Módulo de rigidez del suelo | | | | | |

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Tabla 8 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para suelos arenosos

| N (SPT) | Descripción | Valor Cr | Ang. Fricción (°) | E (Kg/cm ²) |
|--|-------------|----------|-------------------|-------------------------|
| 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 | 68 – 85 | 36 – 41 | 500 - 1000 |
| >50 | Muy densa | 86 - 100 | 41 | >1000 |
| E, Módulo de Young - Cr, Compacidad relativa | | | | |

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Con base en la información recopilada sobre los diferentes aspectos técnicos y las observaciones de campo efectuadas por el especialista, los resultados de los ensayos de laboratorio y la información referente a las características del subsuelo se realizó un análisis para estimar valores de capacidad de soporte admisible y asentamientos.

De acuerdo con las características geotécnicas encontradas, en los perfiles y la presencia de arcillas y considerando la magnitud aproximada de las cargas de la estructura, se considera la posibilidad de cimentar sobre el primer estrato después de haber realizado la limpieza y descapote del sector.

El Angulo de fricción utilizado para suelos arcillosos es de 6° para el estrato de 0.50 a 6.00m y se presentó el cálculo de la capacidad de carga para cada estrato.

9.2 Análisis de la Capacidad Portante

El cálculo de la capacidad portante se realizó considerando la resistencia del suelo y las recomendaciones de la Norma NSR-10.

La ecuación utilizada corresponde al principio general de la capacidad de carga expuesta por Terzagui para este tipo de suelos.

De acuerdo a la profundidad de emplazamiento y ancho de los cimientos, se definió la siguiente:

$$q_{ult} = C \cdot N_c + \gamma_b \cdot D \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_b \cdot B \cdot N_\gamma$$

Dónde:

C: Cohesión del suelo

q: Esfuerzo efectivo a nivel de cimentación $q = \gamma \cdot D_f$, se debe tener en cuenta el nivel freático.

N_c, N_q, N_γ: Factores de capacidad de carga adimensionales, en $f(\phi)$ únicamente

B, L: Ancho, Largo respectivamente y siempre $L > B$

En la tabla 10 se presenta la hoja de cálculo de un programa de computador basado en la teoría mencionada con anterioridad y revisada por Terzaghi - Peck, en donde se tiene como información los ensayos de laboratorio, a partir de los cuales se determinan ciertas características del estrato y unos valores asumidos de ancho y profundidad de cimentación, que van acordes al proyecto de construcción.

Aparece un cuadro en el cual se plantean varios anchos de cimentación, con diferentes valores de D_f (profundidad de desplante). La persona encargada del análisis estructural, teniendo en cuenta las cargas reales del proyecto, podrá corroborar en el cuadro la capacidad de carga del suelo vs, el peso de la estructura.

Tabla 9 Cálculo de la capacidad de carga 0.50 – 6.00m (S1, S2 Y S3)

| Angulo de fricción obtenido de la correlación con la compacidad (Hunt 1.984) | | | | | | | | | | SONDEO 1, 2 Y 3 | | | |
|--|-------|---|--------|--------|-------------|------|------|--|------|-----------------|--|--|--|
| DATOS INICIALES TIPO DE SUELO | | | | | | | | | | | | | |
| Arcilla | | | | | | | | Nc: | 7.16 | | | | |
| Peso específico del suelo KN/m ³ | | 16.10 | | | | | | Nq: | 1.88 | | | | |
| Cohesión (KN/m ²) | | 35.00 | | | | | | Ny: | 0.71 | | | | |
| Angulo de fricción, (grados) | | 7 | | | | | | | | | | | |
| CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS | | | | | | | | | | | | | |
| Profundidad del suelo | | CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m ²) | | | | | | CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm ²) | | | | | |
| | | Diferentes valores de B (m) | | | | | | Diferentes valores de B (m) | | | | | |
| mts | pies | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | | | |
| 0.50 | 1.64 | 271.45 | 277.17 | 282.88 | 2.71 | 2.77 | 2.83 | | | | | | |
| 1.00 | 3.28 | 286.58 | 292.30 | 298.01 | 2.87 | 2.92 | 2.98 | | | | | | |
| 1.50 | 4.92 | 301.72 | 307.43 | 313.15 | 3.02 | 3.07 | 3.13 | | | | | | |
| 2.00 | 6.56 | 316.85 | 322.57 | 328.28 | 3.17 | 3.23 | 3.28 | | | | | | |
| 3.00 | 9.84 | 347.12 | 352.84 | 358.55 | 3.47 | 3.53 | 3.59 | | | | | | |
| 4.00 | 13.12 | 377.39 | 383.10 | 388.82 | 3.77 | 3.83 | 3.89 | | | | | | |
| 6.00 | 19.69 | 437.92 | 443.64 | 449.35 | 4.38 | 4.44 | 4.49 | | | | | | |
| CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m ²) PARA B>= 0,80mts | | | | | | | | | | | | | |
| Profundidad del suelo | | CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m ²) | | | | | | CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²) | | | | | |
| | | Diferentes valores de B, mts | | | | | | Diferentes valores de B (m) | | | | | |
| mts | pies | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | | | |
| 0.50 | 1.64 | 90.48 | 92.39 | 94.29 | 0.90 | 0.92 | 0.94 | | | | | | |
| 1.00 | 3.28 | 95.53 | 97.43 | 99.34 | 0.96 | 0.97 | 0.99 | | | | | | |
| 1.50 | 4.92 | 100.57 | 102.48 | 104.38 | 1.01 | 1.02 | 1.04 | | | | | | |
| 2.00 | 6.56 | 105.62 | 107.52 | 109.43 | 1.06 | 1.08 | 1.09 | | | | | | |
| 3.00 | 9.84 | 115.71 | 117.61 | 119.52 | 1.16 | 1.18 | 1.20 | | | | | | |
| 4.00 | 13.12 | 125.80 | 127.70 | 129.61 | 1.26 | 1.28 | 1.30 | | | | | | |
| 6.00 | 19.69 | 145.97 | 147.88 | 149.78 | 1.46 | 1.48 | 1.50 | | | | | | |

Fuente. Autor

9.3 Análisis de Asentamientos.

Los asentamientos de suelos encontrados en el proyecto tienen un período de respuesta más rápido y se producen en el momento del proceso de construcción.

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.

Para estimar los valores de asentamientos se utilizó las correlaciones de Terzaghi (1.948, 1.968), basadas en el resultado de la prueba de Penetración Estándar (N) y el ancho de la cimentación.

Tabla 10 Ecuación para el cálculo de asentamientos

| CARGA FLEXIBLE | |
|-------------------------------|---|
| ESQUINA | $s = q * b \frac{1 - \nu^2}{E} * I_p$ |
| CENTRO | $s = 2 * q * b \frac{1 - \nu^2}{E} * I_p$ |
| VALOR MEDIO | $s = s (centro) * 0,848$ |
| CARGA RIGIDA | |
| $s = 93 \% * s (valor medio)$ | |

Fuente. Autor

Cada uno de los asentamientos está calculado por carga rígida y por carga flexible. En la tabla 12 se detalla la teoría aplicada y los cálculos realizados teniendo en cuenta módulo de Young, Coeficiente de Poisson y la carga admisible calculada con anterioridad.

Las formulaciones para cálculo de asientos son sólo modelos matemáticos obtenidos mediante el estudio intensivo del comportamiento del terreno de determinadas zonas geográficas.

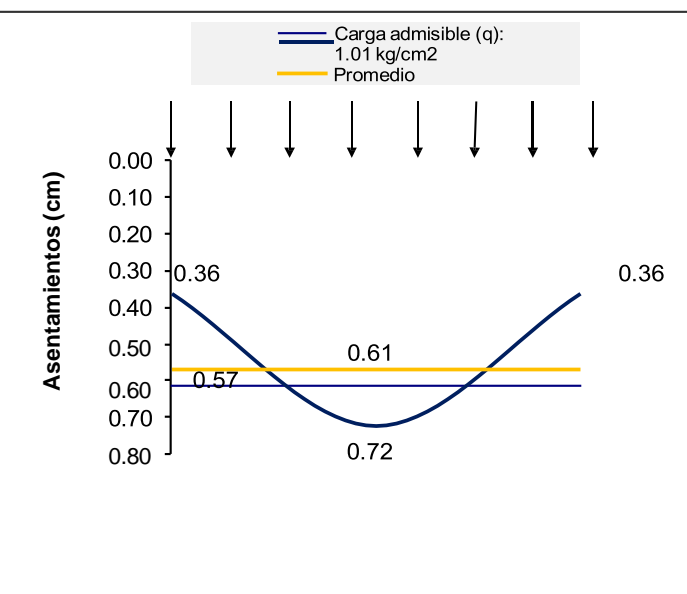
Así mismo estos modelos matemáticos se obtienen mediante líneas de tendencias en los resultados, no mediante los resultados reales que se alinearan más o menos cerca de la línea de tendencia formando una nube de puntos.

Esto implica que hasta para ese terreno concreto haya márgenes de error, más aún los habrá para otros terrenos. Desgraciadamente muchos libros de geotecnia pasan por alto esto, siendo así que se explica una simplificación de una simplificación una simplificación del modelo matemático.

Lo cierto es que, en estudios realizados en otros tipos de terrenos diferentes de los originales sobre los que se construyó el modelo matemático, se constatan variaciones sistemáticas positivas o negativas en los resultados.

Por tanto, si se conoce esta variación se puede tener en cuenta. Si no se conoce es el técnico el que debe decidir qué valor considera más adecuado. Los valores del FS estarían entre 0,8 (80% del teórico) y 1,2 (120% del teórico), siendo recomendable para suelos desconocidos valores entre 1,0 y 1,2.

Tabla 11 Cálculo de Asentamientos (S1, S2 Y S3)

| | | | | |
|---|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Carga admisible (q): | 1.01 | kg/cm² | SONDEO 1, 2 Y 3 | |
| Módulo de Young (E): | 180 | kg/cm² | | |
| Coefficiente de Poisson (ν): | 0.20 | | | |
| Ancho cimentación (b): | 1.00 | m | | |
| Largo cimentación (l): | 1.00 | m | | |
| m: | | | | |
| lp: | | | | |
| Factor de seguridad: | 1.20 | | | |
| Asentamientos | | | | |
| Carga rígida (cm) | Esquina (cm) | Centro (cm) | Valor medio (cm) | Carga total (T) |
| 0.57 | 0.36 | 0.72 | 0.61 | 10.06 |
| <p>Carga flexible :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esquina : $s = q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$ • Centro : $s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$ • Valormedio : $s = s(\text{centro}) \cdot 0.848$ <p>Carga rígida : $s = 93\% \cdot s(\text{valormedio})$ </p> | | | | |
|  | | | | |

Fuente. Autor

9.4 Efectos locales

9.4.1 Clasificación de los perfiles de suelo.

Según la norma NSR-10 el tipo de perfil del suelo encontrado teniendo en cuenta la resistencia al corte, el porcentaje de humedad, el índice de plasticidad o el número golpes necesarios para profundizar en 30 cm. Tipo de suelo es **D**.

Tabla 12 Clasificación del suelo

| CRITERIOS PARA CLASIFICAR SUELOS DENTRO DE LOS PERFILES DE SUELOS TIPOS C, D o E | | | |
|--|---------------------|---------------|--|
| TIPO DE PERFIL | Vs | N o N ch | Su |
| C | Entre 360 y 760 m/s | Mayor que 50 | Mayor que 100 kPa (=1kgf/cm ²) |
| D | Entre 180 y 360 m/s | Entre 15 y 50 | Entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1kgf/cm ²) |
| E | Menor de 180 m/s | Menor de 15 | Menor de 50 kPa (=0.5 kgf/cm ²) |

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

9.4.2 Valores del coeficiente Fa periodos cortos.

Según tabla A.2.4-3 de la NSR-10 el coeficiente para periodos cortos **Fa 1.30**

Tabla 13 Coeficiente Fa periodos cortos

| Tabla A.2.4.-3 VALORES DEL COEFICIENTE Fa, PARA LA ZONA DE PERIODOS CORTOS DEL ESPECTRO | | | | | |
|---|---|------------|------------|------------|------------|
| TIPO DE PERFIL | INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SISIMICOS | | | | |
| | Aa < 0.1 | Aa = 0.2 | Aa = 0.3 | Aa = 0.4 | Aa > 0.5 |
| A | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| B | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| C | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| D | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| E | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,9 |
| F | Véase Nota | Véase Nota | Véase Nota | Véase Nota | Véase Nota |

Nota: Para el tipo de perfil F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

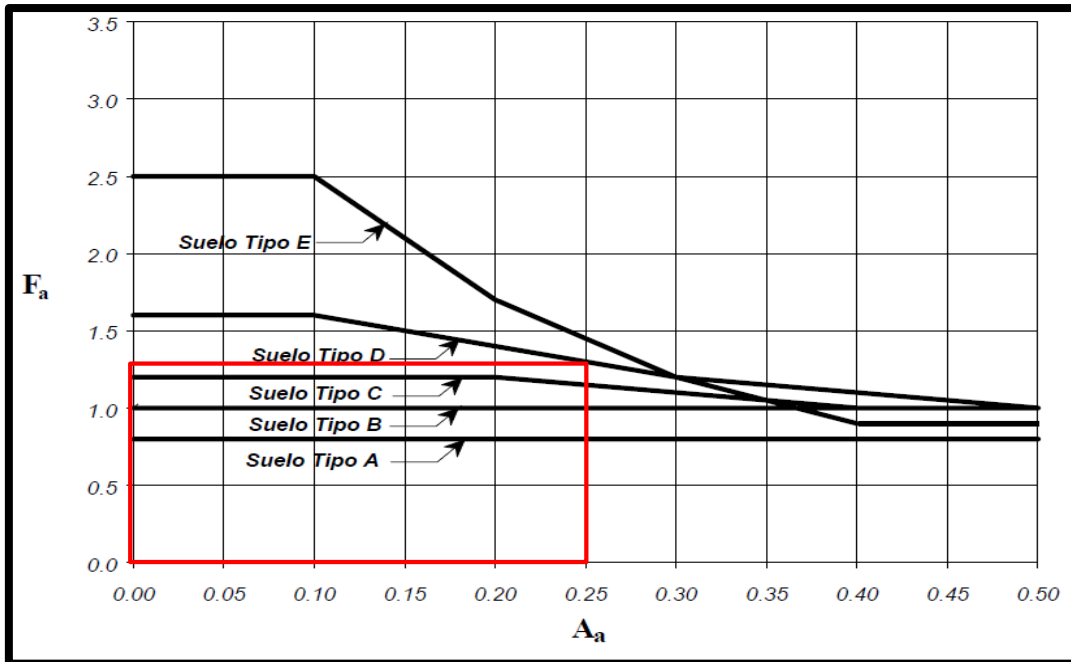


Imagen 2 Coeficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de periodos cortos del espectro

9.4.3 Valores del coeficiente F_v periodos intermedios

Según tabla A.2.4-4 de la NSR-10 el coeficiente para periodos intermedios F_a 1,9

Tabla 14 Coeficiente F_a periodos cortos

| Tabla A.2.4.-4 VALORES DEL COEFICIENTE F_v , PARA LA ZONA DE PERIODOS INTERMEDIOS DEL ESPECTRO | | | | | |
|--|--|-------------|-------------|-------------|----------------|
| TIPO DE PERFIL | INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS | | | | |
| | $A_v \leq 0.1$ | $A_v = 0.2$ | $A_v = 0.3$ | $A_v = 0.4$ | $A_v \geq 0.5$ |
| A | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| B | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| C | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| D | 2,4 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,5 |
| E | 3,5 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 2,4 |
| F | VEÁSE NOTA | VEÁSE NOTA | VEÁSE NOTA | VEÁSE NOTA | VEÁSE NOTA |

Nota: Para el tipo de perfil **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.
Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

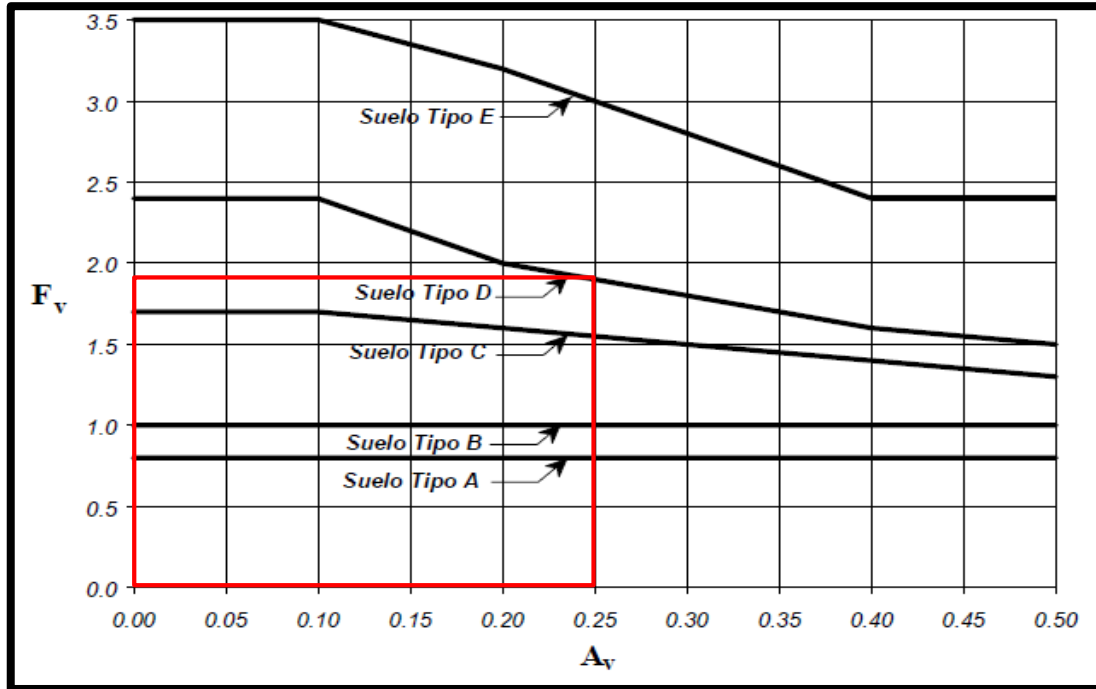


Imagen 3 Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro

9.5 Capacidad de carga específica (factores de seguridad indirectos según NSR10 H.4.7.1)

Tabla 15 Factores de Seguridad Indirectos F_{sicp} Mínimos

| Condición | F_{sicp} Mínimo |
|---|-------------------|
| | Diseño |
| Carga Muerta + Carga Viva Normal | 3.0 |
| Carga Muerta + Carga Viva Máxima | 2.5 |
| Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático | 1.5 |

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10. Título H. Tabla H.4.7-1.

Tabla 16 Carga Muerta + Carga Viva Normal

| Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) | | | | | | | | |
|--|-------|--|--------|--------|---|------|------|--|
| DATOS INICIALES TIPO DE SUELO | | | | | | | | |
| | | CL | | | Nc: | | 7.16 | |
| Peso especifico del suelo KN/m ³ | | 16.10 | | | Nq: | | 1.88 | |
| Cohesión (KN/m ²) | | 35.00 | | | Ny: | | 0.71 | |
| Angulo de fricción, (grados) | | 7 | | | F.S.I: | | 3.0 | |
| (CARGA MUERTA + CARGA VIVA NORMAL) | | | | | | | | |
| CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS | | | | | | | | |
| Profundidad del suelo | | CAPACIDAD DECARGA ULTIMA (KN/m ²) | | | CAPACIDAD DECARGA ULTIMA (Kg/cm ²) | | | |
| | | Diferentes valores de B (m) | | | Diferentes valores de B (m) | | | |
| mts | pies | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | |
| 1.50 | 4.92 | 301.72 | 304.58 | 307.43 | 3.02 | 3.05 | 3.07 | |
| 1.75 | 5.74 | 309.28 | 312.14 | 315.00 | 3.09 | 3.12 | 3.15 | |
| 2.00 | 6.56 | 316.85 | 319.71 | 322.57 | 3.17 | 3.20 | 3.23 | |
| 2.25 | 7.38 | 324.42 | 327.28 | 330.13 | 3.24 | 3.27 | 3.30 | |
| 2.50 | 8.20 | 331.99 | 334.84 | 337.70 | 3.32 | 3.35 | 3.38 | |
| 4.00 | 13.12 | 377.39 | 380.25 | 383.10 | 3.77 | 3.80 | 3.83 | |
| 5.00 | 16.40 | 407.66 | 410.51 | 413.37 | 4.08 | 4.11 | 4.13 | |
| | | | | | | | | |
| CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m ²) PARA B>= 0,80mts | | | | | | | | |
| Profundidad del suelo | | CAPACIDAD DECARGA ADMISIBLE (KN/m ²) | | | CAPACIDAD DECARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²) | | | |
| | | Diferentes valores de B, mts | | | Diferentes valores de B (m) | | | |
| mts | pies | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | |
| 1.50 | 4.92 | 100.57 | 101.53 | 102.48 | 1.01 | 1.02 | 1.02 | |
| 1.75 | 5.74 | 103.09 | 104.05 | 105.00 | 1.03 | 1.04 | 1.05 | |
| 2.00 | 6.56 | 105.62 | 106.57 | 107.52 | 1.06 | 1.07 | 1.08 | |
| 2.25 | 7.38 | 108.14 | 109.09 | 110.04 | 1.08 | 1.09 | 1.10 | |
| 2.50 | 8.20 | 110.66 | 111.61 | 112.57 | 1.11 | 1.12 | 1.13 | |
| 4.00 | 13.12 | 125.80 | 126.75 | 127.70 | 1.26 | 1.27 | 1.28 | |
| 5.00 | 16.40 | 135.89 | 136.84 | 137.79 | 1.36 | 1.37 | 1.38 | |
| | | | | | | | | |

Fuente. Autor

Tabla 17 Carga Muerta + Carga Viva Máxima

| Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) | | | | | | | |
|--|-------|--|--------|--------|---|--------|------|
| DATOS INICIALES TIPO DE SUELO | | | | | | | |
| | | CL | | | | Nc: | 7.16 |
| Peso especifico del suelo KN/m^3 | | 16.10 | | | | Nq: | 1.88 |
| Cohesión (KN/m^2) | | 35.00 | | | | Ny: | 0.71 |
| Angulo de fricción, (grados) | | 7 | | | | F.S.I: | 2.5 |
| (CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA) | | | | | | | |
| CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS | | | | | | | |
| Profundidad del suelo | | CAPACIDAD DECARGA ULTIMA (KN/m^2) | | | CAPACIDAD DECARGA ULTIMA (Kg/cm^2) | | |
| | | Diferentes valores de B (m) | | | Diferentes valores de B (m) | | |
| mts | pies | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 |
| 1.50 | 4.92 | 301.72 | 304.58 | 307.43 | 3.02 | 3.05 | 3.07 |
| 1.75 | 5.74 | 309.28 | 312.14 | 315.00 | 3.09 | 3.12 | 3.15 |
| 2.00 | 6.56 | 316.85 | 319.71 | 322.57 | 3.17 | 3.20 | 3.23 |
| 2.25 | 7.38 | 324.42 | 327.28 | 330.13 | 3.24 | 3.27 | 3.30 |
| 2.50 | 8.20 | 331.99 | 334.84 | 337.70 | 3.32 | 3.35 | 3.38 |
| 4.00 | 13.12 | 377.39 | 380.25 | 383.10 | 3.77 | 3.80 | 3.83 |
| 5.00 | 16.40 | 407.66 | 410.51 | 413.37 | 4.08 | 4.11 | 4.13 |
| | | | | | | | |
| CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m^2) PARA $B \geq 0,80$ mts | | | | | | | |
| Profundidad del suelo | | CAPACIDAD DECARGA ADMISIBLE (KN/m^2) | | | CAPACIDAD DECARGA ADMISIBLE (Kg/cm^2) | | |
| | | Diferentes valores de B, mts | | | Diferentes valores de B (m) | | |
| mts | pies | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 |
| 1.50 | 4.92 | 120.69 | 121.83 | 122.97 | 1.21 | 1.22 | 1.23 |
| 1.75 | 5.74 | 123.71 | 124.86 | 126.00 | 1.24 | 1.25 | 1.26 |
| 2.00 | 6.56 | 126.74 | 127.88 | 129.03 | 1.27 | 1.28 | 1.29 |
| 2.25 | 7.38 | 129.77 | 130.91 | 132.05 | 1.30 | 1.31 | 1.32 |
| 2.50 | 8.20 | 132.79 | 133.94 | 135.08 | 1.33 | 1.34 | 1.35 |
| 4.00 | 13.12 | 150.96 | 152.10 | 153.24 | 1.51 | 1.52 | 1.53 |
| 5.00 | 16.40 | 163.06 | 164.21 | 165.35 | 1.63 | 1.64 | 1.65 |
| | | | | | | | |

Fuente. Autor

Tabla 18 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático

| Profundidad del suelo | | | | | | | | CAPACIDAD DECARGA ULTIMA (KN/m ²) | | | CAPACIDAD DECARGA ULTIMA (Kg/cm ²) | | |
|-----------------------|-------|------|--|-----------------------------|--------|--------|-----------------------------|---|------|--|--|--|--|
| mts | | pies | | Diferentes valores de B (m) | | | Diferentes valores de B (m) | | | | | | |
| mts | | pies | | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | | | | |
| 1.50 | 4.92 | | | 301.72 | 304.58 | 307.43 | 3.02 | 3.05 | 3.07 | | | | |
| 1.75 | 5.74 | | | 309.28 | 312.14 | 315.00 | 3.09 | 3.12 | 3.15 | | | | |
| 2.00 | 6.56 | | | 316.85 | 319.71 | 322.57 | 3.17 | 3.20 | 3.23 | | | | |
| 2.25 | 7.38 | | | 324.42 | 327.28 | 330.13 | 3.24 | 3.27 | 3.30 | | | | |
| 2.50 | 8.20 | | | 331.99 | 334.84 | 337.70 | 3.32 | 3.35 | 3.38 | | | | |
| 4.00 | 13.12 | | | 377.39 | 380.25 | 383.10 | 3.77 | 3.80 | 3.83 | | | | |
| 5.00 | 16.40 | | | 407.66 | 410.51 | 413.37 | 4.08 | 4.11 | 4.13 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

| Profundidad del suelo | | | | | | | | CAPACIDAD DECARGA ADMISIBLE (KN/m ²) | | | CAPACIDAD DECARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²) | | |
|-----------------------|-------|------|--|------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|------|--|---|--|--|
| mts | | pies | | Diferentes valores de B, mts | | | Diferentes valores de B (m) | | | | | | |
| mts | | pies | | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | | | | |
| 1.50 | 4.92 | | | 201.15 | 203.05 | 204.96 | 2.01 | 2.03 | 2.05 | | | | |
| 1.75 | 5.74 | | | 206.19 | 208.09 | 210.00 | 2.06 | 2.08 | 2.10 | | | | |
| 2.00 | 6.56 | | | 211.23 | 213.14 | 215.04 | 2.11 | 2.13 | 2.15 | | | | |
| 2.25 | 7.38 | | | 216.28 | 218.18 | 220.09 | 2.16 | 2.18 | 2.20 | | | | |
| 2.50 | 8.20 | | | 221.32 | 223.23 | 225.13 | 2.21 | 2.23 | 2.25 | | | | |
| 4.00 | 13.12 | | | 251.59 | 253.50 | 255.40 | 2.52 | 2.53 | 2.55 | | | | |
| 5.00 | 16.40 | | | 271.77 | 273.68 | 275.58 | 2.72 | 2.74 | 2.76 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Fuente. Autor

9.6 Capacidad de carga específica (factores de seguridad directos según NSR10 H.2.4.3, H.2.4.4)

Tabla 19 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 Estática y Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño | 1.05 | 1.00 (*) | No se permite | No se permite |

(*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10. Título H. Tabla H.2.4-1.

Tabla 20 Carga Muerta + Carga Viva Normal

| Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) | | | | | | | |
|--|-------|---|--------|--------|--|------|------|
| DATOS INICIALES TIPO DE SUELO | | | | | | | |
| CL | | Nc: | | 6.16 | | | |
| Peso especifico del suelo KN/m ³ | | 16.10 | | Nq: | | 1.43 | |
| Cohesión (KN/m ²) | | 23.33 | | Ny: | | 0.34 | |
| Angulo de fricción, (grados) | | 5 | | F.S.D: | | 1.5 | |
| (CARGA MUERTA + CARGA VIVA NORMAL) | | | | | | | |
| CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS | | | | | | | |
| Profundidad del suelo | | CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m ²) | | | CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²) | | |
| | | Diferentes valores de B (m) | | | Diferentes valores de B (m) | | |
| mts | pies | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 |
| 1.50 | 4.92 | 181.00 | 182.37 | 183.74 | 1.81 | 1.82 | 1.84 |
| 1.75 | 5.74 | 186.76 | 188.13 | 189.50 | 1.87 | 1.88 | 1.89 |
| 2.00 | 6.56 | 192.52 | 193.88 | 195.25 | 1.93 | 1.94 | 1.95 |
| 2.25 | 7.38 | 198.27 | 199.64 | 201.01 | 1.98 | 2.00 | 2.01 |
| 2.50 | 8.20 | 204.03 | 205.40 | 206.76 | 2.04 | 2.05 | 2.07 |
| 4.00 | 13.12 | 238.56 | 239.93 | 241.30 | 2.39 | 2.40 | 2.41 |
| 5.00 | 16.40 | 261.59 | 262.95 | 264.32 | 2.62 | 2.63 | 2.64 |

Fuente. Autor



Tabla 21 Carga Muerta + Carga Viva Máxima

| | | | | | | | |
|---|-------|---|--------|-------------|--|------|------|
| Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.98 4) | | | | | | | |
| DATOS INICIALES TIPO DE SUELO | | | | | | | |
| CL | | | | Nc: 6.49 | | | |
| Peso específico del suelo KN/m ³ 16.10 | | | | Nq: 1.57 | | | |
| Cohesión (KN/m ²) 28.00 | | | | Ny: 0.45 | | | |
| Angulo de fricción, (grados) 6 | | | | F.S.D: 1.25 | | | |
| (CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA) | | | | | | | |
| CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS | | | | | | | |
| Profundidad del suelo | | CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m ²) | | | CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²) | | |
| | | Diferentes valores de B (m) | | | Diferentes valores de B (m) | | |
| mts | pies | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 |
| 1.50 | 4.92 | 223.26 | 225.07 | 226.88 | 2.23 | 2.25 | 2.27 |
| 1.75 | 5.74 | 229.58 | 231.39 | 233.20 | 2.30 | 2.31 | 2.33 |
| 2.00 | 6.56 | 235.90 | 237.71 | 239.52 | 2.36 | 2.38 | 2.40 |
| 2.25 | 7.38 | 242.22 | 244.03 | 245.84 | 2.42 | 2.44 | 2.46 |
| 2.50 | 8.20 | 248.54 | 250.35 | 252.16 | 2.49 | 2.50 | 2.52 |
| 4.00 | 13.12 | 286.45 | 288.26 | 290.07 | 2.86 | 2.88 | 2.90 |
| 5.00 | 16.40 | 311.73 | 313.54 | 315.35 | 3.12 | 3.14 | 3.15 |
| | | | | | | | |

Fuente. Autor

10 RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

10.1 PARA LA EDIFICACIÓN DE UNO A CUATRO PISOS

Una vez estudiadas las características geotécnicas de las unidades litológicas que aparecen en el terreno investigado, analizaremos la tipología de cimentación más adecuada para la construcción de la estructura.

Durante la ejecución de las perforaciones, se encontraron las siguientes características:

TORRE 1

Sondeo No. 1-2-3-4: Arena con presencia de limo color café claro – Arena arcillosa con presencia de grava café claro – Grava limo arcillosa color café claro –No se evidencio la existencia de nivel



freático.

TORRE 2

Sondeo No. 1-2-3-4: Arena con presencia de limo color café claro – Arena arcillosa con presencia de grava café claro – Grava limo arcillosa color café claro –No se evidencio la existencia de nivel freático.

TORRE 3

Sondeo No. 1-2-3-4: Arena con presencia de limo color café claro – Arena arcillosa con presencia de grava café claro – Grava limo arcillosa color café claro –No se evidencio la existencia de nivel freático.

TORRE 4

Sondeo No. 1-2-3-4: Arena con presencia de limo color café claro – Arena arcillosa con presencia de grava café claro – Grava limo arcillosa color café claro –No se evidencio la existencia de nivel freático.

TORRE 5

Sondeo No. 1-2-3-4: Arena con presencia de limo color café claro – Arena arcillosa con presencia de grava café claro – Grava limo arcillosa color café claro –No se evidencio la existencia de nivel freático.

El predio destinado para la obra tiene una superficie plana, es de forma irregular y el nivel de la cota de terreno existente es la referencia para el nivel de cimentación recomendado.

Teniendo en cuenta las condiciones generales encontradas en las perforaciones realizadas en el predio, se elaboraron tres tablas para el cálculo de capacidad de carga ultima y admisible para zapatas cuadradas, trabajando con las características físicas de los materiales predominantes a la profundidad promedio entre 0.80 mts .

Con los datos encontrados y realizando los cálculos respectivos, la cota de cimentación general recomendada por nuestro Laboratorio estaría ubicada a 0.80 mts con respecto al nivel del

terreno existente, en donde se estimula una capacidad de carga admisible entre (1.64Kg/cm²).

La capacidad de carga admisible se anexa en las tablas en la que se tuvo en cuenta para las perforaciones, un ancho asumido típico en este tipo de estructuras, y diferentes profundidades dentro del estrato escogido como cota de cimentación.

El sistema de fundación recomendado para el diseño estructural, teniendo en cuenta las capacidades de carga de las pruebas de Laboratorio, y los chequeos efectuados en cuanto a factor carga y factor asentamiento a diferentes profundidades, el sistema de cimentación propuesto consiste en una placa flotante aligerada ya que según las condiciones de favorabilidad del suelo referidas a presión admisible y asentamientos permiten adoptar dicho sistema sin mayor riesgo geotécnico - estructural. En términos generales, si el área requerida para cimentar una estructura ocupa más del 50% del área de la planta del edificio o estructura, se debe cimentar sobre una losa de cimentación como alternativa , ya que puede resultar más económica.

Se debe diseñar un sistema para que el suelo compense la carga combinada de la nueva estructura. De esta manera al cargar la superestructura se debe asegurar que la presión de carga sea uniforme sobre el área de cimentación. En cuanto al proceso constructivo de la cimentación, se excavará hasta la cota de desplante, se conformará y nivelará el material natural, eliminando los vacíos generados por el proceso de excavación. A continuación, se colocará una capa de concreto de limpieza, el cual mejorará las condiciones de resistencia del suelo y protegerá la cota de cimentación de una posible infiltración de agua. Inmediatamente se armará el acero de refuerzo del elemento y se fundirá.

En el caso de necesitar materiales de relleno, se podría utilizar el proveniente de la excavación, siempre y cuando no se encuentre en estado de saturación. En caso contrario, se recomienda utilizar material de río no cohesivo debidamente conformado y compactado por los métodos convencionales.

Es importante que el Ingeniero Calculista, tenga en cuenta para la cota de cimentación la capacidad portante del terreno; el análisis de asentamientos; el uso adecuado del sistema de cimentación; el perfil estratigráfico del presente estudio; las recomendaciones de mejoramiento del suelo y las especificaciones contempladas en la NSR-10.

Manejo del agua de infiltración y la carga hidráulica de la zona contigua.

Por tratarse de construcciones de edificaciones de ocupación normal, y en caso de construir en época de invierno, para contrarrestar los efectos del agua, debe tenerse en cuenta las obras de drenaje periféricas y la disposición de motobombas con el objeto de evitar la saturación del suelo en el sector contiguo a la fuente hídrica. Además, para los concretos utilizados en la fundación se recomiendan aditivos impermeabilizantes.

Nota: El presente estudio esta limitado por las condiciones actuales del terreno y el factor clima reinante en la zona en el momento de realizar las perforaciones. Cualquier cambio representativo en las condiciones del mismo, se debe informar a la persona especialista para analizar y evaluar dichos parámetros adicionales.

Las condiciones expuestas en este informe están contempladas en las características que presentaron los materiales, y el posible comportamiento que puedan tener en el proceso constructivo de la obra.

OTRAS RECOMENDACIONES

En el momento de la ejecución de las obras es necesario programar las actividades de tal manera que las excavaciones permanezcan abiertas el menor tiempo posible con el fin de evitar la degradación de las propiedades del suelo de fundación. Si una vez alcanzada la profundidad de cimentación se encuentra materia orgánica, rellenos de basura y/o desechos de construcción, es necesario retirarlos en su totalidad y reemplazarlos por material seleccionado debidamente compactado.

Si las edificaciones continuas se pueden ver afectadas durante la construcción por diversas causas asociadas a los procesos de construcción, se recomienda levantar un acta de vecindades, documentada con fotos y videos con el fin de evitar que se adjudiquen a la nueva construcción daños existentes no ocasionados por las obras en construcción.

Si durante las etapas de diseño y construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe se dará aviso oportuno a NHSQ INGENIERÍA para complementar la información: conclusiones y recomendaciones.

11 BIBLIOGRAFÍA

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10, "Titulo H", Bogotá D.C., 2007



NHSQ
INGENIERIA
"Profesionales Forjando País"

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"

CONSTRUCCIÓN DE 5 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS DE 4 PISOS PARA EL PROYECTO DE VIVIENDA GRATUITO II EN EL MUNICIPIO DE UNE - CUNDINAMARCA.

Anexo 1 Registro Fotográfico



En las imágenes se muestran los trabajos exploratorios de campo



NHSQ
INGENIERIA
"Profesionales Forjando País"

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS **"PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"**

CONSTRUCCIÓN DE 5 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS DE 4 PISOS PARA EL PROYECTO DE VIVIENDA GRATUITO II EN EL MUNICIPIO DE UNE - CUNDINAMARCA.



Anexo 5 Matricula Profesional



Reviso y Aprobó:

