

**CONSTRUCCION NUEVA SEDE SENA
URBANIZACIÓN PANGOLA CESIÓN
PUBLICA LOTE EQ 1 ÁREA: 13053.70 M2
JAMUNDÍ - VALLE DEL CAUCA.**



ALCALDIA MUNICIPAL DE JAMUNDI - VALLE

ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME TECNICO Y RECOMENDACIONES

CALI, ENERO 02 / 2020

TABLA DE CONTENIDO

Introducción y descripción del Proyecto**Trabajos de investigación****2.1 Geotecnia:****2.1.1 Perforación****2.1.2 Muestreo****2.1.3 Ensayos de laboratorio****Resultados Obtenidos, Análisis y Recomendaciones****3.1 Geotecnia:****3.1.1 Estratigrafía y Geología de la zona****3.1.2 Propiedades de los suelos encontrados y análisis****3.1.3 Cota de cimentación y Capacidad Portante****3.1.4 Excavaciones y Rellenos****3.1.5 Permeabilidades****3.1.6 Asentamientos****3.1.7 Interacción suelo - estructura NSR – 10****3.1.8 Parámetros Fa y Fv NSR - 10****4. Conclusiones y Recomendaciones****5. Limitaciones****Anexos:**

- Esquema planta localización sondeos
- Registros de Campo
- Registros Ensayos de Laboratorio y resultados
- Registro fotográfico
- Referencias Bibliográficas

Listado de Tablas

Tabla N° 1 : Valores relativos de permeabilidad para suelos (Terzaghi y Peck)

Tabla N° 2 : Resumen Geología e Información General de la Zona

Tabla N° 3 : Localización de Nivel Freático en los Sondeos.

Tabla N° 4 : Capacidad Portante del Suelo – Método Gráfico de Schmertmann

Tabla N° 5 : Resumen Cálculo de Capacidad Portante

1. INTRODUCCION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

En atención a la solicitud del Ing. Giovany Zuñiga García para la Alcaldía Municipal de Jamundí, Valle del Cauca, se ha realizado el presente estudio para la determinación de la estratigrafía, las propiedades físico mecánicas, geología local y otras importantes propiedades de los suelos que servirán de soporte a la construcción de las diferentes edificaciones de uno y dos niveles que integrarán la nueva Sede del SENA del Municipio de Jamundí, sector Pangola, sobre un lote de aproximadamente 13.000 m² y con área construida de 4550 m², en topografía plana, al sur del Departamento del Valle del Cauca (Ver Plano localización sondeos).

Para lograr el objetivo arriba anotado, se realizó una investigación con perforaciones a percusión y ensayos, que permitió identificar: La estratigrafía, posición del nivel freático respecto del nivel de terreno natural y las propiedades físico mecánicas del suelo, parámetros con los que se recomienda el tipo y cota de cimentación, cálculo de la capacidad portante del suelo y otros parámetros para realizar recomendaciones de excavaciones, rellenos, terrazas, construcción de losas contra pisos, muros de contención e interacción suelo – estructura, de acuerdo al Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, Norma NSR – 10, capítulos A.2 y H.3.

Finalmente, los suscritos agradecen al Ing. Zuñiga y a la Alcaldía Municipal de Jamundí por la confianza depositada para la realización del presente estudio y al cumplir con los objetivos propuestos, esperan serle útiles en futuros proyectos.

PORTERÍA		
N°	ESPACIO	ÁREA
E-2	PUESTO DE CONTROL	5,97
E-3	VESTIER	4,19
E-4	BAÑO	3,86
ÁREA TOTAL:		15,02
ADMINISTRACIÓN PRIMER PISO		
N°	ESPACIO	ÁREA
E-6	RECEPCIÓN	9,90
E-7	PUNTO DE IMPRESIÓN	10,95
E-8	ENFERMERÍA	13,08
E-9	SALA DE JUNTAS	13,63
E-10	COCINETA	17,68
E-11	PUESTO DE TRABAJO	18,76
E-12	BAÑO HOMBRES	1,94
E-13	BAÑO MUJERES	1,94
E-17	AREA DE TABLEROS DE CONTROL ELECTRICO	2,90
ÁREA TOTAL M2:		90,77
ADMINISTRACIÓN SEGUNDO PISO		
N°	ESPACIO	ÁREA
J1	SALA DE JUNTAS	17,01
J2	SALA DE JUNTAS	19,75
J3	ÁREA DE TABLEROS DE CONTROL ELECTRICO	2,92
J4	BAÑOS HOMBRES	1,94
J5	BAÑOS MUJERES	1,94
J6	PUESTO DE TRABAJO	16,31
J7	PUESTO DE TRABAJO	12,49
J8	SALA DE PROFESORES	19,54
ÁREA TOTAL M2:		91,90
CENTRO DE FORMACIÓN		
N°	ESPACIOS	ÁREA
A-1	*AULA TIPO 1" X 12	970,32
A-2	LABORATORIO DE QUÍMICA	80,86
A-3	TALLER BILINGÜESTICO	100,17
A-4	TALLER DE DIBUJO	80,86
B-1	BODEGA LABORATORIO DE QUÍMICA	32,73
B-2	BODEGA TALLER DE DIBUJO	32,73
T-1	TALLER AGROINDUSTRIAL	202,11
T-2	TALLER AUTOMOTRIZ	202,46
ÁREA TOTAL M2:		1.702,25
BAÑOS PARA AULAS PISO 1		
N°	ESPACIOS	ÁREA M2
E-13	BAÑO PARA HOMBRES	17,23
E-14	BAÑO PARA MUJERES	17,21
E-15	BAÑO PARA PERSONAS CON MOVILIDAD RESTRINGIDA	5,18
E-16	BODEGA DE SERVICIOS	4,97
ÁREA TOTAL M2:		44,59

BAÑOS PARA AULAS PISO 2		
N°	ESPACIOS	ÁREA M2
E-13	BAÑO PARA HOMBRES	17,23
E-14	BAÑO PARA MUJERES	17,21
E-15	BAÑO PARA PERSONAS CON MOVILIDAD RESTRINGIDA	5,18
E-16	BODEGA DE SERVICIOS	4,97
ÁREA TOTAL M2:		44,59
BAÑOS PARA TALLERES Y POLIDEPORTIVO		
N°	ESPACIOS	ÁREA
E-13	BAÑO PARA HOMBRES	17,21
E-14	BAÑO PARA MUJERES	12,21
E-15	BAÑO PARA PERSONAS CON MOVILIDAD RESTRINGIDA	4,79
E-16	BODEGA DE SERVICIOS	2,24
	BODEGA ALMACENAMIENTO	2,95
ÁREA TOTAL M2:		39,38
ESPARCIMIENTO, RECREACION Y OCIO		
N°	ESPACIOS	ÁREA
P-1	POLIDEPORTIVO (INCLUYE GRADERIA)	657,19
P-1	ZONA DE ESPARCIMIENTO Y ESTUDIO (ESQUINA ENTRE LAS DOS NAVES DE FORMACION)	281,19
P-2	CAFETERIA (ZONA DE COMEDOR)	269,42
P-2	CAFETERIA (ZONA DE PREPARACIÓN, DISTRIBUCIÓN, ALMACENAJE Y DEPÓSITO)	92,39
ÁREA TOTAL M2:		1.300,19
PUNTOS FIJOS Y CIRCULACIONES		
N°	ESPACIOS	ÁREA
P-1	PUNTO FIJO ACCESO	34,15
P-1	PUNTO FIJO REMATE	35,19
P-2	RAMPA	78,93
	PUNTE PEATONAL (DESDE LIMITES DE RONDA DE AISLAMIENTO)	99,24
	CIRCULACIONES Y ZONAS DE PERMANENCIA 1ER PISO	885,34
	CIRCULACIONES Y ZONAS DE PERMANENCIA 2DO PISO	334,08
ÁREA TOTAL M2:		1.466,93
AREAS DE SERVICIO COMPLEMENTARIO		
N°	ESPACIOS	ÁREA
	LOSAS TECNICAS	140,25
D-1	PARQUEADERO MOTOS x 30	43,50
D-2	PARQUEADERO PARA CARRIOS x 23	291,77
D-3	PARQUEADEROS PARA PERSONAS CON MOVILIDAD RESTRIG. X6	105,65
D-4	PARQUEADERO BICICLETAS x 38	25,29
E-17	PLANTA ELECTRICA	28,63
E-18	UAR	14,38
D-6	PARQUEADEROS VISITANTES	42,80
ÁREA TOTAL M2:		694,27
RESUMEN DE AREAS TOTALES		
	ÁREA CUBIERTA 1ER PISO	2.403,72
	ÁREA CUBIERTA 2DO PISO	1.360,88
	ÁREA CUBIERTA TOTAL	3.764,60
	PERGOLAS	505,41
	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA (SIN INCLUIR VIAS; PAISAJISMO Y/O PLAZOLETAS)	5.026,44

CUADRO DE AREAS DEL PROYECTO



PLANTA GENERAL

INFORMACION ARQUITECTONICA DEL PROYECTO



CORTES GENERAL

INFORMACION ARQUITECTONICA DEL PROYECTO

2. TRABAJOS DE INVESTIGACION

De acuerdo con las exigencias de la Norma NSR – 10 en sus capítulos A.2 y H.3: Estratigrafía de la zona, el área comprometida por el proyecto, a las características de forma y exigencias técnicas (uso) y de carga que transmitirán las estructuras al estrato de fundación, se planificó la siguiente serie de trabajos:

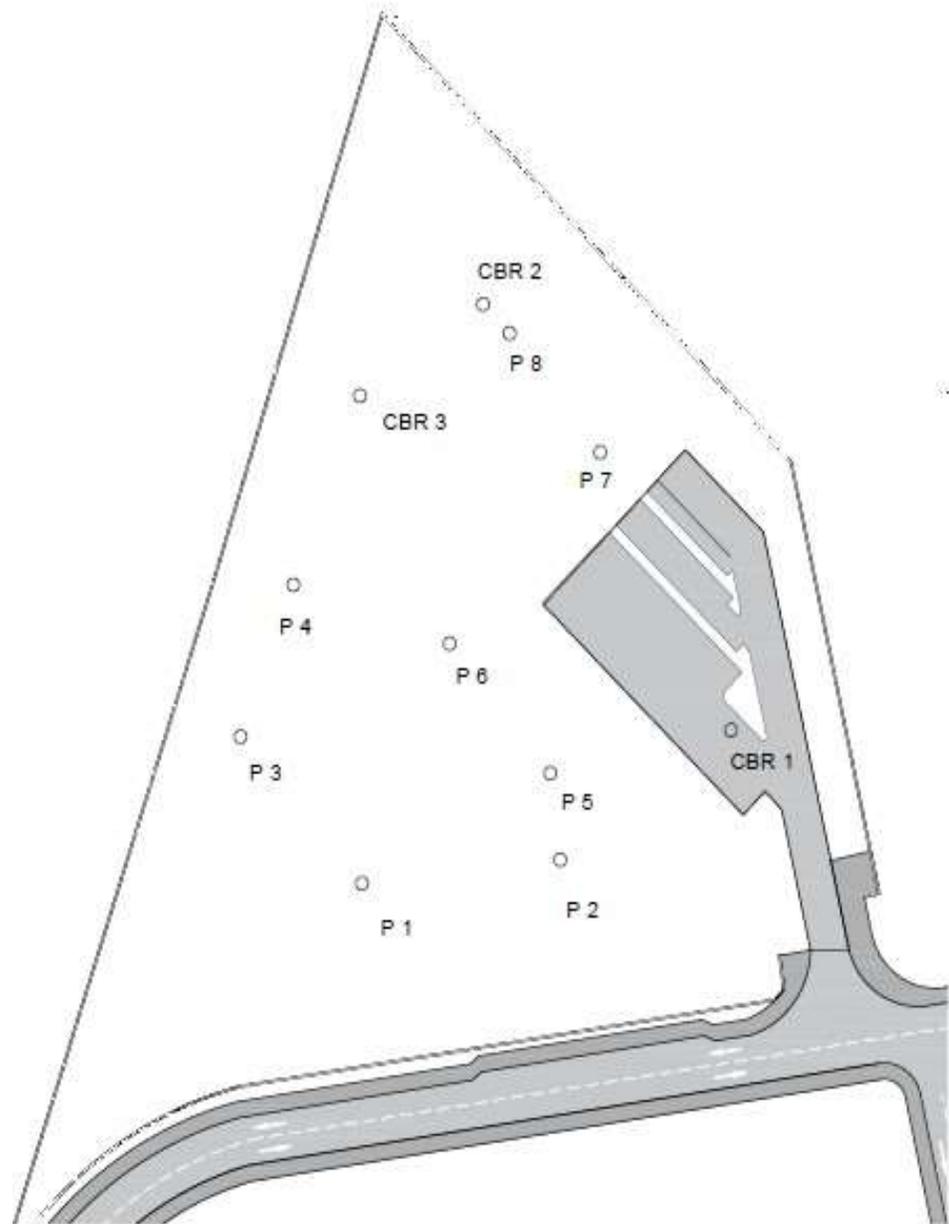
2.1 Geotecnia:

2.1.1 Perforación

Empleando el método de perforación a percusión con equipo mecánico de motor 12 HP, trípode, polea, manila, con martillo de 140 lb (caída de 30”), punzón, barreno, varillas AXW de 2" x 1,50 m y cuchara partida; se planearon OCHO (8) sondeos de entre 8,00 m y 6.00 m de profundidad cada uno (** o hasta lo que permita el rechazo, según la Norma NSR 10, Título A), para un total de 60,0 m de perforación, con el fin de lograr la extracción de muestras alteradas. También se hicieron TRES (3) apiques manuales de 2.00 m de profundidad para sendos ensayos de CBR sobre subrasantes, para diseño de pavimentos.

La ubicación de las perforaciones se dispuso de acuerdo a las necesidades de cobertura del área estudiada y los puntos de mayor concentración de cargas, tal como aparece en el esquema de Localización en los anexos. El resultado REAL de la exploración en campo fue:

Perforación N°	Profundidad (m)
S-1	8.00
S-2	8.00
S-3	8.00
S-4	6.50
S-5	8.00
S-6	7.00
S-7	7.00
S-8	5.00



UBICACIÓN DE LOS SONDEOS Y DE LOS ENSAYOS DE CBR EN EL LOTE DE ESTUDIO

2.1.2 Norma ASTM D 1586-67: Ensayo de penetración Estándar EPE

El ensayo de penetración estándar es una prueba dinámica 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 forma ASTM D 1586-67 y en resumen, consiste en hincar en el estrato de interés un muestreador del tipo cuchara partida de diámetro 2", golpeándolo con un martillo de 140 lb de peso que se deja caer en forma libre desde 30" de altura; contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de un (1) pie. Este número se anota como N y es el resultado de la prueba. La prueba se repite en cada una de las perforaciones a intervalos de profundidad de 1,50 m.

2.1.3 Muestreo

Al realizar cada ensayo de penetración estándar, se tomó una muestra alterada del recobro de la cuchara. Muestras inalteradas con tubos Shelby fueron tomadas en 7 de los 8 sondeos a 2,00 m de profundidad.

2.1.4 Ensayos de Laboratorio

Las muestras obtenidas se llevaron al laboratorio de suelos para ejecutar sobre ellas las siguientes pruebas de acuerdo a su granulometría:

- Límites de Atterberg para clasificación limos y arcillas
- Humedad Natural
- Peso Unitario
- Penetrómetro
- Compresión Inconfinada
- CBR

En la parte final del informe se anexan los registros de perforación del subsuelo y el resumen de los resultados de los ensayos efectuados. Los Ensayos de Laboratorio cumplen con las Normas: Lavado por el tamiz No. 200 (ASTM-D-2487), límites de Atterberg (líquido y plástico ASTM-D-4318) para su clasificación mediante el sistema U.S.C.S. y determinación del contenido de humedad natural (ASTM-D-2216).

2.2 Permeabilidad:

A continuación la tabla de Permeabilidades Típica para Suelos que da una buena ilustración sobre el comportamiento de los subsuelos y su Índice de Permeabilidad de acuerdo a su clasificación granulométrica en el caso que sea necesario ejecutar drenajes:

Tabla N° 1: Valores relativos de permeabilidad para suelos (Terzaghi y Peck)

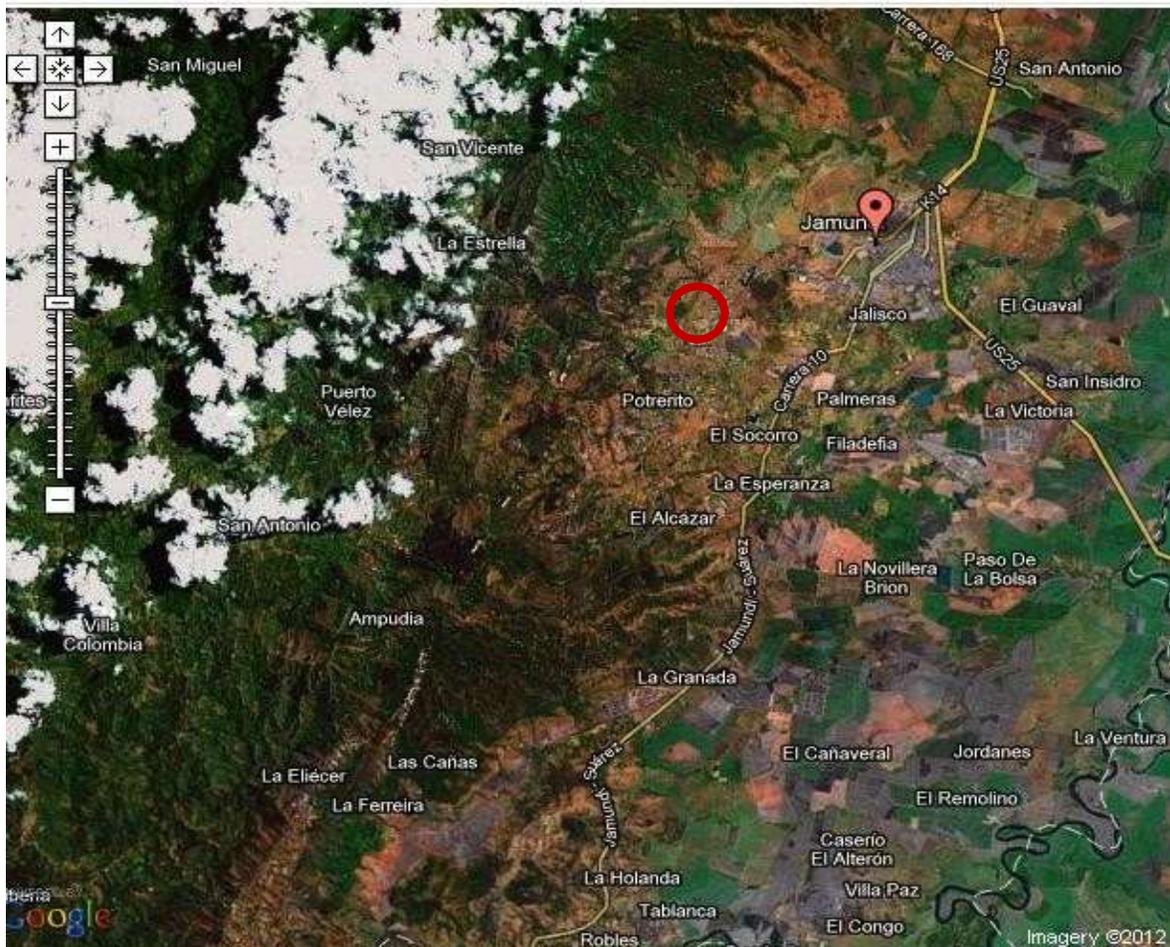
Permeabilidad Relativa	Valores de k (cm / seg)	Suelo típico
Muy permeable	Mayor que $1 \times 10E-01$	Grava gruesa
Moderadamente permeable	Entre $1 \times 10E-01$ y $1 \times 10 E-03$	Arena, arena fina
Poco permeable	Entre $1 \times 10E-03$ y $1 \times 10 E-05$	Arena limosa, arena sucia
Muy poco permeable	Entre $1 \times 10E-05$ y $1 \times 10 E-07$	Limo, arenisca fina
Impermeable	Menor que $1 \times 10 E-07$	Arcilla

3. RESULTADOS OBTENIDOS, ANALISIS Y RECOMENDACIONES

3.1 Geotecnia:

3.1.1 Estratigrafía y Geología de la Zona

El área de interés se encuentra ubicada en cercanías inmediaciones del Municipio de Jamundí, sector pangola por Potrerito, zona plana de Valle de llanura aluvial y abanicos distales muy cerca del pie de monte de la Cordillera Occidental.



FOTOGRAFÍA AÉREA DEL ÁREA DE INTERÉS MUNICIPIO DE JAMUNDÍ

En la zona plana donde se ubica el proyecto aparecen superficialmente formaciones sedimentarias correspondientes a conos aluviales (Qca) del río Cauca, constituidos por estratos intercalados de Limos de alta plasticidad, arenas y gravas, secuencia que se repite con la profundidad indicando varios ciclos de sedimentación. Dichos depósitos aluviales se interdigitan con los depósitos del abanico aluvial del río Cauca. El mapa aeromagnético elaborado por J.W. Aucott, consignado en la planta No. 299 de Ingeominas muestra que los depósitos aluviales pueden tener espesores en esta zona del orden de los 200 a 300 m.

Tabla Nº 2: Resumen Geología e Información General de la Zona

Tópico	Información
Localización	Zona plana y semi ondulada ondulada de valle, pie de monte y llanura aluvial, Pangola Potrerito, Municipio de Jamundí, al sur occidente del Valle del Cauca.
Altura SNM promedio	985 m
Piso térmico	Cálido
Temperatura promedio	22° C
Formación geográfica	Valle, llanura aluvial, pie de monte y abanicos distales
Principal actividad económica y usos del suelo	Vivienda y Comercio
Geología General	<u>Origen:</u> Rocas ígneas efusivas diabásicas de origen volcánico δ. <u>Fallas estructurales regionales o locales de incidencia:</u> No. <u>Zona de riesgo sísmico:</u> Alta

*Fuente: IGAC / Ingeominas y NSR – 10.

Los Perfiles Estratigráficos encontrados en los sondeos se resumen de la siguiente manera (ver ubicación en plano Localización):

PERFORACION	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD mts.	CLASIFICACION
			USC
1	1	0,50 - 1,50	M H
	2	1,50 - 2,50	MH
	3	2,00 - 3,00	MH
	4	3,00 - 4,00	SM - SC
	5	4,00 - 5,00	SM - SC
	6	5,00 - 6,50	MH
	7	6,50 - 8,00	MH
2	1	0,50 - 1,50	M H
	2	2,00 - 2,50	MH
	3	2,50 - 3,50	MH
	4	4,50 - 5,00	M H
	5	5,00 - 6,50	CH
	6	6,50 - 8,00	MH
3	1	0,50 - 2,00	M H
	2	2,00 - 2,50	M H
	3	2,50 - 4,00	M H
	4	4,00 - 5,00	M H
	5	5,00 - 6,50	MH
	6	6,50 - 8,00	M H
4	1	0,50 - 1,50	M H
	2	1,50-2,50	M H
	3	2,50 - 3,50	M H
	4	4,50 - 5,00	M H
	5	5,00 - 6,50	MH
5	1	0,50 - 1,50	M H
	2	0,50 - 1,50	SM
	3	2,50 - 3,50	S M
	4	4,00 - 6,00	SM
	5	6,00 - 7,00	MH
	6	7,00 - 8,00	S M
6	1	0,50 - 1,50	M H
	2	2,00 - 2,50	SC
	3	2,50 - 3,50	SC
	4	4,50 - 5,00	SC
	5	6,00 - 7,00	SM- SC
7	1	0,50 - 1,50	CH
	2	2,00 - 2,50	M H
	3	2,50 - 4,00	MH
	4	4,00 - 5,00	M H
8	1	0,50 - 1,50	CH
	2	2,00 - 2,50	M H
	3	2,50 - 4,00	MH
	4	4,00 - 5,00	M H

*** El nivel freático en los 8 sondeos se detectó en promedio a 2.00 m de los 8.00 m explorados. El estudio se realiza en época fuerte verano, es decir que está muy elevado y podrá ser un problema para las cimentaciones superficiales del proyecto. El trabajo se realiza en época de fuertes lluvias y algo de sol intercalado.*

3.1.2 Propiedades del Suelo, Análisis y Recomendaciones

Teniendo en cuenta las condiciones de la zona y las necesidades del proyecto, se definen las siguientes propiedades para el conjunto del subsuelo en estudio:

3.1.2.1 Estratigrafía y clasificación.

De acuerdo a los trabajos de campo se encontró un terreno homogéneo en planta y heterogéneo en alzado, compuesto por limos arcillosos inorgánicos arenosos con plasticidad alta, consistencia media, dilatancia nula USCS: MH – CH. Aparecen estratos lenticulares de arena limosa de compacidad media de unos 3.00 metros de espesor USCS: SM – SC. Esta estratigrafía se mantiene hasta los 8.00 m de profundidad. $H_n > L_P$.

3.1.2.2 Resistencia.

PERFORACION	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD mts.	CLASIFICACION	EPE
			USC	
1	1	0,50 - 1,50	M H	13
	2	1,50 - 2,50	MH	—
	3	2,00 - 3,00	MH	8
	4	3,00 - 4,00	SM - SC	5
	5	4,00 - 5,00	SM - SC	4
	6	5,00 - 6,50	MH	8
	7	6,50 - 8,00	MH	13
2	1	0,50 - 1,50	M H	7
	2	2,00 - 2,50	M H	—
	3	2,50 - 3,50	MH	11
	4	4,50 - 5,00	M H	18
	5	5,00 - 6,50	CH	17
	6	6,50 - 8,00	MH	14
3	1	0,50 - 2,00	M H	11
	2	2,00 - 2,50	M H	—
	3	2,50 - 4,00	M H	17
	4	4,00 - 5,00	M H	17
	5	5,00 - 6,50	MH	22
	6	6,50 - 8,00	M H	17
4	1	0,50 - 1,50	M H	13
	2	1,50-2,50	M H	23
	3	2,50 - 3,50	M H	15
	4	4,50 - 5,00	M H	10
	5	5,00 - 6,50	MH	16
5	1	0,50 - 1,50	M H	11
	2	0,50 - 1,50	SM	—
	3	2,50 - 3,50	SM	4
	4	4,00 - 6,00	SM	8
	5	6,00 - 7,00	MH	11
	6	7,00 - 8,00	SM	11
6	1	0,50 - 1,50	M H	8
	2	2,00 - 2,50	SC	—
	3	2,50 - 3,50	SC	12
	4	4,50 - 5,00	SC	15
	5	6,00 - 7,00	SM- SC	13
7	1	0,50 - 1,50	CH	19
	2	2,00 - 2,50	M H	—
	3	2,50 - 4,00	MH	13
	4	4,00 - 5,00	M H	15
8	1	0,50 - 1,50	CH	17
	2	2,00 - 2,50	M H	—
	3	2,50 - 4,00	MH	15
	4	4,00 - 5,00	M H	17

En conclusión es de rango medio y con un comportamiento muy similar en toda la profundidad explorada.

3.1.2.3 Nivel freático.

El nivel freático se detectó así:

Perforación N°	Profundidad Nivel Freático (m)
1	1.00
2	1.50
3	2.00
4	2.00
5	1.50
6	2.00
7	2.00
8	3.00

**** El nivel freático en los 8 sondeos se detectó en promedio a 2.00 m de los 8.00 m explorados. El estudio se realiza en época fuerte verano, es decir que está muy elevado y podrá ser un problema para las cimentaciones superficiales del proyecto. Deberá ser abatido y/o controlado con sistemas de filtros, drenes y con el uso de geotextiles NT 1600 para las zapatas y para las bases tecnificadas.**

3.1.3 Cotas de cimentación, tipo de cimentación, capacidad portante (Qp) y otros parámetros geotécnicos para obras civiles

3.1.3.1 Cota de cimentación.

La mayoría de las edificaciones son de baja altura (2 pisos), de rango medio de cargas y de transmisión de esfuerzos al subsuelo. Por ende, se recomienda usar una cota de cimentación superficial hacia los 1.50 m de profundidad, medidos a partir del nivel N + 0.00 del proyecto arquitectónico.

3.1.3.2 Tipo de cimentación.

Por la morfología de los edificios, la estratigrafía encontrada, el número de golpes del ensayo EPE en los estratos superiores y los rangos de carga del proyecto, el tipo de cimentación más recomendable es el superficial, consistente en zapatas aisladas y vigas de amarre o de equilibrio, en las dos direcciones. Este especialmente es óptimo para sistemas aporcados, sean de concreto o de estructura metálica.

3.1.3.3 Capacidad Portante.

A continuación el cálculo de la capacidad portante por dos métodos reconocidos para el estrato de interés hacia 1,50 m de profundidad en estrato natural MH – CH y SM, asumiendo cimentaciones del tipo aislado como zapatas amarradas con vigas de equilibrio:

- Método Terzaghi Peck:

Se basa en la determinación de la capacidad de carga máxima admisible de acuerdo al número de golpes de penetración de la norma EPE, con base en parámetros de la estructura tales como la base B **para cimiento aislado tipo zapatas:**

$$Q_{adm} = \{ \lambda N ((B + 0.3) / 2B)^2 \} / 7.5$$

Donde:

$\lambda = 2.5$ (Asentamiento máximo permitido en cm)

$N = 12$ golpes (número de golpes de promedio de los 8 sondeos para un estrato a los 1.50 m / ver registros de campo)

$B = 1.50$ (profundidad a la que se mide la capacidad portante para cimiento aislado tipo zapatas)

Entonces:

$$Q_{adm} = \{ 2,5 \times 12 ((1.50 + 0.3) / 2 \times 1.50)^2 \} / 7.5 = \underline{1.44 \text{ Kg / cm}^2} \text{ Para estrato a - 1.50 m.}$$

- Método numérico de Schmertmann:

Este método está basado en el número de golpes aplicado para penetrar un pie de terreno de acuerdo a la norma EPE, se establece un perfil de dureza por perforación de acuerdo al número de golpes aplicado en cada estrato:

Para un estrato hacia los a los 1,50 m se obtuvo una lectura de $N = 12$ golpes.

Asumiendo:

$$D = 1.50 \text{ m} ; B = 1.50 \text{ m} ; Z_{\text{crítico}} = 1,5 B = 2.25 ; D/B = 1.00$$

Entonces:

$$Q_{adm} = 12 \times 1,0 = \underline{12,0 \text{ T / m}^2} \quad \text{Para estrato hacia los 1.50 m de profundidad.}$$

$$\text{equivalencia} = 1.20 \text{ Kg / cm}^2 = Q_{adm}$$

- Método gráfico de Schmertmann(*):

Tabla N° 4: Capacidad Portante del Suelo Método Gráfico Schmertmann

(1) Profundidad m	(2) N Golpes / pie	(3) Tipo de Suelo	(4) Capacidad Portante Kg / cm ²
1.00 – 2.00	12 (10)	Limo MH-CH	1.30

(1) Profundidad medida a partir del nivel actual del terreno

(2) Resistencia a la penetración estándar valor promedio (entre paréntesis valor mínimo registrado)

(3) Clasificación Suelo USCS

(4) Capacidad portante admisible para el valor promedio de "N"

(*) Schemertmann, J.H. "Guidelines for the use in the soil investigations and desing of foundations" Florida D 01 BULL 121 A

Tabla N° 5 : Resumen Cálculo de Capacidad Portante *

Valor de Capacidad Portante en kg / cm ² *	Método de Cálculo utilizado
1.20 / 1.30	Schmertmann
1.44	Terzaghi – Peck
1,20	Compresión Inconfinada

* Para un estrato típico a 1.50 m de profundidad.

NOTA : La cota de cimentación aquí referida se debe medir desde el nivel 0.00 del proyecto arquitectónico.

Se recomienda utilizar una capacidad portante de 1.20 Kg / cm² (12,0 T / m²) utilizando un solado de limpieza en mortero 1:3 de 5 cm de espesor por debajo de cada zapata protegido con geotextil NT 1600.

A medida que se profundice se esperan valores más altos de capacidad portante, alrededor de 1.60 kg / cm² para los estratos ubicados a - 8,00 m.

Módulo de Reacción Horizontal del Suelo (KH):

Se estima el siguiente valor con la profundidad con base en la información geotécnica obtenida de los sondeos efectuados y a la clasificación USCS de MH – CH y SM=

Profundidad en metros	KH (kg / cm ² / cm)
0,00 – 8.00	1.70

MODULO DE SUBRASANTE K_s

Tabla 2-1
MODULO DE SUBRASANTE DE ACUERDO CON LA COMPOSICION DEL SUELO

Tipo de Suelo	k_s (kg/cm ³)			
	densidad natural		densidad compactada	
GW	14.0	15.0		
GM	12.0	15.0		
GP	11.0	14.0		
GU	9.5	13.0		
GC	8.0	12.0		
SW	8.0	12.0		
SM	8.0	12.0		
SP	7.0	9.5		
SU	5.5	8.0		
SC	5.5	8.0		
CL	3.3	7.0	2.0	3.3
ML	3.3	7.0	2.0	3.3
OL	3.0	5.0	0.7	2.8
MH	3.0	5.0	1.4	2.8
CH	2.0	3.3	0.7	1.8
OH	2.0	3.3	0.7	1.8

Convenções:

G = Grava S = Arena M = Limo C = Arcilla O = Orgánico
 W = Bien Gradado P = Mal Gradado U = Gradación Uniforme
 L = Compresibilidad media a baja H = Alta Compresibilidad

PARA CALCULO DE LOSAS DE FONDO DE ESTRUCTURAS TIPO TANQUE Y PISCINAS

3.1.4 *Excavaciones y Rellenos.*

El proyecto por su magnitud en cimentaciones y desagües se podrá excavar manualmente o con maquinaria liviana. Se requiere retirar todo vestigio de escombros y de material orgánico; descapote mínimo de 15 cm. Se deberán mantener todas las excavaciones libres de agua siempre.

El material de sitio NO es apto para rellenos. Todos los rellenos para bases o para nivelaciones se deberán efectuar con material importado del tipo "roca muerta" al 95% de su Proctor Modificado.

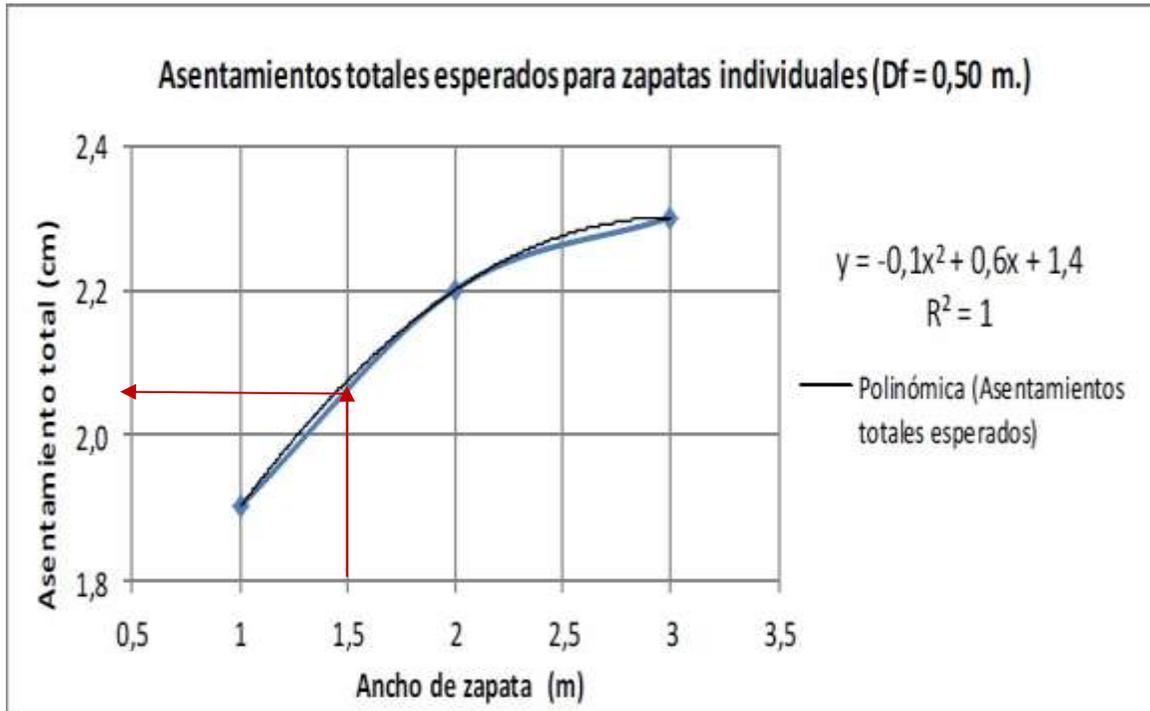
3.1.5 *Permeabilidad.*

En concordancia con la tabla N° 2 de Permeabilidades Típicas y a los resultados obtenidos podemos afirmar que en general los estratos de suelos estudiados pertenecen al rango:

Muy poco permeable	Entre $1 \times 10E-05$ y $1 \times 10 E-07$	Arcilla y Limo
--------------------	----------------------------------------------	----------------

3.1.6 *Asentamientos.*

De cumplirse todas las recomendaciones aquí dadas, no se deben producir asentamientos de las estructuras superiores a 1" (2,50 cm) y éstos se producirán durante la etapa constructiva. Por la consistencia y resistencia a la penetración, los estratos en estudio tienen poco gradiente de compresibilidad y de deformación a esfuerzos por carga vertical.



3.1.7 Interacción Suelo - Estructura

De acuerdo al Código Colombiano de Estructuras Sismo - Resistentes (NSR 10), para **zona de riesgo sísmico alto**, se deben usar los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Perfil del Suelo	D (15 < N < 50)
Capacidad Portante máxima a 1.50 m (recomendada)	1.20 kg / cm ²
Peso unitario limos	1.61 T/ m ³
Angulo de fricción ϕ :	31.5°
K activo :	0.32
K pasivo :	1 / Ka
Factor de rozamiento λ : □	0.35

3.1.7 A Condiciones Locales para Jamundí – Valle según AIS 2009:

** De acuerdo al ESTUDIO GENERAL DE AMENAZA SÍSMICA DE COLOMBIA – AÑO 2009 – de la AIS – Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica:

- Según Mapa de Aa página página 98 = Jamundí está ubicada en la Zona 5 que corresponde a un valor de Aa = 0,25
- Según Mapa de Av página página 99 = Jamundí está ubicada en la Zona 5 que corresponde a un valor de Av = 0,25
- Según Mapa de Ae página página 100 = Jamundí está ubicada en la Zona 4 que corresponde a un valor de Ae = Entre 0,13 y 0,16
- Según Mapa de Ad página página 101 = Jamundí está ubicada en la Zona 5 que corresponde a un valor de Ad = Entre 0,09 y 0,10

** Son los mismos valores de la Tabla de la página 125 del mismo documento.

3.1.8 Parámetros F_a y F_v (NSR-10) :
Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100 \text{ kPa} (=1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (=1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (=0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumple el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (=0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36$ m)	

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

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

De acuerdo a la tabla A,2,4,1 y 2.4.2 que se ven arriba, la Clasificación de los Perfiles del Suelos de la NSR 10, corresponde a un suelo TIPO D.

A continuación los parámetros F_a y F_v para cálculo estructural, de acuerdo a las exigencias del Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR – 10, Ley 400 de 1997 y Ley 1229 de 2008; capítulo A.2:

i) Definición del tipo de perfil de suelo (A.2.4.4) =

De acuerdo a la Tabla A.2.4-1 se clasifican como C, D ó E.

De acuerdo a la Tabla A.2.4-2 se clasifican como D

ii) Coeficiente F_a , períodos cortos:

De acuerdo al presente Informe, numeral 3.1.5 A – Condiciones Locales Jamundí: El parámetro F_a se estima la figura A.2.4. – 1 para $A_a = 0.25$; entonces para D $F_a = 1,30$.

iii) Coeficiente F_v , períodos intermedios:

De acuerdo al presente Informe, numeral 3.1.5 A – Condiciones Locales Jamundí: El parámetro F_v se estima en la figura A.2.4. - 2 para $A_v = 0.25$; entonces para D $F_v = 1,90$.

Asumir para cálculo estructural los valores de los numerales ii y iii.

4. VIAS Y PAVIMENTOS

4.1 Norma ASTM D 698 – 70 y D1557 – 70 : Ensayo de CBR

Para el ensayo de placa o CBR se usan las Normas internacionales ASTM D698-70 y la D1557-70. El Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos. Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad. Este procedimiento puede efectuarse en terreno compactado.

Este procedimiento mide la carga necesaria para penetrar un pistón de dimensiones determinadas a una velocidad previamente fijada en una muestra compactada o de suelo natural.

La muestra se sumerge para poder preveer la hipotética situación de acumulación de humedad en el suelo después de la construcción. Por ello, después de haber compactado el suelo y de haberlo sumergido, se lo penetra con un pistón el cual está conectado a un pequeño "plotter" que genera una gráfica donde se representa la carga respecto la profundidad a la que ha penetrado el pistón dentro de la muestra.

La gráfica obtenida por lo general es una curva con el tramo inicial recto y el tramo final cóncavo hacia abajo; cuando el tramo inicial no es recto se le corrige.

Con la gráfica observamos los valores de la carga que soportaba el suelo cuando el pistón se había hundido 2.5 mm y 5mm y los expresamos en tanto por ciento (%), tomando como índice CBR el mayor de los porcentajes calculados. El valor obtenido en el ensayo CBR que indica la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo hasta una cierta profundidad, y la presión correspondiente a esa misma penetración en una muestra patrón de grava machacada.

4.2 Muestreo

Se tomaron 3 muestras inalteradas para CBR, que luego en el Laboratorio fueron saturadas para obtener una segunda curva, y varias muestras alteradas para clasificación cada 1,0 m de profundidad en los tres apiques.

4.3 Análisis de Resultados Laboratorio y para Subrasante CBR (MH – CH).

Para evaluar la capacidad de soporte de la subrasante que servirá de apoyo a la estructura de pavimento se efectuaron, como ya se mencionó, tres (3) pruebas de CBR sobre muestras inalteradas tomadas de ella. Los resultados obtenidos se resumen de la siguiente manera:

Muestra N°	CBR 1	CBR 2	CBR 3
CBR (%)	4.90	4.10	3.40

El CBR de las muestras varían entre 4.90% y 3.40%. Para efectos de diseño por Norma INVIAS, consideraremos el más crítico, es decir el menor. Tenemos entonces un CBR de 3.40%.

Tenemos entonces una sub rasante semidura, de compresibilidad media, de un CBR bajo compuesta por limos y arcillas de alta plasticidad MH - CH. No hay presencia de material orgánico ni de nivel freático elevado. Su potencial contracto expansivo es entre medio y bajo.

Podemos calcular la capacidad de soporte de la subrasante como:

$$Mr \text{ (kg / cm}^2\text{)} = 105.5 \times CBR = 105.5 \times 3.40 = 358.70 \text{ Kg / cm}^2 \text{ (0.36 T / m}^2\text{)}$$

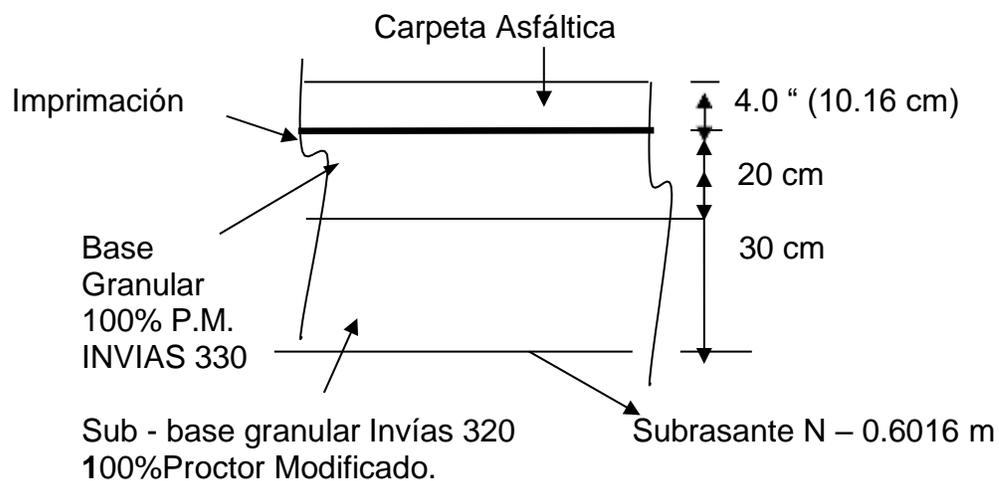
4.4 ASENTAMIENTOS

Debido a que el suelo se encuentra preconsolidado ($OCR > 3$) los asentamientos que se esperan son de tipo elástico (inmediato).

4.5 DISEÑO DE PAVIMENTO

Recomendación para estructura de pavimentos flexibles, la cual se ha determinado en función de las características del suelo de la subrasante MH - CH, del tráfico estimado para camión rígido de dos ejes C2, su ancho de calzada y longitud estimados para tránsito, maniobra y parqueo. La estructura propuesta se resume de la siguiente manera:

ESTRUCTURA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

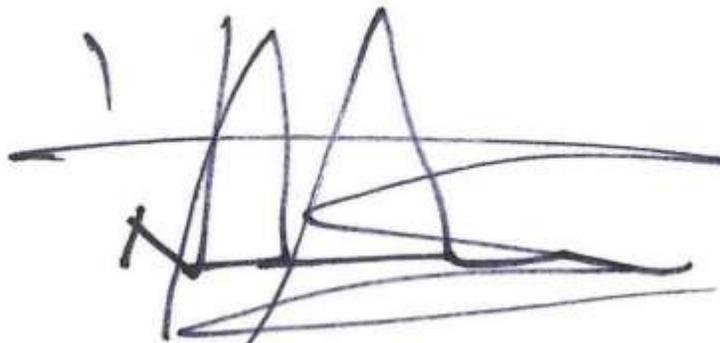


(*) En las recomendaciones se establecen las consideraciones constructivas a tener en cuenta para su ejecución.

5. LIMITACIONES

La información consignada en este reporte y las conclusiones y recomendaciones dadas se basan en el análisis de los resultados de la investigación realizada, en conjunto con las características del proyecto.

Los cambios en las condiciones locales del suelo que se noten al hacer las excavaciones, o los cambios en el proyecto que modifiquen la magnitud de las cargas o la profundidad de las excavaciones, se comunicarán al Ingeniero de Suelos para proponer las soluciones del caso, de no ser así, éste se declarará no responsable del presente estudio.



ING: NELSON A. FIERRO PÉREZ
c.c. 19.486.924 Bogotá
MP # 25202 – 41098 CND

Ing. NELSON A. FIERRO PÉREZ

MP 25202 - 41098 CND

DETALLE CIMENTACIÓN ZAPATAS Y VIGAS AMARRE