



ESTUDIO DE SUELOS PATOLOGÍA EDIFICIO VIVES

CARLOS JOSE VIVES

SOLUCIONES EN INGENIERIA CIVIL Y
GEOTECNIA



TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES.
2. OBJETIVOS.
 - 2.1. OBJETIVO GENERAL.
 - 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.
3. LOCALIZACIÓN.
4. CARACTERISTICAS DEL SITIO.
5. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.
6. EXPLORACION DE CAMPO.
7. ENSAYOS DE LABORATORIO.
8. ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO.
9. ANALISIS DE LA CIMENTACION
 - 9.1. PARAMETROS GEOTÉCNICOS.
 - 9.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE.
 - 9.3. EVALUACIÓN DE ASENTAMIENTOS Y DEFORMABILIDAD.
10. NIVEL FREÁTICO.
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
12. LIMITACIONES.
13. ANEXOS DIGITALES.
 - 13.1. ANEXO 1 – ENSAYOS DE LABORATORIO Y PERFILES ESTATIGRAFICOS.
 - 13.2. ANEXO 2 - PARÁMETROS DE RESISTENCIA Y MÓDULO DE YOUNG (E).
 - 13.3. ANEXO 3–CAPACIDAD PORTANTE
 - 13.4. ANEXO 4–ASENTAMIENTOS



C&G
SOLUCIONES EN
INGENIERÍA CIVIL
Y GEOTECNIA

Santa Marta, 20 de Octubre de 2017

Señor:
CARLOS JOSE VIVES
Ciudad.

**Ref. : Estudio de suelos para patología de un edificio de cuatro niveles –
Santa Marta, Magdalena.**

Adjunto al presente les estamos enviando los resultados y recomendaciones correspondientes al Estudio de Suelos en referencia.

Reiteramos a ustedes nuestra disposición para colaborar en cualquier información con respecto a este trabajo.

Atentamente,

ING. OSCAR DE JESUS CANCHANO ALMANZA
Gerente C&G S.A.S.



1. GENERALIDADES

Se proyecta la remodelación de una estructura de cuatro niveles destinada al uso residencial ubicada en el centro histórico en la Ciudad de Santa Marta-Magdalena, por lo cual se plantea realizar un estudio de patología para evaluar la condición actual del edificio que se encuentra abandonado.

Para la adecuación de este sitio se hace necesario un estudio geotécnico del terreno, por lo cual se recurrió a la realización de sondeos mediante El Ensayo de Penetración Estándar (SPT), el cual consiste en contar el número de golpes necesarios para perforar cilíndricamente el terreno hasta una profundidad establecida, permitiendo obtener muestras naturales en su interior cada metro perforado.

En el presente informe se muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis geotécnico. En el documento se relaciona toda la información previa obtenida del proyecto, se hace referencia a las características del sitio, y del entorno general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo ejecutada con los respectivos ensayos de laboratorio realizados.

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en el campo como en el laboratorio; se determinan las características del subsuelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica.



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Entender las condiciones geotécnicas del suelo para analizar su capacidad portante, y de esta forma poder hacer un mejor diseño de cimentación, que cumpla con las especificaciones de la estructura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender las características principales del suelo donde se apoyara la estructura existente.
- Realizar distintos ensayos de laboratorio que permitan establecer la capacidad de soporte del suelo y características mecánicas del mismo.
- Estimar los asentamientos generados por la interacción suelo estructura.
- Definir la capacidad portante del terreno para diferentes profundidades de desplante, para el diseño de la cimentación.



3. LOCALIZACIÓN

El lote a ser adecuado se encuentra sector del centro histórico en la ciudad de Santa Marta- Magdalena

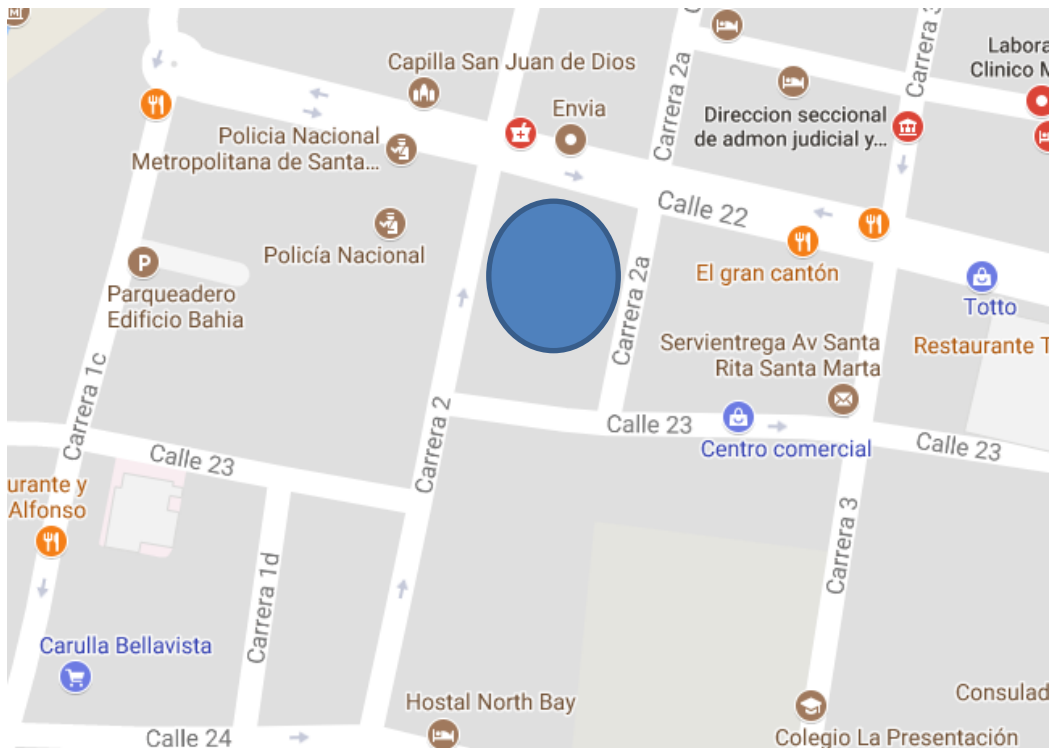


Figura 1. Localización del proyecto, fuente Google Earth.

4. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

El sector en donde va a ser desarrollado el proyecto, presenta en sus alrededores diferentes estructuras y espacios como: condominios residenciales, locales comerciales, restaurantes, lotes arborizados, siendo una zona residencial y de comercio, influenciada en gran medida por el estilo colonial del centro histórico de la ciudad donde sus principales actividades son comerciales y turísticas por lo que la estructuras existentes abarcan una gran variedad de énfasis desde estilos modernos hasta estilos antiguos y coloniales.



Las edificaciones allí encontradas se encuentran en un buen estado, no presentan ni deformaciones de tipo estructural, lo cual nos indica que se encuentran apoyadas sobre un suelo estable, y que éste no demuestra mala calidad

5. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

De acuerdo con la información suministrada por el cliente, el proyecto en la restructuración y remodelación de una edificación de cuatro niveles la cual se encuentra en estado de abandono, ubicada en el sector de del centro histórico en la ciudad de Santa Marta - Magdalena.

6. EXPLORACIÓN DE CAMPO

La exploración de campo realizada, consistió en visitas al sitio y ejecución un (01) sondeo, de quince (15) metros de profundidad; la perforación fue realizada con equipo mecánico de percusión. La metodología utilizada para la realización de la investigación es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (SPT).

La perforación se realizó con un sistema de percusión, utilizando para tal efecto un equipo adicionado con una pesa de 620 N y con caída libre de setenta y seis (76) centímetros. El ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para hacer entrar un elemento normalizado una distancia de treinta (30) centímetros en el terreno de fundación.

Los resultados obtenidos con la prueba SPT, sirven para correlacionar características del subsuelo tales como: peso unitario, densidad relativa, consistencia, ángulo de fricción interna, entre otros; sin embargo, estas correlaciones deben estar acompañadas de un criterio adecuado basado en la experiencia del ingeniero geotecnista.



7. ENSAYOS DE LABORATORIO

Al ejecutar las perforaciones, se tomaron muestras de naturaleza alterada, las cuales se consideran representativas del perfil natural del terreno. Las muestras recuperadas se clasifican de forma visual; algunas de las cuales se seleccionaron para ser sometidas a ensayos de laboratorio de acuerdo con las necesidades del estudio y a las características del terreno. Entre otros, se ejecutaron ensayos de humedad natural, límites de consistencia y granulometría. A continuación se presenta un resumen de las características de los suelos encontrados. En los anexos magnéticos de este informe se presentan los ensayos de laboratorio realizados.

Tabla N° 1 Ensayos de laboratorio con su respectiva norma

Ensayo	Norma
Determinación de humedad	ASTM D 2216 I.N.V.E. 122
Clasificación de suelos	ASTM D 2487
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422-63 – AASHTO T88 I.N.V.E. 123
Determinación del límites de consistencia	ASTM D 4318 – AASHTO T 89-90 I.N.V.E. 126

8. ESTRATIGRAFÍA DEL TERRENO.

Basados en los registros de perforación y el análisis de los materiales, se puede determinar que entre la superficie y la máxima profundidad explorada, el subsuelo presenta los siguientes estratos:

- En el primer y único sondeo se encontró un perfil netamente de suelos gruesos como lo son las arenas limosas, arenas mal gradadas y arenas bien gradada con contenido variables de finos no plásticos, las cuales se fueron intercalando durante toda la profundidad de la perforación de la



siguiente manera: Desde el inicio de la perforación hasta el metro y medio perforado se encontró una arena limosa (SM) con alto contenido de finos no plástico, seguidamente encontramos una arena bien gradada con contenido de finos no plásticos (SW-SM) desde el metro y medio hasta los tres metros y medios de profundidad, más adelante se evidencio un perfil de un medo de espesor que va desde los 3.5 m hasta los 4.5 m pertenecientes a una arena mal gradada (SP) el perfil se interrumpe por una arena bien gradada con contenidos de finos no plásticos que va desde los 4.5 m hasta los 6.5 m de profundidad explorada y para finalizar desde los seis metros y medios de profundidad aparece una arena mal gradada (SP) hasta que finaliza la exploración. La siguiente información se puede corroborar en los anexos digitales del presente documento. ANEXO N°1 ENSAYOS DE LABORATORIO Y PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

9. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

9.1 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Los parámetros geotécnicos de diseño fueron obtenidos a partir de la información recolectada durante las perforaciones realizadas y los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados. Adicionalmente, en la estimación de parámetros se emplearon correlaciones empíricas, las cuales son descritas a continuación.

Los parámetros de ángulo de fricción interna para los suelos granulares presentes en esta zona, se estimaron con base en las correlaciones que se muestran en la tabla 2.

Tabla N° 2. Correlaciones empíricas para estimar el ángulo de fricción de suelos granulares a partir del ensayo de SPT

ϕ [°]	Referencia
$15+(12,5 N45)0,5$	Kishida, 1969
$27,1+(0,3 N60)-(0.00054 N600,5)$	Peck et al, 1969

El módulo de Young para los suelos granulares se estimó empleando las correlaciones que se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Correlaciones empíricas para estimar el módulo de Young (E) a partir del ensayo de SPT

Tipo de suelo	E (kPa)	Referencia
Arenas (normalmente consolidadas)	500(N55+15)	Bowles, 1996
Arenas	8*N60*100	Schmertmann, 1970

En el Anexo 2 se presenta el resumen de los resultados de laboratorio para la perforación realizada y se presenta el cálculo de los parámetros de resistencia y módulo de Young (E) para el suelo granular presente en la zona.

En la tabla 4 se muestran las características geotécnicas del suelo presente en la zona de estudio.

Tabla 4. Estimación de parámetros de resistencia y módulo de Young

Parámetro	Valor
Peso Unitario	1.900 t/m ³
Ángulo de fricción:	32.5°
Cohesión	0
Módulo de Young (E)	2070 t/m ²

9.2 CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

Con el fin de determinar la resistencia límite del medio de fundación, fueron llevados a cabo los análisis de capacidad portante del estrato de soporte para el tipo de cimentación evaluada usando la ecuación general de Capacidad Portante Admisible que emplea los mecanismos de falla de Prandtl modificada con los factores de capacidad portante, de corrección por forma, de profundidad de



desplante de la cimentación, y de inclinación de carga, establecidos por Meyerhof (1963), usando sobre este valor ultimo de soporte un factor de seguridad de 3.0.

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

Superficiales D/B = menor a 4

Tipo de cimentación = zapatas aisladas o cimientos corridos

D = profundidad de desplante de la cimentación

B = ancho del cimiento

La capacidad portante del suelo en el nivel de cimentación se estimó utilizando la teoría expuesta por Meyerhof (1963) donde:

Para carga vertical:

$$q_{ult} = \left(\frac{\gamma * Nq}{2} \right) + \gamma * (N_{\gamma} - 1) \left(\frac{Df}{B} \right) (B * L)$$

En esta ecuación:

B = ancho de la cimentación (diámetro para una cimentación circular)

$\bar{q}$ = esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación.

γ = Peso específico del suelo.

N_q, N_{γ} = Factores de capacidad de carga.

= Factores de corrección por forma, profundidad e inclinación.

Factores de capacidad de carga:



$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2(45 + \varphi/2)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan 1.4\varphi$$

Factores de profundidad:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p} \frac{D}{B} \quad \text{Para todo } \varphi$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D}{B} \quad \varphi > 10$$

$$s_q = s_\gamma = 1 \quad \varphi = 10$$

Factores de inclinación:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90^\circ}\right)^2 \quad \text{Para todo } \varphi$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \varphi > 0$$

$$i_\gamma = 1 \quad \theta > 0 \text{ and } \varphi = 0$$

Considerando la incidencia de la geometría de la fundación y la profundidad de desplante se llevó a cabo un análisis de sensibilidad en el cual se contemplaron diferentes dimensiones de cimiento y relaciones ancho/largo (B/L), para diferentes niveles de fundación.

Este análisis permitió establecer que la capacidad portante de servicio para la estructura es variable, dependiendo de su geometría y del suelo de fundación. A continuación se presenta la ecuación de capacidad utilizada con los factores por corrección:



$$q_{adm (neta)} = \frac{q_{ult} - q}{F.S.}$$

Dónde:

q_{adm} = Carga admisible para la fundación al nivel de desplante.

q_{ult} = capacidad ultima.

$q = \gamma D_f$

$F.S.$ = factor de seguridad.

Con los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio se realizan los cálculos de capacidad portante para el sector de estudio, se considera la profundidad como variable para el cálculo de estas capacidades, carga vertical concéntrica y terreno plano.

Se realiza el cálculo de cargas vivas y muertas a las que estará sometida la estructura y se prevé un pre-dimensionamiento para el cálculo de asentamientos, pero el ingeniero estructural realizará el ajuste final de las dimensiones de la cimentación. Para efectos de la estimación de la capacidad portante, esta fue limitada para unos asentamientos máximos totales de una pulgada obteniendo como resultado un valor de **capacidad portante de 13.01 t/m²**; en función de una cimentación superficial (zapatas aisladas) con una **sección mínima de 1.5 m x 1.5 m con una profundidad de desplante mínima de 1.5 m.**

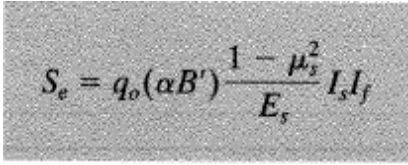
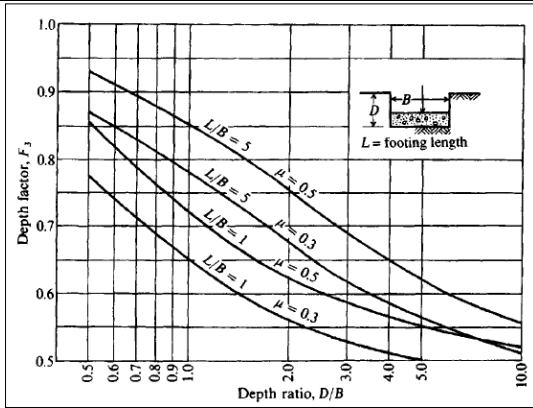
10. EVALUACIÓN DE ASENTAMIENTOS Y DEFORMABILIDAD.

La evaluación del asentamiento experimentado, en superficie, por la sobrecarga generada por las estructuras, se determinó con el cálculo de los asentamientos inmediatos (elásticos), por medio de la teoría elástica empleando la ecuación de ajuste propuesta en Braja M. Das, (1997). Para la estimación de los asentamientos elásticos se asumió la carga promedio que estaría llegando a la estructura de



cimentación, ya que no se contaba con la carga real que llega al cimiento , en este orden de idea la carga escogida fue de 90 toneladas, lo cual representa una presión neta admisible sobre el suelo de 40 t/m^2 para estar del lado de la seguridad ya que la carga asumida resulta superior a la capacidad calculada para condiciones de longitud, ancho, y profundidad del cimiento así como para los parámetros geotécnicos específicos del suelo a la profundidad asumida.

La Tabla 7 presenta la ecuación empleada en el análisis de asentamientos elásticos.

Tabla N°7 Análisis de asentamientos elásticos	
Ecuación	Ábaco de cálculo de F_3 o I_F
 (Braja M. Das, 1997)	
q_0: Presión de contacto en unidades de E_s B': Ancho efectivo E_s: Modulo de Elasticidad del suelo portante μ_s: Relación de Poisson I_s, I_F: Factores de influencia	



Se realizaron los cálculos para determinar el asentamiento teórico total dando como resultado magnitudes del orden de **11.1 mm**, para asentamientos elásticos en el centro de la zapata, asumiendo profundidad de 1.5m y dimensiones del cimiento de 1.5m x 1.5m. En el Anexo 4 se observan los cálculos de asentamientos, utilizando como parámetro el valor de capacidad portante generado por la alternativa de cimentación de zapatas de sección cuadrada.

11. NIVEL FREÁTICO.

Durante la exploración de campo, no se evidencio nivel de aguas freáticas.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en la caracterización Geotécnica de la zona explorada para el proyecto de construcción

Durante la perforación se detectaron los siguientes materiales: arena limosa color café y arena mal gradada y bien gradada con un poco de limo color café.

En términos generales, las características físico-mecánicas de los materiales se consideran regulares, se debe realizar compactación a una densidad mayor o igual al 95% del Próctor modificado. Se aclara que en caso de encontrar el nivel freático debe ser abatido con bomba y siempre se debe proteger la excavación.



Tipo de cimentación.

En la selección del tipo de cimentación a utilizar se tuvieron en cuenta tres grupos de factores principales, a saber:

1. Lo relativo al tipo de estructura, que engloban su función, cargas que transmite al suelo, materiales que la constituyen, etc.
2. Los relativos al suelo, que se refieren a sus propiedades mecánicas, especialmente a su resistencia y compresibilidad, a sus condiciones hidráulicas, etc.
3. Los factores económicos, que deben balancear el costo de la cimentación en comparación con la importancia y el costo mismo de la superestructura.

Teniendo en cuenta los factores anteriores, se recomienda que la transmisión de cargas de la superestructura al subsuelo se realice a través de zapatas cuadradas y/o rectangulares.

La zapata cuadrada estará apoyada a una profundidad mínima de 1.50 metro por debajo del nivel actual del terreno.

El factor de seguridad se encuentra cercano a 3.00.

El $q_{adm} = 13.01 \text{ t/m}^2$.

Es importante que el ingeniero encargado del cálculo estructural, evalúe el sistema de cargas y las respectivas áreas de cada una de las zapatas de todo el sistema estructural, de tal modo que se logre cumplir la máxima presión de contacto que le trasmita la estructura al suelo especificada anteriormente.



12.1 Asentamientos.

De acuerdo con la presión de contacto recomendada arriba, se esperan asentamientos de orden de 11.1 mm para zapatas de 1.5 m x 1.5 m con una profundidad de desplante de 1.5 m.

12.2 Procedimientos constructivos

En este aparte del informe se harán una serie de consideraciones de tipo general, principalmente sobre el proceso constructivo, las cuales complementan y contribuyen al cumplimiento en la solución adoptada.

12.2.1 Excavaciones.

- ❖ La programación de la actividad de excavación para los cimientos debe realizarse de tal forma que no transcurra un lapso excesivo de tiempo entre la finalización de aquella y la fundida de estos últimos, para evitar exponer el terreno de fundación a los fenómenos ambientales nocivos para su comportamiento. Esta recomendación deberá respetarse de manera estricta ya que en la actual época de invierno las excavaciones son susceptibles de sufrir colapso por procesos de erosión bien sea en el fondo o en las paredes de la excavación.
- ❖ Durante la excavación de los cimientos deberá contarse con un adecuado sistema de bombeo para evacuar las aguas lluvias, niveles freáticos o aguas de cualquier otra naturaleza, esto proporcionará una adecuada plataforma de trabajo.



- ❖ Se debe proteger las paredes de la excavación con elementos como formaletas o tablestacas con el fin de proteger la integridad del personal involucrado en esta actividad

13.LIMITACIONES

Las recomendaciones incluidas en este informe se basan en la investigación por nosotros ejecutada, acorde con la práctica común de la ingeniería de suelos, y con la cobertura suficiente para definir las condiciones del subsuelo en el área del proyecto.

No obstante, si se presentan condiciones no contempladas en este informe, como variación en el proyecto o diferencias en el subsuelo, se nos deberá comunicar oportunamente para establecer los ajustes necesarios a las recomendaciones formuladas.



15. ANEXOS

Todos los anexos mencionados en el presente documentos se entregan de forma digital.

14.1. ANEXO 1 - ENSAYOS DE LABORATORIO Y PERFILES ESTATIGRAFICOS.

Este anexo se encuentra incluido en los medios magnéticos del presente informe.

14.2. ANEXO 2. MODULO DE YOUNG.

Este anexo se encuentra incluido en los medios magnéticos del presente informe

14.3. ANEXO 3 – CAPACIDAD PORTANTE.

Este anexo se encuentra incluido en los medios magnéticos del presente informe.

14.4. ANEXO 4 – ASENTAMIENTOS.

Este anexo se encuentra incluido en los medios magnéticos del presente informe.