



INTERVENTOR:
CONSULOBRAS

CONSORCIO AMP - P & D
ESTUDIOS DE SUELOS



INF-SU_01-V1
10-09-2014

INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS

CALI - 9227-9229-9230-9311

SENA

CONTRATAR LOS ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y LOS DISEÑOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES, CON FUNDAMENTO EN EL REGLAMENTO COLOMBIANO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10 DE EDIFICACIONES DEL SENA A NIVEL NACIONAL, UBICADAS EN ZONAS DE AMENAZA SÍSMISCA ALTA E INTERMEDIA.

FECHA:
SEPTIEMBRE 10 DE 2014

REVISIÓN. 00

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|------|---------------------------------------|----|
| 1.0 | INTRODUCCION.- | 3 |
| 1.1 | OBJETO- | 3 |
| 1.2 | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.- | 4 |
| 1.3 | ALCANCE DE LOS TRABAJOS | 4 |
| 2.0 | TOPOGRAFÍA.- | 5 |
| 3.0 | GEOLOGÍA.- | 5 |
| 4.0 | INVESTIGACIÓN SUBSOLAR.- | 6 |
| 4.1 | DESCRIPCION DEL SUBSUELO.- | 7 |
| 4.2 | ENSAYOS DE LABORATORIO.- | 10 |
| 4.3 | NIVEL DE AGUAS.- | 11 |
| 5.0 | PARAMETROS GEOTECNICOS DE DISEÑO.- | 11 |
| 6.0 | METODOLOGIAS DE DISEÑO.- | 13 |
| 7.0 | ANÁLISIS GEOTÉCNICO.- | 13 |
| 7.1 | ANÁLISIS CIMENTACION EXISTENTE.- | 13 |
| 7.2 | COMPORTAMIENTO ANTE CARGAS SISMICAS.- | 19 |
| 8.0 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-. | 20 |
| 9.0 | PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO.- | 22 |
| 10.0 | OBSERVACIONES FINALES.- | 23 |

ANEXOS

- ANEXO 1 SONDEOS
- ANEXO 2 ENSAYOS DE LABORATORIO
- ANEXO 3 CALCULOS

| Fecha | Versión | Proyecto | Modificaciones | Motivo |
|--------------|----------------|--------------------------------|---|-----------------------------|
| 21-07-14 | 1 | 23 Estructuras de 1 a 3 pisos) | --- | --- |
| 10-09-14 | 2 | 23 Estructuras de 1 a 3 pisos) | Se incluyen parámetros de acuerdo con Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali | Observaciones interventoría |
| | | | | |

Bogotá, D.C., Septiembre 10 de 2014
EYR-S 12999 - Cali

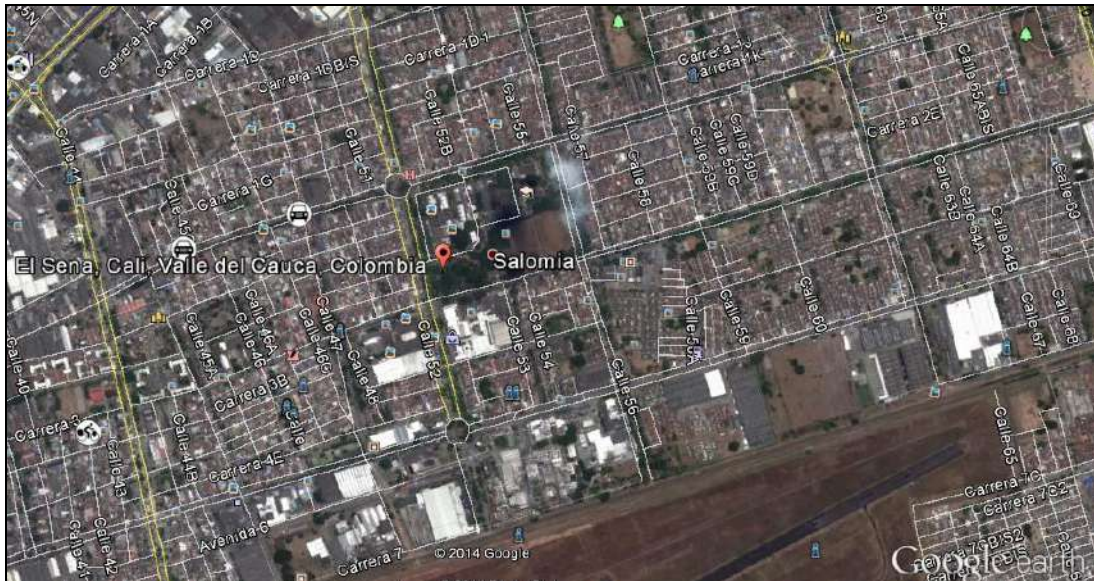
Doctora
GABRIELA MENDEZ
Ciudad

Estimada Doctora:

Tenemos el gusto de entregarle el estudio de suelos definitivo para las estructuras del **COMPLEJO SALOMÍA – SENA (código 9227-9229-9230-9311)**, ubicado en la ciudad de Cali (Valle del Cauca) y las cuales se relacionan a continuación:

| Estructuras | Código |
|---|---------------|
| Centro de Electricidad y Automatización Industrial - CEAI | 9227 |
| Centro de Diseño Tecnológico Industrial | 9229 |
| Centro Nacional de la Asistencia Técnica a la Industria - ASTIN | 9230 |
| Centro de Gestión Tecnológica de Servicios | 9311 |

A continuación se ilustra la localización general de la zona de estudio:



Localización general del predio obtenida de una vista panorámica en **Google Earth**.

1.0 INTRODUCCION.-

1.1 OBJETO-

El presente estudio tiene por objeto realizar la evaluación geotécnica de la cimentación de las estructuras existentes para verificar su condición de trabajo. Dentro del análisis geotécnico se establecen las características de la cimentación y su profundidad, las propiedades geomecánicas de los diferentes estratos que conforman el subsuelo, los parámetros geotécnicos de trabajo actuales incluyendo factores de seguridad para evaluar así la necesidad de proyectar refuerzo a los cimientos existentes.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.-

De acuerdo con la información suministrada a esta consultoría en la zona de estudio se tiene un total de 23 estructuras de 1 a 3 pisos. Dichas estructuras están construidas en muros de carga y/o pórticos de concreto reforzado con luces entre ejes de muros y/o columnas entre 3.0m y 5.0m. Las cargas actuales, estimadas por áreas aferentes, son inferiores a 6.0 ton/ml para cargas distribuidas e inferiores a 40 toneladas para cargas puntuales. A continuación se ilustra la ubicación del proyecto:



1.3 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Con base en todo lo anterior se programaron perforaciones exploratorias para determinar las características geomecánicas del subsuelo. El presente informe incluye una evaluación de los parámetros de trabajo actuales de la cimentación de las estructuras así como los parámetros para un posible refuerzo y/o incremento en las cargas.

2.0 TOPOGRAFÍA.-

El predio donde se encuentran implantadas las estructuras existentes presenta una topografía con una pendiente del 1.0%.

3.0 GEOLOGÍA.-

La zona de estudio se enmarca dentro de lo que han llamado diversos autores como el Graben del Cauca, limitado por las cordilleras Central y Occidental y en cuyo centro se encuentra el basamento hundido, formado por rocas ígneas básicas de edad Cretácea y rocas sedimentarias terciarias, sobre las cuales se emplazaron los depósitos aluviales del río Cauca y de sus principales afluentes, generando un gran relleno aluvial. Con el fin de identificar las unidades geológicas del área local de Cali, se dividió el sector en dos grandes zonas: La primera corresponde a la zona montañosa localizada al occidente de Cali, donde predominan rocas volcánicas Cretácicas (Formación Volcánica), suprayacidas por rocas sedimentarias Terciarias (Formación Guachinte), depósitos Plio-Pleistocénicos (Formación Jamundí y depósitos Fluvio-Volcánicos de Terrón Colorado) y depósitos Cuaternarios recientes (coluviones y aluviones). La segunda zona, corresponde al Valle Aluvial del río Cauca, compuesta por depósitos Cuaternarios recientes, que conforman una zona plana, la cual se extiende hacia el extremo oriental. Esta zona está cubierta parcialmente por abanicos aluviales sobre los cuales se ubica la mayor parte de la ciudad de Cali ¹.

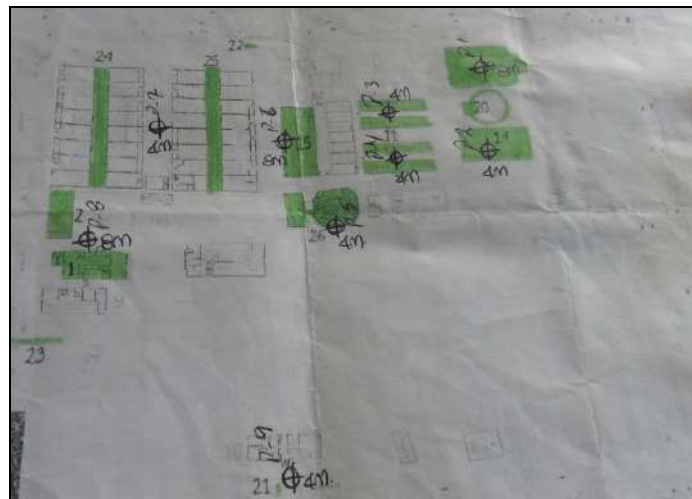
¹ Tomado del Estudio de Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali, Subproyecto de Geología. Informe No. 2-1 Investigaciones Geológicas y Geomorfológicas. INGEOMINAS, Bogotá. Diciembre de 2005.

4.0 INVESTIGACIÓN SUBSOLAR.-

Cabe anotar que el número de perforaciones final fue determinado de acuerdo con el capítulo H.3.2.3 tabla H.3.2.1 de la NSR-10 en el que se expresa el número mínimo de sondeos y profundidad por categoría de la unidad de construcción, que para el presente proyecto corresponde a categoría baja.

De acuerdo con lo anterior se efectuaron 9 sondeos distribuidos así: 3 de 8.0m de profundidad y 6 de 4.0m de profundidad perforados con equipo de percusión y lavado. A lo largo de los sondeos se realizó el ensayo de penetración estándar como índice de la consistencia de los suelos limosos y arcillosos y como medida de la densidad de los estratos granulares allí detectados. Finalmente se tomó un número suficiente de muestras alteradas para inspección visual y posterior envío al laboratorio para ensayos de límites de Atterberg, humedad natural, pesos unitarios, dispersión y clasificación USCS y AASHTO.

A continuación se muestra un esquema con la localización de los sondeos efectuados:



Así mismo a continuación se ilustran algunas fotografías de los trabajos de campo adelantados:

| | FOTOGRAFÍA | DESCRIPCIÓN |
|---|---|--|
| 1 |  | <p>Instalación del equipo de perforación</p> |
| 2 |  | <p>Ejecución de perforaciones</p> |

4.1 DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO.-

A continuación se describe la estratigrafía promedio detectada a partir de los niveles actuales del terreno:

a) 0.0 – 0.40/1.40 m.

Placa de concreto y relleno conformado por limo arcilloso, gravas, roca muerta y escombros.



b) 0.40/1.40 – 1.40/4.00 m.

Limo arcilloso algo arenoso carmelito de consistencia firme a muy dura, con vetas amarillas y gris. El ensayo de penetración estándar arrojó valores de N entre 8 y 23 golpes/pie.



c) 1.40/4.00 – 8.00 m.

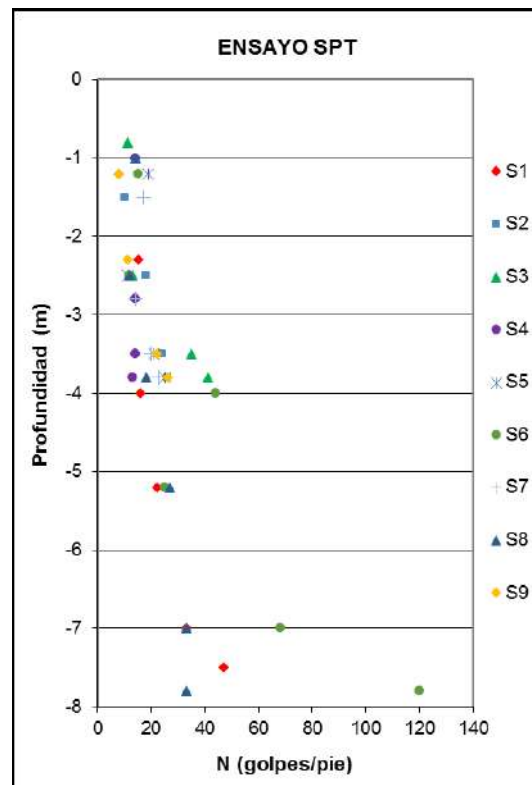
En los sondeos No. 1, 2 y 8 se encuentra una arcilla limosa algo arenosa amarilla de consistencia dura a muy dura, con vetas de color gris. El ensayo de penetración estándar arrojó valores de N entre 12 y 47 golpes/pie.



En los sondeos No. 3, 5 y 6 se encuentra un limo arenoso carmelito con gravas meteorizadas de densidad compacta a muy compacta. El ensayo de penetración estándar arrojó valores de N entre 25 y 120 golpes/pie.

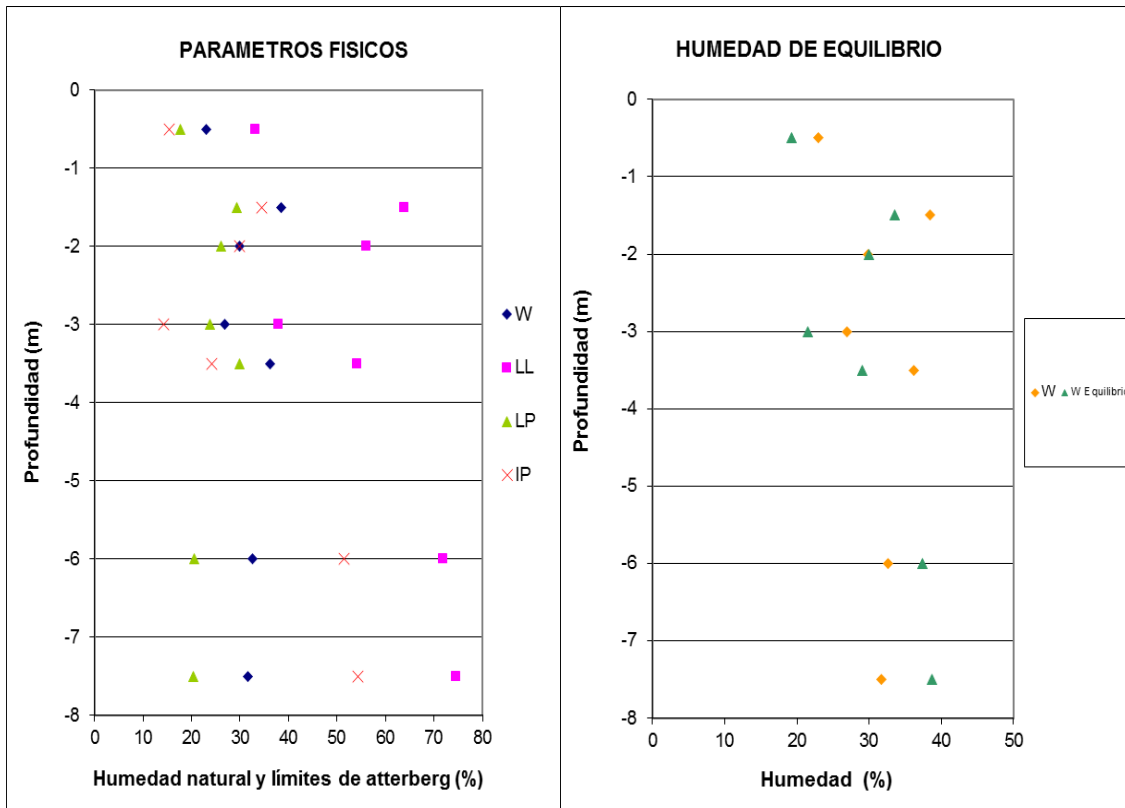


Con base en los ensayos de penetración estándar efectuados en campo se realizó una gráfica de N en función de la profundidad, como se ilustra a continuación:



4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO.-

Teniendo en cuenta la estratigrafía encontrada a lo largo de la zona explorada y de acuerdo con la frecuencia y tipos de ensayos especificados se tomaron muestras representativas de los mantos para enviar al laboratorio a realizar los diferentes ensayos. A partir de los resultados obtenidos de los ensayos de humedad natural y límites de Atterberg, se realizaron gráficas de los parámetros físicos en función de la profundidad obteniendo superficialmente humedades de equilibrio inferiores a la humedad natural, condición que indicaría condiciones no expansivas de los suelos como se ilustra a continuación:



4.3 NIVEL DE AGUAS.-

Sólo se detectó agua libre solo en los sondeos No. 6 y 8 a 6.0m de profundidad. Sin embargo estos niveles pueden variar de acuerdo con el régimen de lluvias.

5.0 PARAMETROS GEOTECNICOS DE DISEÑO.-

Teniendo en cuenta las características geomecánicas del subsuelo obtenidas del programa de ensayos de campo y laboratorio, se determinaron los parámetros de resistencia al corte y compresibilidad de los mantos a lo largo de la profundidad explorada obteniendo lo siguiente:

| Estrato | Profundidad (m) | γ (Ton/m ³) | Qu (Kg/cm ²) | c (Kg/cm ²) | N (golpes/pie) | ϕ (°) | E (t/m ²) | |
|---------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|------------|-----------------------|------|
| 1 | 0.00 – 0.40/1.40 | 1.90 | --- | --- | 8 a 14 | 27 | 751 | |
| 2 | 0.40/1.40 – 1.40/4.00 | 1.85 | 1.20 | 0.60 | 8 a 23 | --- | 975 | |
| 3 | 1.40/4.00 – 8.00 | a | 1.91 | 2.00 | 1.00 | 12 a 47 | --- | 1340 |
| | | b | 1.92 | --- | --- | 25 a 120 | 32 | 2158 |

- Los valores de peso unitario ilustrados en el cuadro corresponden al promedio de los obtenidos en los ensayos de laboratorio en cada estrato.
- Los valores de Qu ilustrados se obtuvieron a partir de correlaciones con el ensayo SPT.
- Los valores de ángulo de fricción en los estratos granulares fueron obtenidos a partir de las formulaciones de Osaki en función del SPT de la siguiente manera:

$$\text{Osaki: } \phi = (20N)^{1/2} + 15$$

- Los módulos de elasticidad fueron calculados a partir de las correlaciones de acuerdo con la literatura, Tabla 5-5 Equations for stress-strain modulus Es by several test methods (FOUNDATION –ANALYSIS AND DESIGN- JOSEPH E. BOWLES), donde se tiene lo siguiente:

Arenas y/o material granulares:

$$E \text{ (kPa)} = 500 (N+15)$$

$$E \text{ (kPa)} = 18000 + 750N$$

$$E \text{ (kPa)} = (15200 \text{ to } 22000) \ln N$$

Rellenos, arcillas y/o limos:

$$E \text{ (kPa)} = 320 (N+15)$$

$$E \text{ (kPa)} = (100 \text{ to } 500) c$$

Finalmente no sobra anotar que los parámetros finales adoptados hacen parte de los criterios y la experiencia del geotecnista de diseño.

6.0 METODOLOGIAS DE DISEÑO.-

Para efectos del desarrollo de los diseños se seguirán metodologías elásticas clásicas, modelos clásicos de la Ingeniería geotécnica incluidos en la literatura especializada y utilizada ampliamente por esta oficina a lo largo de su ejercicio profesional. Así mismo se utilizaron los siguientes modelos o paquetes computacionales:

- Programa de sondeos.
- Cbear: Para el cálculo de capacidad portante de cimientos superficiales.
- Slide 5.0 de Rocscience para el cálculo de factor de seguridad en sismo para capacidad portante.
- Settle 3D: Programa de elementos finitos para el cálculo de asentamientos.
- PHASE: Para la modelación mediante métodos de elementos finitos de la interacción suelo-estructura. En el caso particular del presente análisis se utilizaron modelos constitutivos de suelo basados en el modelo elástico-plástico.

7.0 ANÁLISIS GEOTÉCNICO.-

A continuación se efectúa un diagnóstico del comportamiento geotécnico de la cimentación de las estructuras existentes, revisando los parámetros de trabajo actual.

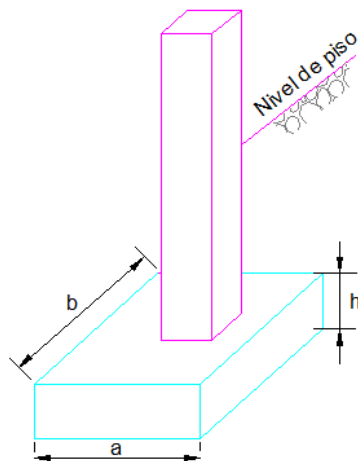
7.1 ANÁLISIS CIMENTACION EXISTENTE.-

De acuerdo con los planos de cimentación y levantamientos de campo suministrados a esta consultoría se tiene que las estructuras existentes se encuentran cimentadas mediante una serie de cimientos superficiales en concreto

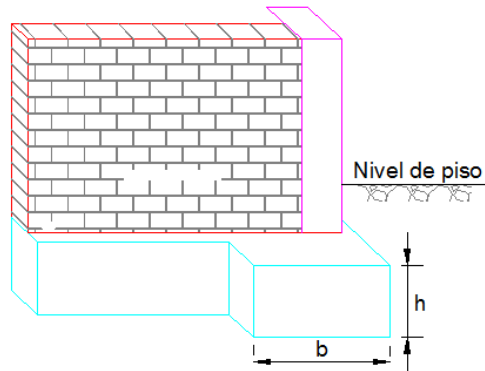
reforzado, apoyados entre 0.55 y 2.00m de profundidad o bien sobre la relleno conformado por limo arcilloso, gravas, roca muerta y escombros o bien sobre el limo arcilloso algo arenoso carmelito de consistencia firme a muy dura, con vetas amarillas y gris que allí se encuentran. Así mismo y dado el desplante de algunos cimientos con profundidades $< 1.40\text{m}$, es probable que dichos cimientos se encuentren apoyados directamente sobre el relleno allí detectado. Dicha condición se ha tenido en cuenta en los análisis efectuados.

A continuación se describen los diferentes tipos de cimientos para cada una de las estructuras y sus correspondientes dimensiones:

Cimiento aislado



Cimiento corrido



| ESTRUCTURA | CIMIENTO | a x b (m) | h (m) | PROFUNDIDAD DE APOYO (m) | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------|-------------|-------------|--------------------------|---|
| 1 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.35 | 1.50 | Hay sumideros de drenaje naturales. Terreno inundable. |
| 2 | Aislado | 1.20 x 1.20 | 0.30 | 2.00 | Hay sumideros de drenaje naturales. Terreno inundable. |
| 3 | Aislado | a | 0.80 x 0.80 | 0.30 | Terreno inundable. No se observa la presencia de vigas de amarre. |
| | | b | 1.50 x 1.50 | 0.40 | |
| 4 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.25 | 1.90 | Terreno inundable. |
| 5 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.25 | 1.90 | Terreno inundable. |
| 6 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.25 | 1.90 | Terreno inundable. |
| 7 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.25 | 1.90 | Terreno inundable. |
| 10 (3 pisos) | Aislado | 2.50 x 2.50 | 0.35 | 1.40 | Terreno inundable. No se observa la presencia de vigas de amarre. |
| 11 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.35 | 1.50 | Terreno inundable. |
| 15 | Aislado | 1.60 x 1.60 | 0.35 | 0.80 | No se observa la presencia de vigas de amarre. |
| 16 | Aislado | 1.10 x 1.10 | 0.25 | 1.70 | No se observa la presencia de vigas de amarre. |
| 17 | Aislado | 1.10 x 1.10 | 0.25 | 1.70 | No se observa la presencia de vigas de amarre. |

| | | | | | |
|----|------------|---------------|------|------|--|
| 18 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.25 | 1.60 | |
| 19 | Corrido | 0.25 | 0.25 | 1.00 | |
| 20 | Aislado | 0.90 x 0.90 | 0.30 | 1.40 | |
| 21 | Corrido | 0.32 | 0.32 | 0.65 | |
| 22 | Corrido | | | | |
| 23 | Cilíndrico | $\phi = 0.35$ | 0.45 | 0.55 | No se observa la presencia de vigas de amarre. |
| 24 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.25 | 1.90 | No se observa la presencia de vigas de amarre. |
| 25 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.25 | 1.90 | No se observa la presencia de vigas de amarre. |
| 26 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.25 | 1.90 | No se observa la presencia de vigas de amarre. |
| 27 | Aislado | 0.90 x 0.60 | 0.25 | 0.90 | |
| 28 | Aislado | 1.00 x 1.00 | 0.90 | 1.00 | No se observa la presencia de vigas de amarre. |

De acuerdo con lo anterior y para efectos de análisis se han seleccionado diferentes tipos de zapatas de acuerdo con sus características geométricas, tal como se ilustra en los siguientes cuadros para cimientos aislados y corridos:

| CIMENTOS AISLADOS | | |
|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| Zapatas tipo | a x b (m) | Área (m²) |
| 1 | 1,20 X 1,20 | 1,44 |
| 2 | 0,80 X 0,80 | 0,64 |
| 3 | 2,50 X 2,50 | 6,25 |
| 4 | 1,00 X 1,00 | 1,00 |
| 5 | 0,90 X 0,90 | 0,81 |

| CIMIENTOS CORRIDOS | |
|---------------------------|--------------|
| Zapatas tipo | b (m) |
| 6 | 0,25 |
| 7 | 0,32 |

Con base en las cargas actuales estimadas por esta consultoría a partir de áreas aferentes se tiene que actualmente los cimientos aislados se encuentran dimensionados para trabajar con una presión de contacto variable entre 5.60 y 18.0 Ton/m². Los cimientos corridos se encuentran trabajando a una presión de contacto entre 7.80 y 14.0 Ton/m².

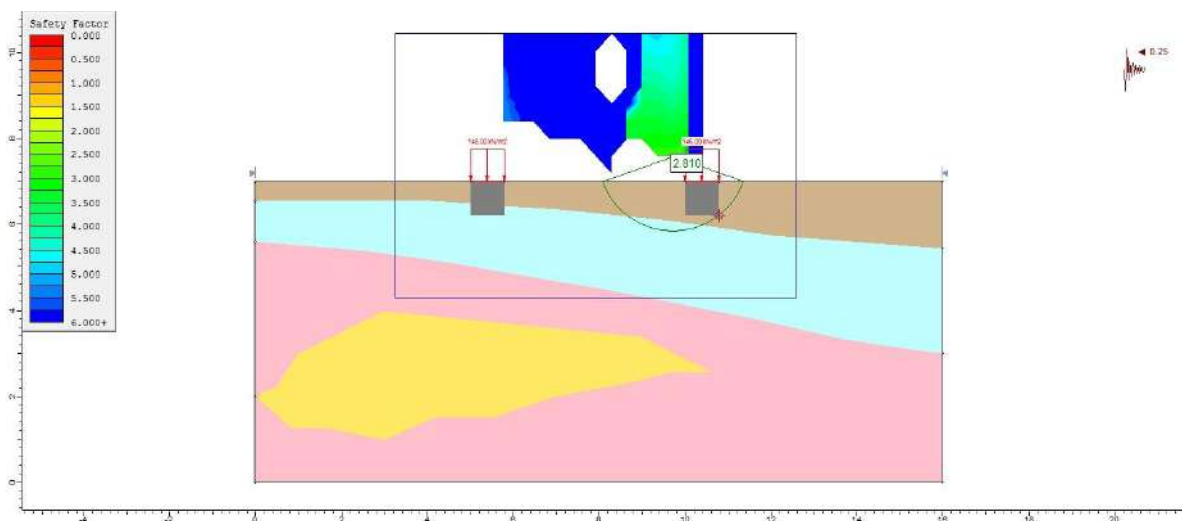
Así mismo y de acuerdo con la resistencia al corte del suelo de cimentación de cada uno de los elementos, obtenida por correlaciones con el ensayo SPT para las diferentes profundidades de apoyo, se tiene que el estrato sobre el cual se apoyan los cimientos presenta una capacidad portante última variable entre 45.09 y 61.40 Ton/m² para las zapatas aisladas y entre 28.10 y 46.69 Ton/m² para las zapatas corridas. Anexo al presente informe se incluyen las memorias de cálculo.

| CIMIENTOS AISLADOS | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|---|--|---|
| Zapatas tipo | Área (m²) | Presión de contacto - Condición actual (Ton/m²) | Capacidad portante última (T/m²) | Factor de seguridad Condición actual |
| 1 | 1,44 | 5,6 | 61,4 | 10,9 |
| 2 | 0,64 | 14,6 | 46,63 | 3,2 |
| 3 | 6,25 | 11,5 | 45,09 | 3,9 |
| 4 | 1,00 | 18,0 | 58,94 | 3,3 |
| 5 | 0,81 | 8,6 | 59,76 | 6,9 |

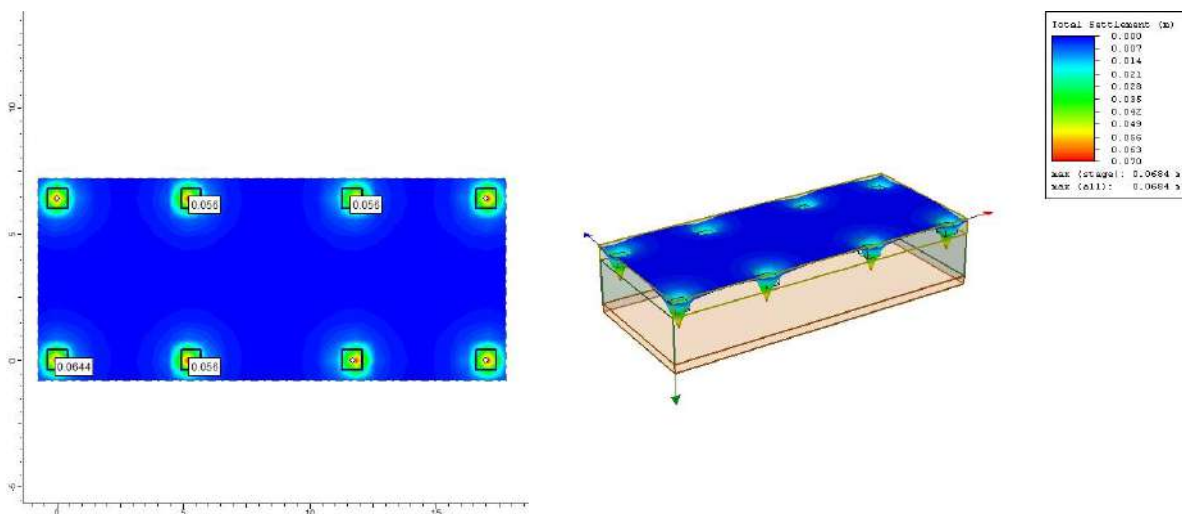
| CIMIENTOS CORRIDOS | | | | |
|--------------------|-------|--|---|--------------------------------------|
| Zapatas tipo | b (m) | Presión de contacto - Condición actual (Ton/m ²) | Capacidad portante última (T/m ²) | Factor de seguridad Condición actual |
| 6 | 0,25 | 14,0 | 46,69 | 3,3 |
| 7 | 0,32 | 7,8 | 28,1 | 3,6 |

A partir de lo anterior se tienen factores de seguridad aceptables para la condición actual.

Así mismo a continuación se ilustra el análisis de capacidad portante en la condición sismo para el cimiento aislado tipo 2 obteniendo que el actual factor de seguridad de 3.20 en condición estática alcanzaría un valor de 2.81 ante la eventualidad de sismo de $A_a=0.25g$ (NSR-10) el cual se considera aceptable.



Adicionalmente se tiene que los asentamientos que debió presentar la cimentación durante la construcción de la estructura por efectos de las cargas generadas por ésta debieron alcanzar los 5 a 6cm como se ilustra a continuación:



Los anteriores asentamientos fueron ya desarrollados dada la edad de la estructura.

7.2 COMPORTAMIENTO ANTE CARGAS SISMICAS.-

A partir de un incremento estimado del orden del 30% ante cargas de sismo (Hipótesis de sismo) se revisó la condición de trabajo de las zapatas existentes obteniendo lo siguiente:

| CIMIENTOS AISLADOS | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|--|--|--|
| Zapatas tipo | Área (m²) | Presión de contacto - Condición actual + hipótesis de sismo (Ton/m²) | Capacidad portante última (T/m²) | Factor de seguridad Condición actual + hipótesis de sismo |
| 1 | 1,44 | 7,3 | 61,4 | 8,4 |
| 2 | 0,64 | 19,0 | 46,63 | 2,5 |
| 3 | 6,25 | 15,0 | 45,09 | 3,0 |
| 4 | 1,00 | 23,4 | 58,94 | 2,5 |
| 5 | 0,81 | 11,2 | 59,76 | 5,3 |

| CIMIENTOS CORRIDOS | | | | |
|---------------------------|--------------|--|--|--|
| Zapatas tipo | b (m) | Presión de contacto - Condición actual + hipótesis de sismo (Ton/m²) | Capacidad portante última (T/m²) | Factor de seguridad Condición actual + hipótesis de sismo |
| 6 | 0,25 | 18,2 | 46,69 | 2,6 |
| 7 | 0,32 | 10,2 | 28,1 | 2,8 |

Con base en lo anterior se tienen que los cimientos presentan factores de seguridad aceptables para la condición actual y ante un eventual sismo.

8.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-.

De acuerdo con todo lo anterior a continuación se resumen las principales conclusiones:

- Las estructuras de 1 a 3 pisos existentes se encuentran apoyadas mediante cimientos superficiales tipo zapatas aisladas y/o corridas adecuadas para la época de construcción y el nivel de cargas dado.
- De la información suministrada se tiene que los cimientos presentan dimensiones variables entre 0.80m x 0.80m y 2.50m x 2.50m de lado para los cimientos aislados y entre 0.25m y 0.32m de ancho para cimientos corridos, apoyados a profundidades variables entre 0.55m y 2.00m de profundidad o bien sobre la relleno conformado por limo arcilloso, gravas, roca muerta y escombros o bien sobre el limo arcilloso algo arenoso carmelito de consistencia firme a muy dura, con vetas amarillas y gris que allí se encuentran y trabajando actualmente a una presión de contacto variable entre 5.60 Ton/m² y 18.0 Ton/m² con factores de seguridad aceptables para la condición actual.
- Así mismo se revisó la condición de los cimientos teniendo en cuenta las cargas actuales y ante hipótesis de sismo obteniendo factores de seguridad aceptables.
- De acuerdo con el levantamiento de campo suministrado, que revela el estado general de las edificaciones, se tiene que en cercanías a las estructuras No. 1 y 2 se encuentran sumideros de drenaje natural. Como recomendación se propone la proyección de andenes perimetrales a estas estructuras de 1.50m de ancho, que impidan el paso del agua al suelo de fundación.

- Del levantamiento de la información en campo se tiene que la zona de las estructuras No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11 es propensa a inundación, por lo tanto se recomienda la revisión por parte de un especialista hidráulico.
- Finalmente dada la ausencia de vigas de amarre en las estructuras No. 3, 10, 15, 16, 17, 23, 24, 25, 26 y 28 se tiene que el ingeniero estructural deberá tener en cuenta dicha condición en sus modelos.

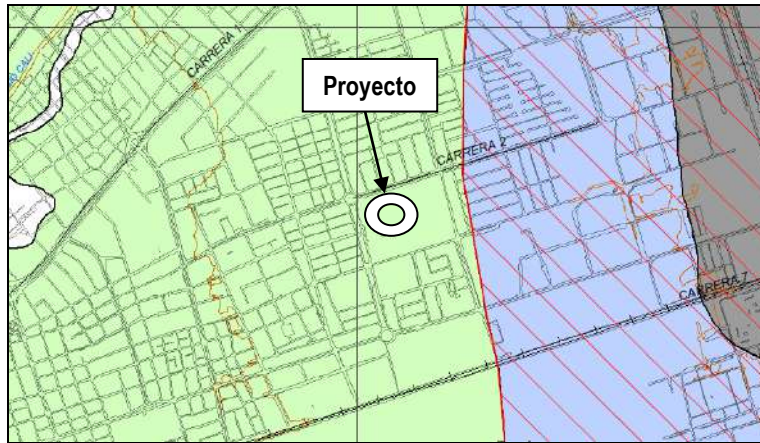
9.0 PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO.-

Teniendo en cuenta el Decreto No. 411.0.20.0158 de Marzo 18 de 2014, el suelo de este proyecto es de tipo **E** con los siguientes parámetros de diseño sísmico:

$$A_a = 0.25$$

$$A_v = 0.25$$

Así mismo de acuerdo con el mismo Decreto, mediante el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali, se tiene que el sector hace parte de la **Zona 4B** (Abanico Distal de Cali y Menga) como se muestra a continuación:



De acuerdo con lo anterior se deberá diseñar con los parámetros dados en la siguiente tabla:

| Zona 4B | T_C | F_a | T_L | F_v |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| T _C | 0.70 | 1.04 | 2.50 | 1.52 |
| T _L | 1.60 | 0.80 | 2.50 | 2.67 |

10.0 OBSERVACIONES FINALES.-

Las recomendaciones aquí incluidas se basan en el proyecto y estratigrafía descritos. De presentarse alguna variación se deberá dar aviso a esta oficina para tomar las medidas pertinentes.

Sin pormenores para más, nos suscribimos de ustedes.

Atentamente,

E Y R ESPINOSA Y RESTREPO S.A.



Ing. Carlos Restrepo G.
Matrícula No. 2520222127
AYR/asv