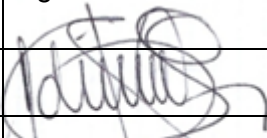



NOMBRE DEL DOCUMENTO:		ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS. HOSPITAL MARIA INMACULADA FLORENCIA CAQUETÁ				
DOCUMENTO No.:		IT-01-20161028				
	Número de la revisión			1	2	3
	Responsable de la elaboración	Nombre:	Adriana Patricia Castro			x
		Cargo:	Ing. Civil			
		Firma:				
Tarjeta profesional						

FT-001-2014

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	ii
1 GENERALIDADES	4
1.1 INTRODUCCIÓN	4
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO DE LA OBRA	4
1.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS GENERALES	5
2 EXPLORACIÓN DE CAMPO	8
2.1 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR	9
2.2 SISMISIDAD	10
2.2.1 Capacidad Portante y Cálculos de Fa, Fv	10
3 ANÁLISIS DE LABORATORIO	14
3.1 METODOLOGÍA DEL ENSAYO DE LABORATORIO	14
3.1.1 RESULTADOS OBTENIDOS	14
3.2 MODELO GEOTÉCNICO LOCAL	16
4 RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS	20
4.1 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS	21
5 anexos	23
5.1 REGISTROS DE EXPLORACIÓN DE CAMPO	23
5.2 REGISTROS DE LABORATORIO	24
5.3 TARJETA PROFESIONAL	25

TABLAS

Tabla 1 Caracterización del suelo según el SPT	10
Tabla 2. Resumen de ensayos de clasificación.	15

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. UBICACIÓN ZONA EN ESTUDIO, GOOGLE EARTH 2016.....	4
Ilustración 2. MAPA GEOLÓGICO PROYECT, INGEOMINAS (2005)	5

ZEW

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al estudio de suelos para la caracterización geotécnica, geológica y recomendación para las cimentaciones del hospital María Inmaculada Florencia Caquetá.

Las investigaciones geotécnicas tienen como objetivo principal explorar los suelos presentes en el predio y dar las recomendaciones de cimentación pertinentes para la construcción de una estructura de 4 niveles.

Las investigaciones, análisis, recomendaciones y conclusiones incluidas en este documento, se ajustan estrictamente a la descripción preliminar del proyecto y a las indicaciones dadas a esta asesoría antes de dar inicio a la misma. De igual manera los procesos y análisis particulares se ajustan a la metodología y criterios sugeridos por la normatividad vigente (NSR10).

Variaciones importantes al momento de la materialización de las obras, tales como incrementos en los niveles de excavación, cargas, disposición de llenos, uso, ubicación u otros aspectos que afecten las recomendaciones o consideraciones plasmadas en este documento, deben consultarse de manera oportuna a SOL INGENIERÍA S.A.S, debido a que dichas variaciones podrían salirse de los alcances planteados inicialmente en esta investigación, haciendo que ésta pierda validez y dando cabida a la posibilidad de que se requieran sondeos, ensayos o análisis geotécnicos adicionales.

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO DE LA OBRA

El objeto del estudio se encuentra el centro del municipio de Florencia Caquetá al sur oriente del Municipio, en la dirección diagonal 20 Numero 7 – 93.

El proyecto plantea la construcción de una edificación de cuatro niveles.



Ilustración 1. UBICACIÓN ZONA EN ESTUDIO, GOOGLE EARTH 2016

1.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS GENERALES

EL municipio de Florencia está situada en una zona entre la Región Andina y la Región Amazónica de Colombia. Un gran porcentaje de su territorio se localiza en el paisaje de cordillera por encima de los 900 msnm, perteneciente a la Reserva Forestal de la Amazonia, en tanto que una porción del área restante hace parte del Distrito de Conservación de Suelos y Aguas del Caquetá.

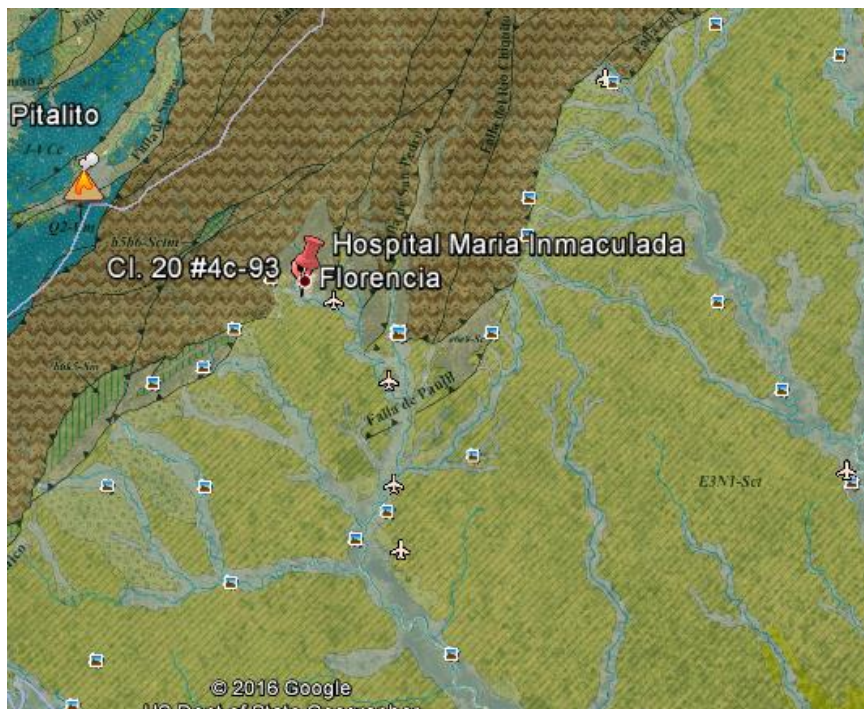


Ilustración 2.MAPA GEOLÓGICO PROYECT, INGEOMINAS (2005)

Símbolo	e6e9-Sc
Descripción	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas
Edad	Bartoniano _ Chatiano
Unidades geológicas integradas	Formación pepino

Desde el punto de vista litológico, el departamento está conformado por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas y depósitos sedimentarios, con edades que varían desde el precámbrico hasta el Cuaternario reciente. Se encuentran las siguientes unidades:

Complejo Migmatítico de Mitú: de edad Precámbrica e integrado por rocas ígneas y metamórficas, aflora en la parte oriental del territorio departamental; el Complejo de Garzón, integrado por las Migmatitas de Florencia, con una edad aproximada de 1.180 millones de años (m.a.) - Proterozoico medio - y por el Neis de Gaupotón-Mancagua, con una edad de 900 a 1.200 m.a. que constituyen el basamento de la cordillera oriental; sobre él se encuentra el Grupo Güejar, integrado por rocas metamórficas de bajo grado, intercaladas con arenitas depositadas en el Paleozoico entre los 520 y 470 m.a.

Al oriente se localiza la Formación Araracuara, integrada por areniscas con algunas limolitas, lutitas y calizas, depositada en el Paleozoico entre los 500 y 440 m.a. La Formación Caballos: integrada por areniscas con una edad de 113 a 96 m.a, aflora en algunas partes del flanco oriental de la cordillera oriental, al igual que la Formación Loma Gorda, integrada por lodolitas y limonitas con una edad de 90 a 85 m.a.

También se presenta la Formación Pepino, conformada por tres segmentos: el inferior, arenoso conglomerático; el intermedio, lodoarenoso; y el superior conglomerático arenoso, los cuales se depositaron entre el Paleoceno y el Oligoceno temprano; ésta unidad es suprayacida por el grupo Orito, el cual está integrado por las formaciones Orteguzza (compuesta por lodolitas, limolitas y, en menor proporción por lodositas arenosas) y Belén (integrada por arcillolitas y limolitas), que se depositaron en el Oligoceno.

En el piedemonte es frecuente encontrar abanicos aluviales de diferentes proporciones; así mismo, se encuentran terrazas medias y bajas asociadas a los grandes ríos (Caquetá, Caguán y Orteguzza). Los ríos actuales presentan depósitos aluviales y en zonas de ladera se encuentran depósitos coluviales

En la zona cordillerana las fallas más importantes son: Resinas, Santa Helena, Las Doradas, Orteguzza, Las Hermosas, San Pablo, Río Chiquito, Santana Ramos, Guayas, El Doncello, Paujil y el sistema de fallas de San Pedro

En la llanura amazónica, las fallas se localizan hacia la parte occidental de la misma y están representadas por el sistema de fallas de Caguán y la falla Lozada, en la parte baja del río Caguán se presenta un fuerte lineamiento que insinúa una falla que controla el cauce de este río.

Entre los minerales no metálicos se encuentran las arcillas, que afloran en diferentes sectores del departamento; también se presentan manifestaciones de arenas silíceas cerca de Florencia y algunas manifestaciones de calizas y de evaporizas; hay presencia de mármol, depósitos de feldespatos, manifestaciones de mica y manifestaciones de

fosfatos en algunos sitios de la cordillera. También se han detectado más de 14 yacimientos de asfalto natural en Florencia, San Vicente del Caguán, Morelia, Belén de los Andaquíes, El Paujil y El Doncello, y asfalto líquido en Puerto Rico y La Montañita. Así mismo, hay depósitos de carbón mineral en El Paujil, El Doncello, Puerto Rico y en Guacamayas (San Vicente del Caguán). El departamento presenta potencialidad para la producción de petróleo, ya existen varios pozos y se realizan trabajos de exploración en varios sitios.

Estas condiciones, sumadas a otros factores físicos como el clima han favorecido el establecimiento de unos suelos que en términos generales, presentan una textura principalmente fina, con diferentes grados de drenaje interno, un pH que fluctúa entre 4,5 y 5,8 (IGAC, 1993); con una capacidad catiónica de cambio de baja a media y saturación de bases baja; presentan alto contenido o saturación de aluminio, elemento tóxico para muchos cultivos; en los horizontes minerales se presenta bajo contenido de carbón, fósforo, potasio y magnesio. Mineralógicamente predominan el cuarzo y la caolinita, elementos que no aportan nutrientes a las plantas, dando lugar a una fertilidad muy baja a ligeramente moderada. Se distinguen los siguientes suelos:

De montaña. Su drenaje interno varía de imperfectamente a excesivamente drenados, moderadamente profundos, en ciertos lugares limitados por el nivel freático; ácidos a muy ácidos, con alto contenido de aluminio y baja fertilidad.

De piedemonte. Formados especialmente sobre los depósitos de conos aluviales, con una profundidad efectiva variable debido al contenido de piedras; así mismo el drenaje interno es moderado a alto. Ácidos a muy ácidos, con alto contenido de aluminio, que los hace tóxicos y una baja fertilidad.

De lomerío. Formados a partir de sedimentos arcilloso-arenosos principalmente, con un nivel freático fluctuante que en algunos sectores genera encharcamiento. Son ácidos a muy ácidos, con un alto contenido de aluminio que los hace tóxicos y con una baja fertilidad.

De la Altiplanicie Estructural. Formados de rocas sedimentarias (areniscas) del Paleozoico y que hacen parte de la Formación Araracuara, con un bajo contenido de nutrientes que no facilita la formación de cobertura vegetal exuberante.

De las terrazas aluviales. Formados por la acumulación de sedimentos aluviales, depositados en el Holoceno por los ríos Caquetá, Caguán y Orteguzza principalmente, con un nivel freático fluctuante, de textura fina a gruesa, con una profundidad efectiva variable; son ácidos a muy ácidos, con alto contenido de aluminio y una fertilidad de baja moderada.

De los valles aluviales asociados a los ríos Caquetá, Caguán y Orteguzza presentan pedregosidad variable, al igual que la profundidad efectiva. Los que están integrados por sedimentos finos son los que presentan mejores condiciones para el desarrollo de actividades agrícolas.

2 EXPLORACIÓN DE CAMPO

Con base en el estado de la práctica de la ingeniería geotécnica y el uso proyectado del predio se plantea realizar la exploración mediante sondeo que se compone de tres (4) perforaciones por el método del ensayo de Penetración Estándar (SPT), localizadas estratégicamente, donde se presenta la descripción de las muestras extraídas, posición del nivel freático, perfil estratigráfica y demás detalles pertinentes. De acuerdo a las recomendaciones del título H de la Norma sismo resistente de 2010.

Para dar cumplimiento a la norma y de acuerdo a la información suministrada por el cliente el proyecto se clasifica de acuerdo a las tablas H.3.1-1 y H.3.2-1 de la NSR-2010, como categoría de unidad de construcción media, la cual requiere un mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción media.

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 (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla 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

Las perforaciones fueron realizadas con equipo mecánico, procedimiento que incluyó la ejecución de pruebas SPT y toma de muestras (remodeladas e “inalteradas”) de los suelos explorados, así como registro del nivel freático. Esta exploración fue localizada como se indica en la siguiente figura:



2.1 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL			
	P1	P2	P3	P4
0.00-1.00	Estructura de pavimento, lleno	Estructura de pavimento, lleno	Estructura de pavimento, lleno	Estructura de pavimento, lleno
1.00-1.45	Limo Arcilloso color café	Limo Arcilloso color café	Limo arcilloso color café	Limo arcilloso de color café.
2.00-2.45	Limo Arcilloso color café con zonas rojizas	Limo Arcilloso color café	Arena limosa color café	Limo arcilloso de color café.
3.00-3.45	Arena limosa color café.	Limo arenoso color café	Limo arcilloso color café	Limo arcilloso de color café.
4.00-4.45	Limo Arcilloso color café	Limo arenoso color café	Limo arcilloso color café	Limo arcilloso de color café, con amarillo.
5.00-5.45	Limo arcilloso color café zonas grises	Limo arenoso color café con zonas grises.	Limo arcilloso color café	Arcilla color gris con zonas rojizas.
6.00 – 6.45	Arena limosa color café con fragmentos de roca	Limo arcillo arenoso color café	Arena limosa color café	Limo arenoso color café.

7.00 – 7.45	Arena arcillosa color café zonas grises	Arcilla color gris	Arena limosa color café	Arena limosa color café.
8.00 - 8.45	Limo arenoso color café	Arena arcillosa con fragmentos de roca color café.	Arena limosa color café con zonas negras.	
9.00 -9.45	Arena limosa color café		Arena limosa color café	
10.00 - 10.45	Arena gris		Arena color café	
11.00 - 11.45			Arena gris	

Tabla 1 Caracterización del suelo según el SPT

De lo anterior se concluye que desde el ensayo de SPT el lote posee un perfil del subsuelo homogéneo, con la presencia de arcillas, arenas, con fragmentos de roca sin embargo es importante los ensayos de clasificación de laboratorio para determinar la clasificación del suelo.

2.2 SISMIIDAD

El lote se encuentra dentro de una zona de amenaza sísmica intermedia, el coeficiente que representa la aceleración pico Aa es 0.20, coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva Av es 0.15, (NSR-10, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente). En la siguiente tabla se relaciona los valores sísmicos para la zona de influencia del proyecto.

Municipio	Código Municipio	Aa	Av	Zona de Amenaza sísmica	Ae	Ad
Florencia	18001	0.20	0.15	Intermedia	0.10	0.05

Nota:¹

2.2.1 Capacidad Portante y Cálculos de Fa, Fv

Definición de términos (tomado del título-A- NSR-10-2010-01-13)

¹ Tomado de APÉNDICE A-4 VALORES DE Aa, Av, Ae Y Ad Y DEFINICIÓN DE LA ZONA DE AMENAZA SÍSMICA DE LOS MUNICIPIOS COLOMBIANOS.

Aa = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño

Av = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño.

Fa = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.

Fv = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional

IP: índice de plasticidad, el cual se obtiene cumpliendo la norma ASTM D 4318

Su = es la resistencia al corte no drenado en kPa (kgf/cm^2) del estrato

w = contenido de agua en porcentaje, el cual se determina por medio de la norma NTC 1495 (ASTM D 2166).

Para el cálculo de Fa y Fv, es necesario hallar los valores de Aa y Av, los cuales se tomaron de los valores del municipio de San Jerónimo, dados en la tabla anterior.

Clasificación del suelo: Teniendo en cuenta los ensayo de resistencia a la compresión simple tomados de las muestras inalteradas, según la norma NSR-10, se toman los parámetros de la siguiente tabla:

De acuerdo a la tabla se puede clasificar el suelo a una profundidad promedio de 5.78 m como **Tipo D**

Clasificación de los perfiles de suelo

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

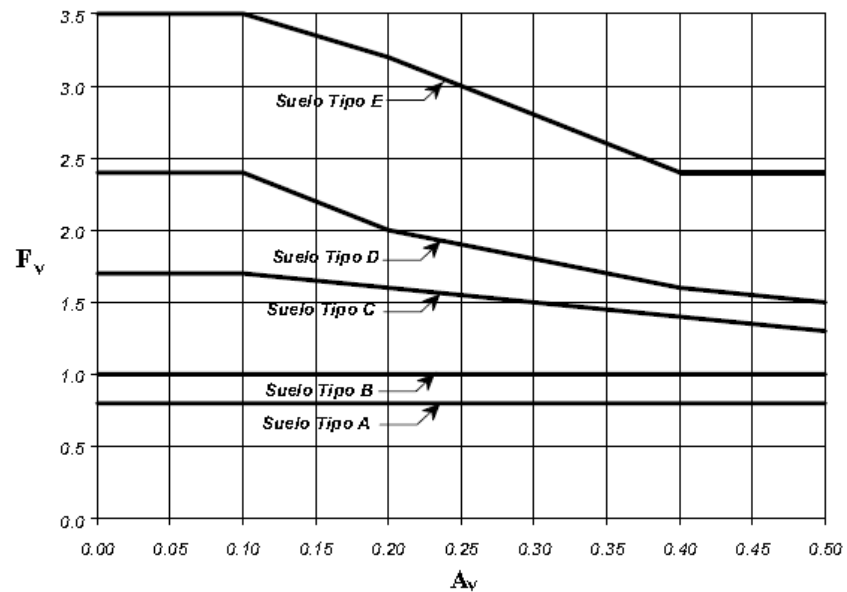
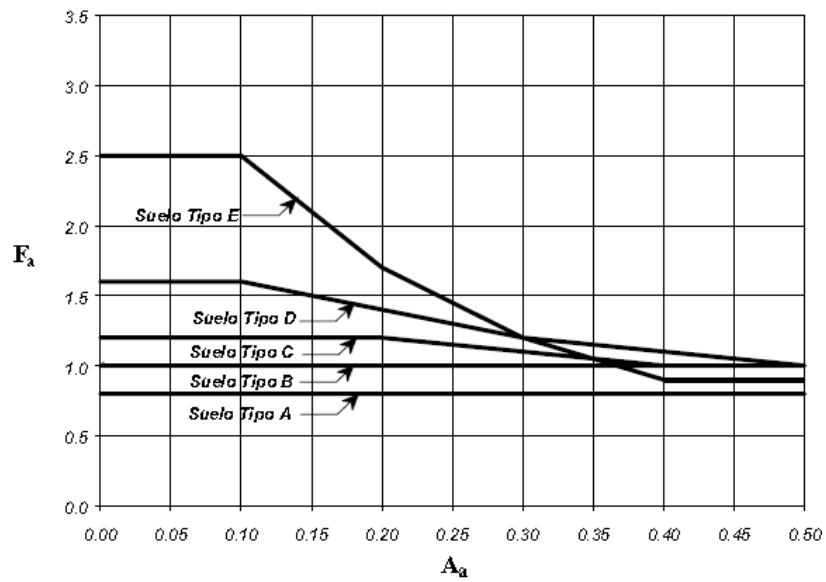
Calculo de Fa Y Fv

Para el cálculo de estos parámetros nos apoyamos en las siguientes tablas:

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	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **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.



Los valores de F_a y F_v para el tipo C de suelo y con las condiciones de A_a y A_v correspondientes al municipio de San Jerónimo, Antioquia son:

F_a : 1.5 F_v : 2.4

3 ANÁLISIS DE LABORATORIO

3.1 METODOLOGÍA DEL ENSAYO DE LABORATORIO

En el presente estudio se programa realizar el ensayo de penetración estándar como se indicó anteriormente, con muestreos a cada (1) metro, con muestreados tipo Shelby y con SPT, con el fin de obtener sus propiedades, que definan el modelo y los parámetros resistentes para el análisis geotécnico. Los ensayos propuestos para el presente estudio son los siguientes:

- Ensayo penetración estándar para obtener la resistencia al corte en los distintos estratos.
- Ensayo para determinar el límite plástico y el índice de plasticidad.
- Ensayo para determinar el límite líquido.
- Ensayo de peso específico unitario.
- Ensayo para determinar el contenido de agua.
- Ensayo para determinar la resistencia a la compresión inconfiada (si el muestreo lo permite)
- Ensayos de clasificación de los materiales

Para el presente análisis de cimentación se clasificaron **siete (7)** muestras en total; en la Tabla 3 se presenta un resumen de los resultados.

No se realiza en el ensayo de compresión simple para las muestras inalteradas tomadas con tubo Shelby debido al tipo de suelo arenoso ya que dicha muestra no se consolidaba para la elaboración de las briquetas necesarias para el ensayo.

3.1.1 RESULTADOS OBTENIDOS





ENSAYO	MUESTRAS						
	P1-M4	P1-M10	P2-M4	P3-M4	P3-M9	P4-M3	P4-M7
Profundidad (m)	4.45	10.45	4.45	4.45	9.45	3.45	7.00
Límite líquido (%)	34	57	37	46	38	38	32
Límite plástico (%)	32	25	32	37	30	33	31
Índice plástico (%)	2	32	5	9	8	5	1
Humedad natural (%)	29	19	35	33	27	33	31
Clasificación USC	SM	CH	ML	ML	ML	ML	SM
Clasificación AASHTO	A-4	A-7-6	A-4	A-5	A-4	A-4	A-4
Índice de grupo	0	20	6	7	4	5	0
Pasa tamiz # 200	67.3	99.7	115.4	86.3	80.7	101.1	67.3

Tabla 2. Resumen de ensayos de clasificación.

3.2 ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE

Muestra	Profundidad	Clasificación	IP (%)	W (%)	qu (KPa)	$\bar{\alpha}$ seco [kg/m ³]	$\bar{\alpha}$ Humedo [kg/m ³]
P1-M5	5.45	ML	2	41.7	55.46	1.44	2.047
P2-M6	6.45	SM	5	40.4	81.76	1.45	2.085
P3-M5	5.45	ML	9	37.1	109.05	1.30	1.8
Promedio	5.78		5.33	39.73	82.09		

3.3 MODELO GEOTÉCNICO LOCAL

Con base en la exploración adelantada, los resultados de las pruebas de laboratorio y la inspección visual de las muestras recuperadas en la exploración de campo, se definió un modelo geotécnico local caracterizado por la presencia de los siguientes mantos:


	ML	0.00-2.45m	Limo inorgánico arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillas con ligera plasticidad.
	ML	4.00-4.45m	Limo inorgánico arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillas con ligera plasticidad.
	SM	7.00-7.45m	Arena limosa mezclada de arena con limo y mal gradación.
	ML	9.00-9.45 m	Limo inorgánico arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillas con ligera plasticidad.
	SH	10-10.45m	Arenas de alta plasticidad

Tabla 2. Geotecnia local

Se puede clasificar el suelo como una arena limo arenoso de baja plasticidad, no cohesivo.

4 ANALISIS DE MODELO DE CÁLCULO PARA LA CIMENTACIÓN

Para el análisis del modelo de cálculo se utilizan los resultados del ensayo SPT, correlacionándolos con el fin de obtener los parámetros. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la corrección del número de golpes SPT a partir de la ecuación propuesta por Bowles que tiene en cuenta correcciones por energía, por confinamiento y por longitud.

Luego a partir de los datos de laboratorio y exploración, se estiman los parámetros más probables del suelo, según la siguiente expresión desarrollada por Kishida que aplica para Colombia, a partir del ensayo de penetración estándar.

$$\phi'_{eq} = 15 + (12.5 \times N_{145})^{0.5}$$

Ecuación 1.

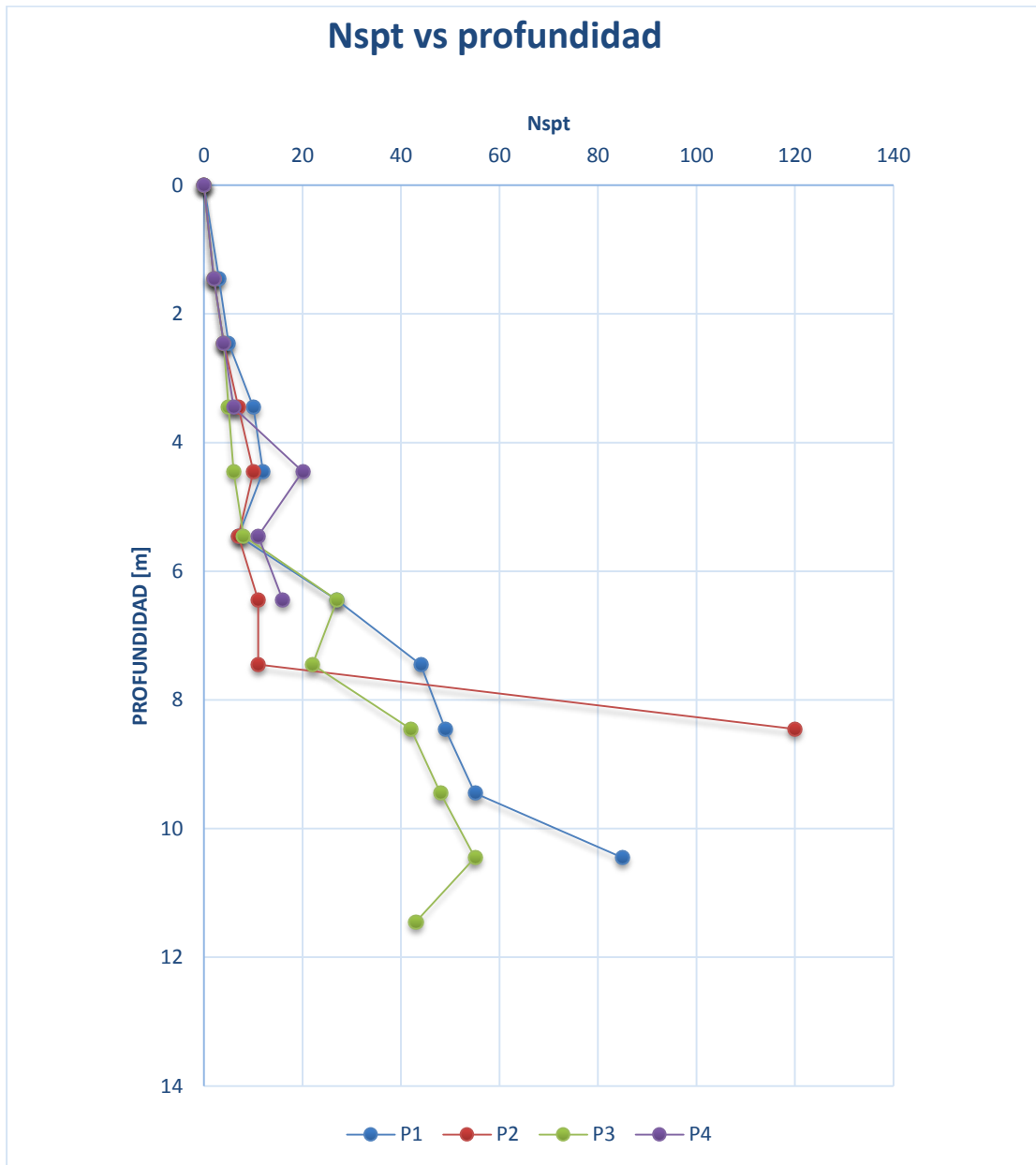
Para la estimación de los parámetros elástico se hace uso de las siguientes ecuaciones que correlacionan con el ensayo de penetración estándar y ensayo de compresión inconfiada

$$E_s = 0.5 (N + 15) \text{ MPa}$$

Ecuación 2.

Profundidad [m]	Profundidad promedio [m]	P1	P2	P3	P4	Nspt [prom]	Peso específico [Ton/m3]	σ'_v [Ton/m2]	Cn	N1	N145	ϕ [°]	Es (SPT) [Mpa]	Estrato
1.45	0.725	3	2	2	2	2	1.4	2.03	2.00	4.50	3	22	8.625	ML
2.45	1.95	5	4	4	4	4	1.4	3.43	2.00	8.50	5.667	24	9.625	ML
3.45	2.95	10	7	5	6	7	1.4	4.83	2.00	14.00	9.333	26	11	ML
4.45	3.95	12	10	6	20	12	1.4	6.23	2.00	24.00	16	30	13.5	ML
5.45	4.95	7	7	8	11	8	1.4	7.63	2.00	16.50	11	27	11.625	ML
6.45	5.95	27	11	27	16	20	1.4	9.03	2.00	40.50	27	34	17.625	ML
7.45	6.95	44	11	22		26	1.4	10.43	2.00	51.33	34.22	36	20.333	ML
8.45	7.95	49	120	42		70	1.5	12.675	2.00	140.67	93.78	50	42.667	SM
9.45	8.95	55		48		52	1.4	13.23	2.00	103.00	68.67	45	33.25	ML
10.45	9.95	85		55		70	1.5	15.675	2.00	140.00	93.33	50	42.5	SH
11.45	10.95			43		43	1.5	17.175	2.00	86.00	57.33	42	29	SH
Promedio												35	21.795	

Tabla 3. Comportamiento del perfil en variación con la profundidad y el Nspt c/30cm, para cada sondeo



5 RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

5.1 ANALISIS DE CIMENTACIONES

Para el cálculo de capacidad de carga, se tiene en cuenta las propiedades de los materiales en cada estrato, como se muestra en la Tabla No 3, el perfil se define con una

5.2 CHEQUEO DE CAPACIDAD DE CARGA

Para el cálculo de la cimentaciones se deberá tener en cuenta (**q admisible a 12m es de 171.75 Kg/m²**)

5.3 TIPO DE FUNDACIÓN A UTILIZAR

Estas condiciones implican recurrir a una cimentación profunda (pilas pre excavado), las cuales en este caso en particular representan las siguientes ventajas:

Estabilidad global de la edificación, la cual será atendida mediante sollicitaciones laterales en las cimentaciones por efecto de empotramiento o longitud de pila.

Por efecto de profundidad, las pilas darían mayor estabilidad global a la estructura y permitirían desarrollar capacidades de trabajos mayores.

Considerando estos aspectos, así como el origen y consistencia de los mantos reportados localmente, se sugiere que la fase de excavación de cimentaciones sea considerada como una etapa de comprobación de la estratigrafía adquirida, situación que da lugar a la posibilidad de que se den ajustes a las profundidades de desplante final de las cimentaciones y en función del espesor de los mantos reportados. Para efectos de diseño de las pilas, se consideran las siguientes dimensiones mínimas:

Profundidad efectiva mínima: 12 m efectivos

Diámetro mínimo (más anillo): 1.2 m

Teniendo en cuenta la ecuación de capacidad de carga de Terzaghi para suelos no cohesivos se tomarán los siguientes criterios:

$$Q_p = A_p * q'(N'q - 1) ; Q_s = (Q_p + Q_f) / F_s$$

F_s = 4, se desprecia la fricción Q_f

Profundidad [m]	Nspt [prom]	Peso específico [Ton/m ³]	Db [m]	Ds [m]	Ap [m ²]	q' [Ton/m ²]	N'q	Qp (Admisible) [Ton]	Qs(neta) [Ton]
1.45	2	1.4	1.2	1	1.131	2.03	55	123.98	30.99
2.45	4	1.4	1.2	1	1.131	3.43	55	209.48	52.37

3.45	7	1.4	1.2	1	1.131	4.83	55	294.98	73.75
4.45	12	1.4	1.2	1	1.131	6.23	55	380.48	95.12
5.45	8	1.4	1.2	1	1.131	7.63	55	465.98	116.50
6.45	20	1.4	1.2	1	1.131	9.03	55	551.49	137.87
7.45	26	1.4	1.2	1	1.131	10.43	56	648.78	162.20
8.45	70	1.5	1.2	1	1.131	12.675	57	802.76	200.69
9.45	52	1.4	1.2	1	1.131	13.23	58	852.88	213.22
10.45	70	1.5	1.2	1	1.131	15.675	59	1028.22	257.06
11.45	43	1.5	1.2	1	1.131	17.175	60	1146.04	286.51
Promedio									147.843

Tabla 4 Cálculo de Qp y Qs de la pila pre excavada

Con base en estos aspectos, inicialmente se recomienda implementar una cimentación profunda (tipo pila pre excavada), las cuales y de acuerdo a la información del estudio deberán ser diseñadas por el Ingeniero calculista conforme a las solicitaciones de carga de la estructura teniendo en cuenta que la carga permisible de la pila, sin embargo una vez se tengan los diseños arquitectónicos y estructurales definitivos, se deberá tener en cuenta las luces de las columnas para determinar el área aferente.

De acuerdo al tipo de suelos se sugiere pilas pre excavadas con campana de 12m de longitud por 1.2m de diámetro.

Las condiciones particulares del proyecto y el tipo de suelos implican recurrir a una cimentación profunda (pilas pre excavadas), las cuales en este caso en particular representan las siguientes ventajas:

- Estabilidad global de la edificación, la cual será atendida mediante solicitaciones laterales en las cimentaciones por efecto de empotramiento o longitud de pila.
- Por efecto de profundidad, las pilas darían mayor estabilidad global a la estructura y permitirían desarrollar capacidades de trabajos mayores.

5.4 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Todas las excavaciones de pilas deben ser entibadas con anillos de concreto en toda la profundidad.

El vaciado de las cimentaciones debe realizarse en la medida de lo posible, tan pronto se finalice la excavación; debe evitarse el vaciado en excavaciones propensas o sometidas a inundaciones; de no poderse garantizar este procedimiento, se dejarán los últimos 0.3 m de excavación para retirarlos antes del vaciado, con el ánimo de garantizar una superficie de apoyo homogénea y limpia de lodos.

Para periodos de oleada invernal durante la excavación manual de los distintos elementos, deberán protegerse y se deberá mitigar al máximo la afectación de las aguas

lluvias, obligando un plan de contingencia, garantizando que no se generen cambios de las condiciones mecánicas del terreno.

6 ANEXOS

6.1 REGISTROS DE EXPLORACIÓN DE CAMPO

6.2 REGISTROS DE LABORATORIO

6.3 TARJETA PROFESIONAL