



INTERVENTOR:  
CONSULOBRAS

CONSORCIO AMP - P & D  
ESTUDIOS DE SUELOS



INF-SU\_01-V1  
26-06-2014

## INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS

POPAYAN - 9221-9113

### 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:  
JUNIO 26 DE 2014

REVISIÓN. 00

## TABLA DE CONTENIDO

1.0	INTRODUCCIÓN.-	2
1.1.	OBJETO-	2
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.-	3
1.3.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS	3
2.0	TOPOGRAFÍA.-	4
3.0	GEOLOGÍA.-	4
4.0	INVESTIGACIÓN SUBSOLAR.-	5
4.1	DESCRIPCION DEL SUBSUELO.-	8
4.2	ENSAYOS DE LABORATORIO.-	10
4.2	NIVEL DE AGUAS.-	11
5.0	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO.-	12
6.0	METODOLOGÍAS DE DISEÑO.-	13
7.0	ANÁLISIS GEOTÉCNICO.-	13
7.1	ANÁLISIS CIMENTACIÓN EXISTENTE.-	14
7.2	COMPORTAMIENTO ANTE CARGAS SÍSMICAS.-	19
8.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-	20
9.0	PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO.-	21
10.0	OBSERVACIONES FINALES.-	23

<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Modificaciones</b>	<b>Motivo</b>
23-04-14	Preliminar	22 Estructuras (2 de 2 pisos y 20 de 1 piso)	---	---
26-06-14	1	22 Estructuras (2 de 2 pisos y 20 de 1 piso)	---	---

Bogotá, D.C., Junio 26 de 2014  
EYR-S 12999 - Popayán

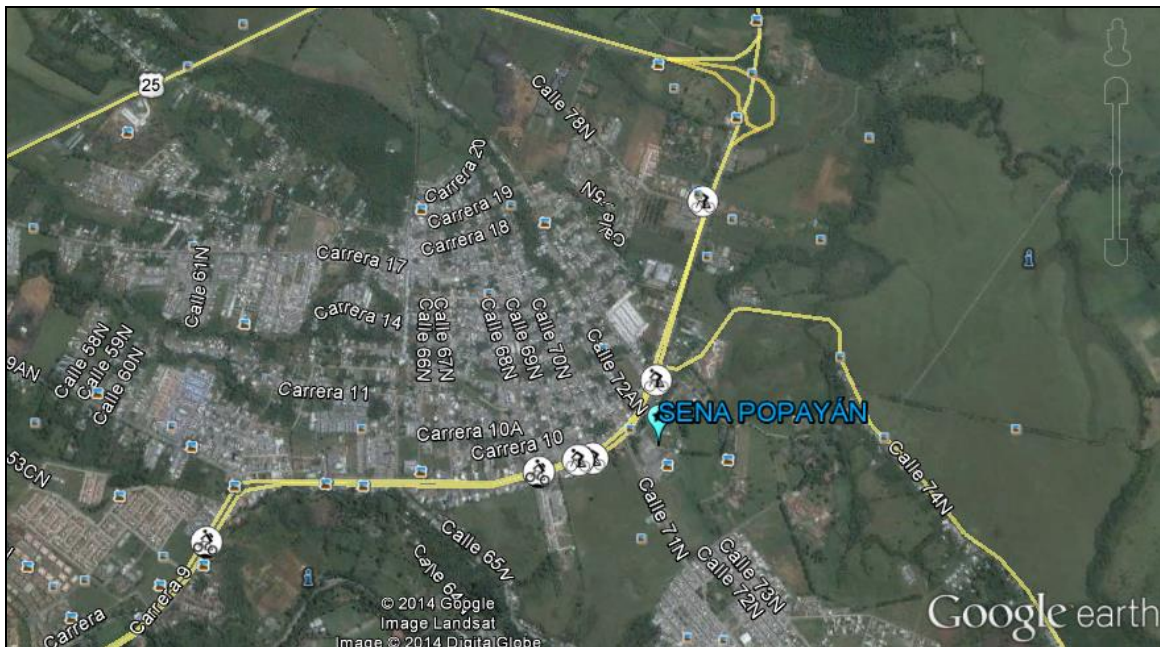
Doctora  
**GABRIELA MENDEZ**  
Ciudad

Estimada Doctora:

Tenemos el gusto de entregarle el estudio de suelos para las estructuras de los diferentes Centros de Formación del **SENA - REGIONAL CAUCA (Códigos 9221-9113)**, ubicados en el Municipio de Popayán (Cauca) y los cuales se relacionan a continuación:

<b>Estructuras</b>	<b>Código</b>
Centro de Teleinformática y Producción Industrial	9221
Centro Agropecuario	9113

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



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

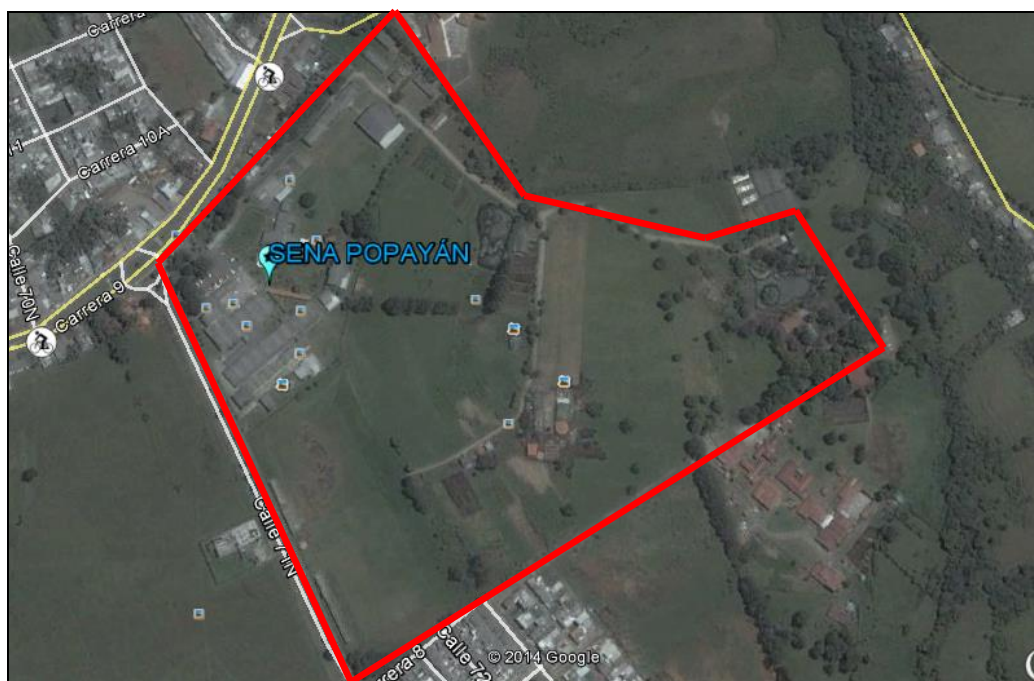
## 1.0 INTRODUCCIÓN.-

### 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 se tiene un total de 22 estructuras en la zona de estudio, de las cuales 2 cuentan con 2 pisos y las 20 estructuras restantes con 1 piso. Dichas estructuras están construidas en muros de carga y/o pórticos convencionales de concreto reforzado, con luces entre ejes de muros y/o columnas entre 3.0 m y 12.0 m. Las cargas estimadas por áreas aferentes, son inferiores a 6.0 Ton/ml para cargas distribuidas y 40.0 Ton 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 plana.

## **3.0 GEOLOGÍA.-**

Según el estudio de Microzonificación Sismogeotécnico de Popayán, regionalmente el Municipio está comprendido por el flanco occidental de la Cordillera Central, la depresión intercordillerana del Cauca-Patía, la Cordillera Occidental y las planicies del Pacífico. El basamento de la Cordillera Central está compuesto por rocas metamórficas, posiblemente de edad paleozoica y por rocas volcánicas básicas y sedimentos asociados del cretáceo, inyectadas por cuerpos ígneos del Triásico y Terciario. Localmente la Cordillera Central se presenta cubierta por depósitos volcánicos plio-pleistocenos y del holoceno.

El Graben o depresión intercordillerana del Cauca-Patía, cuyo basamento incluye rocas de afinidad oceánica del cretáceo, alberga las rocas de la molasa, terciaria, intruída principalmente hacia sus flancos por cuerpos ígneos porfiríticos. Existen también rocas piroclásticas y depósitos volcano-plásticos del cuaternario. La depresión del Cauca-Patía abarca unos 8000 km<sup>2</sup>. La Cordillera Occidental está constituida por rocas basálticas, formaciones sedimentarias oceánicas y rocas metamórficas de bajo grado del cretáceo, con esporádicas intrusiones de rocas cuarzo dioríticas del terciario. Las planicies de la Costa Pacífica, están

conformadas por depósitos sedimentarios del terciario y cuaternario y por extensos aluviones recientes. Los depósitos cuaternarios más notables están ubicados en el Valle del Cauca en la Cuenca del Patía y en la planicie disectada de la formación Popayán. Todos ellos están asociados a la depresión intercordillerana del Cauca-Patía.

La ciudad de Popayán está localizada hacia el pie occidental de la cordillera Central, donde comienza el valle interandino Cauca-Patía, (Valle de Pubenza), el cual está situado entre las cordilleras Central y Occidental. Estas tres provincias geomorfológicas presentan caracteres geológicos y estructurales diferentes, que se pueden consultar en Orrego y París (1991). Se resalta que en la cordillera Central durante el Terciario-Cuaternario, se originó una cadena de volcanes, cuyos productos son lavas y prioclastitas de composición andesítica y dacítica (Ignimbritas de río Hondo) que conforman la Formación de Popayán.

La geología local de Popayán está constituida por suelos y rocas que pertenecen a la Formación de Popayán, de Edad Terciario-Cuaternario y al Complejo Arquía, de posible edad Paleozóica. El marco tectónico es difícil de conocer debido al espesor de cenizas de caída y al relleno reciente de aluviones y de flujos de lodo<sup>1</sup>.

#### **4.0 INVESTIGACIÓN SUBSOLAR.-**

Cabe anotar que el número de perforaciones final fue determinada 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

---

<sup>1</sup> Tomado del Plan de Ordenamiento Territorial. Municipio de Popayán.





	FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
1		Ejecución de perforación
2		Ensayo penetración estándar
3		Muestra alterada

#### 4.1 DESCRIPCION DEL SUBSUELO.-

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

- a) 0.0 – 0.20/0.50 m. Capa vegetal y limo arcilloso negro y/o carmelito. En el sondeo No. 1 se encontró una placa de concreto de 20cm de espesor y un relleno de limo amarillo.
- b) 0.20/0.50 – 2.00/3.50 m. Limo arcilloso y/o arcilla limosa carmelita y/o amarilla de consistencia medio firme a muy dura, con vetas negras y rojas. El ensayo de penetración estándar arrojó valores de N entre 5 y 47 golpes/pie.

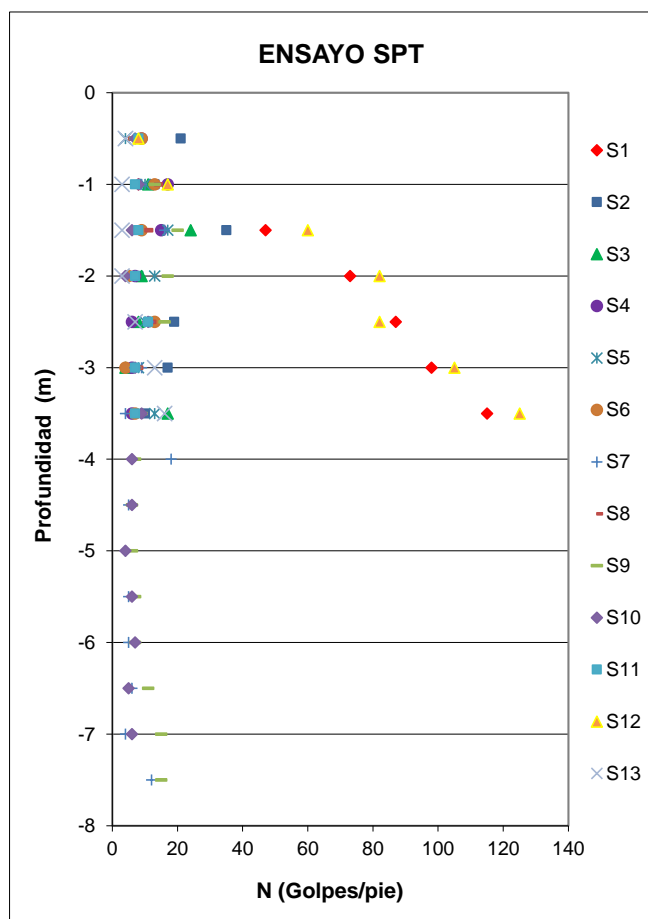


- c) 2.00/3.50 – 8.00 m. Limo arcilloso con intercalaciones de arcilla limosa carmelita y/o habana de consistencia blanda a dura, con pintas negras y amarillas. El ensayo de penetración estándar arrojó valores de N entre 3 y 18 golpes/pie.



En los sondeos No. 1 y 12 a partir de 2.0 m y 1.50 m de profundidad respectivamente se encuentra un estrato rocoso con valores de N entre 60 y 125 golpes/pie. Dicho estrato se observa en el sondeo No. 13 al finalizar la perforación a los 4.0 m de profundidad.

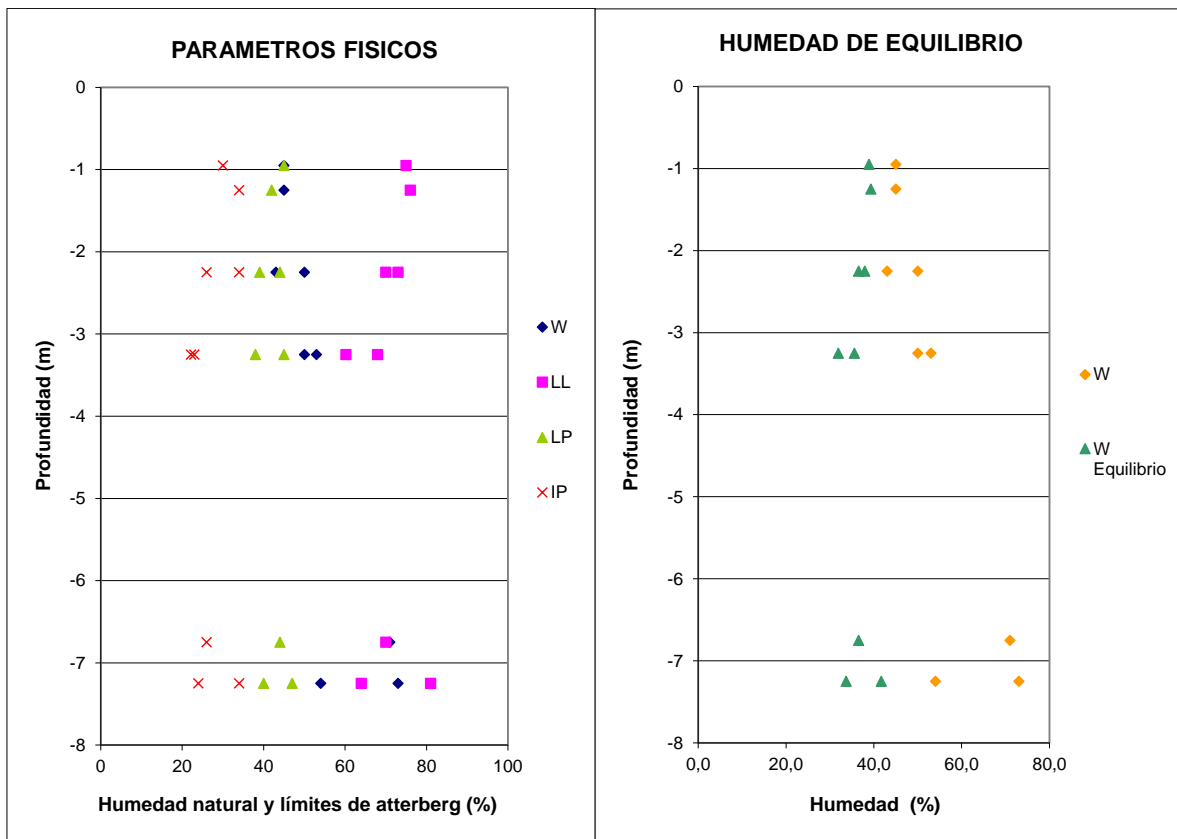
Con base en los ensayos de penetración estándar efectuados en campo se realizó una gráfica de N en función de la profundidad, notando el aumento en la densidad del suelo en los sondeos No. 1 y 12 dado el estrato rocoso allí detectado, como se ilustra a continuación:



#### 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 humedades naturales entre el límite líquido y el límite plástico, y humedades de equilibrio inferiores a la humedad

natural, condición que indica que no se presentan condiciones expansivas de los suelos como se ilustra a continuación:



#### 4.2 NIVEL DE AGUAS.-

Se detectó agua libre solo en los sondeos No. 1, 2, 7, 10 y 12 entre 2.50m y 5.50m de profundidad. Sin embargo estos niveles podrán variar de acuerdo con el régimen de lluvias.

## 5.0 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS 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)	$\gamma$ (Ton/m <sup>3</sup> )	Qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	N (Golpes/pie)	E (Ton/m <sup>2</sup> )
1	0.0 – 0.20/0.50	-	-	-	-	450
2	0.20/0.50 – 2.0/3.50	1,712 - 1,767	3,0	1,5	12	1948
3	2.0/3.50 – 8.0	1,656 - 1,701	2,0	1,0	8	1868

Debido a que en los sondeos N° 1 y 12, se detectó un estrato rocoso y pertenecen a 2 estructuras independientes, a continuación se muestran los parámetros geotécnicos de dicho estrato:

Estrato	Profundidad (m)	$\gamma$ (Ton/m <sup>3</sup> )	N (Golpes/pie)	$\phi$ °	E (Ton/m <sup>2</sup> )
Rocoso	1.50/2.0 – 4.0	2.0	-	28	3824

- Los valores de peso unitario ilustrados en los cuadros 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:

<u>Arenas y/o material granulares:</u>	$E \text{ (kPa)} = 500 (N+15)$ $E \text{ (kPa)} = 18000 + 750N$ $E \text{ (kPa)} = (15200 \text{ to } 22000) \ln N$
<u>Rellenos, arcillas y/o limos:</u>	$E \text{ (kPa)} = 320 (N+15)$ $E \text{ (kPa)} = (100 \text{ to } 500) c$

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

## **6.0 METODOLOGÍAS 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.

## **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.

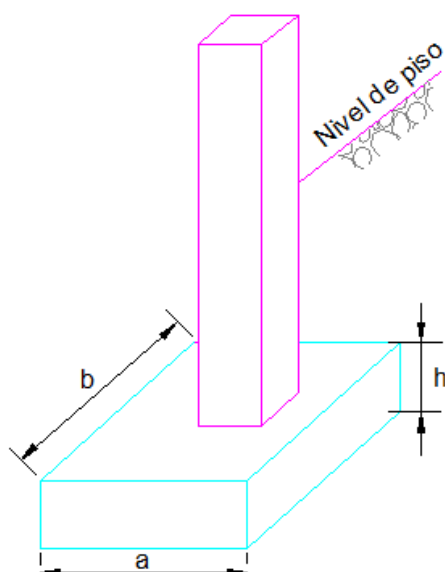


## 7.1 ANÁLISIS CIMENTACIÓN EXISTENTE.-

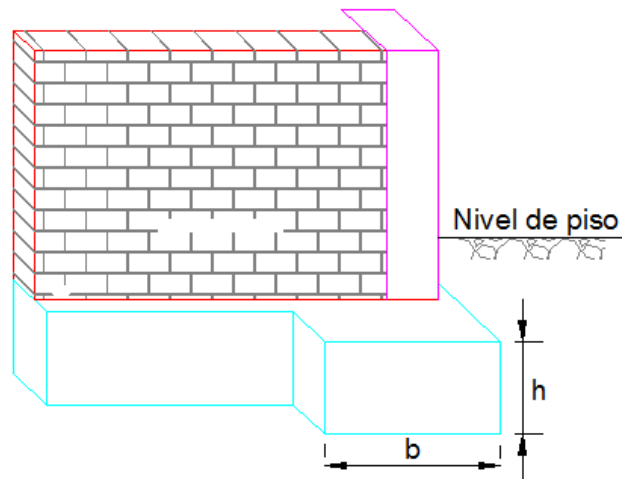
De acuerdo con los planos de cimentación y levantamientos de campo suministrados a esta consultoría se tiene que las estructuras existentes se encuentran cimentadas mediante una serie de cimientos superficiales en concreto reforzado y/o en concreto ciclópeo, apoyados entre 0.50 y 3.30 m de profundidad, sobre el limo arcilloso y/o arcilla limosa de color de color amarillo, carmelito y/o habano que allí se encuentran.

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

### Cimiento aislado



## Cimiento corrido



ESTRUCTURA	TIPO DE CIMIENTO		a x b (m)	h (m)	COTA DE APOYO (m)	PENDIENTE DEL TERRENO (%)	OBSERVACIONES
1	a	Aislado	1,4x1,4	0,3	1,0	7,37	Hay sumideros de drenaje natural, la cimentación es de concreto, con evidencia de presencia de vigas de amarre.
	b	Corrido	-	0,9	1,0	7,37	Cimiento corrido en concreto ciclópeo, con vigas de amarre, Hay sumideros de drenaje natural.
	c	Corrido	0,5	0,3	1,0	7,37	Cimiento corrido en concreto ciclópeo, con vigas de amarre, hay sumideros de drenaje natural.
2	Corrido		0,5	0,5	0,75	1,2	Cimiento corrido en concreto ciclópeo, no hay evidencia de vigas de amarre, Hay sumideros de drenaje natural.
3	Corrido		0,4	0,6	0,8	0,75	Cimiento corrido en concreto ciclópeo, con vigas de amarre en la cimentación.
4	a	Aislado	1,0x1,0	0,35	0,85	0,75	Zapata aislada sobre mejoramiento del suelo (e=0,10 m), sin evidencia de vigas de amarre.

ESTRUCTURA	TIPO DE CIMIENTO		a x b (m)	h (m)	COTA DE APOYO (m)	PENDIENTE DEL TERRENO (%)	OBSERVACIONES
5	a	Aislado	0,5x0,8	1,3	1,4	0,8	Cimiento aislado (pedestal) en concreto, para columnas de acero, sin evidencia de vigas de amarre
	b	Corrido	-	0,6	0,7	0,8	Cimiento corrido en concreto ciclópeo
	c	Aislado	1,4x1,4	0,3	0,7	0,8	Zapata aislada en concreto, con existencia de vigas de amarre (0,3*0,3)
6	Aislado		1,4x1,4	0,25	0,5	0,2	Zapata aislada en concreto, sin evidencia de presencia de vigas de amarre
7	Aislado		1,2x1,2	0,4	0,8	1,0	Zapatas aisladas en concreto, con vigas de amarre.
10	a	Aislado	1,6x1,6	0,4	1,3	1,0	Zapata aislada de concreto, con vigas de amarre.
	b	Aislado	1,2x1,2	0,35	0,95	1,5	Zapata aislada de concreto, sin evidencia de vigas de amarre.
	c	Aislado	1,2x1,2	0,35	0,9	1,5	Zapata aislada de concreto, sin evidencia de vigas de amarre
	d	Corrido	-	0,5	0,7	1,5	Cimiento corrido de concreto ciclópeo, sin evidencia de vigas de amarre.
11	Aislado		1,4x1,4	0,3	0,8	1,5	Zapata aislada de concreto, con vigas de amarre.
13	Aislado		1,0x1,0	0,5	1,2	2	Zapata aislada en concreto, sin vigas de amarre
14	Corrido		0,4	0,6	0,6	1,2	Cimiento corrido en concreto ciclópeo, sin vigas de amarre
15	a	Aislado	1,20x1,20	0,3	2,85	-	-
	b	Aislado	1,10x1,10	0,35	3,3	-	-
16	Aislada		1,6x1,6	0,25	1,1	3,0	Zapata aislada en concreto, sin vigas de amarre, la mampostería está apoyada sobre ciclópeo
16-A	Corrido		0,6	0,54	0,87	3,0	-

ESTRUCTURA	TIPO DE CIMIENTO	a x b (m)	h (m)	COTA DE APOYO (m)	PENDIENTE DEL TERRENO (%)	OBSERVACIONES
17	Corrido	1,2	1,3	1,55	1,5	Cimiento corrido en concreto ciclópeo, con vigas de amarre, (el concreto ciclópeo están acartelados en 3 pedestales de 0,15, 0,25 y 0,8)
18	Aislado	0,6x0,6	0,5	60	0,75	Zapatas aisladas en concreto, sin vigas de amarre
21	Aislado	1,15x1,15	0,4	1,2	1,0	Zapata aislada en concreto, con vigas de amarre
22	Corrido	-	0,9	1	1,5	Cimiento corrido en concreto ciclópeo, sin vigas de amarre
27	Corrido	0,2	0,2	0,4	-	Cimiento corrido en concreto ciclópeo, con viga de amarre
39	Aislado	1,4x1,10	0,3	1,0	-	Zapata aislada en concreto, con vigas de amarre.
47	Corrido	0,6	0,45	0,45	-	Cimiento corrido, en concreto ciclópeo sin vigas de amarre.

De acuerdo con la tabla 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:

CIMIENTOS AISLADOS		
ZAPATAS TIPO	a x b (m)	Área (m <sup>2</sup> )
1	1.0x1.0	1.0
2	1.4x1.4	1.96

CIMIENTOS CORRIDOS	
ZAPATAS TIPO	b (m)
3	0.20
4	1.20

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 6.50 y 8.80 Ton/m<sup>2</sup>. Los cimientos corridos se encuentran trabajando a una presión de contacto entre 9.60 y 18.20 Ton/m<sup>2</sup>.

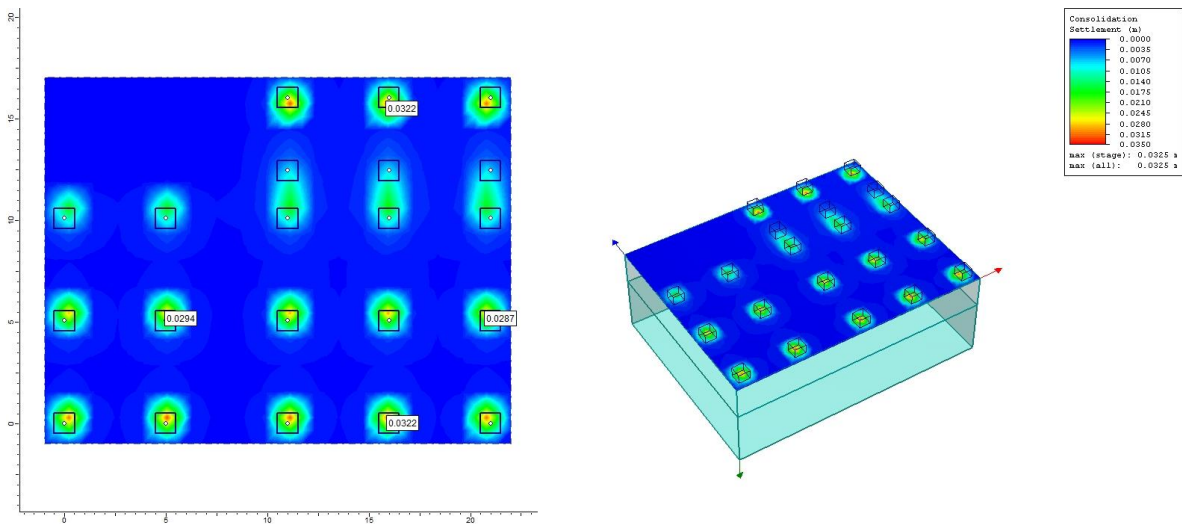
Así mismo y de acuerdo con la resistencia al corte del suelo de cimentación de cada uno de los elementos, obtenida por correlaciones con el ensayo SPT para las diferentes profundidades de apoyo, se tiene que el estrato sobre el cual se apoyan los cimientos presenta una capacidad portante última variable entre 121.43 y 90.87 Ton/m<sup>2</sup> para las zapatas aisladas y entre 77.95 y 92.52 Ton/m<sup>2</sup> para las zapatas corridas. Anexo al presente informe se incluyen las memorias de cálculo.

<b>CIMIENTOS AISLADO</b>				
<b>Zapata tipo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Presión de contacto - Condición de carga actual (Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Capacidad portante última (Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Factor de seguridad Condición actual</b>
1	0,40	8,8	121,43	13,9
2	1,00	6,5	90,87	14,0

<b>CIMIENTOS CORRIDO</b>				
<b>Zapata tipo</b>	<b>b (m)</b>	<b>Presión de contacto - Condición de carga actual (Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Capacidad portante última (Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Factor de seguridad Condición actual</b>
3	0,25	14,0	92,52	6,6
4	0,6	7,4	77,95	10,5

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

Adicionalmente se tiene que los asentamientos que debió presentar la cimentación zapata tipo 2 durante la construcción de la estructura por efectos de las cargas generadas por ésta debieron alcanzar los 3 a 4 cm como se ilustra a continuación:



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

## 7.2 COMPORTAMIENTO ANTE CARGAS SÍSMICAS.-

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:

CIMENTOS AISLADO				
Zapata tipo	Área (m <sup>2</sup> )	Presión de contacto - Condición de carga actual + hipótesis de sismo (Ton/m <sup>2</sup> )	Capacidad portante última (Ton/m <sup>2</sup> )	Factor de seguridad Condición actual + hipótesis de sismo
1	0,40	11,4	121,43	10,7
2	1,00	8,5	90,87	10,8

<b>CIMIENTOS CORRIDOS</b>				
<b>Zapata tipo</b>	<b>b (m)</b>	<b>Presión de contacto - Condición de carga actual + hipótesis de sismo (Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Capacidad portante última (Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Factor de seguridad Condición actual + hipótesis de sismo</b>
3	0,25	18,2	92,52	5,1
4	0,6	9,6	77,95	8,1

Con base en lo anterior se tienen que los cimientos presentan factores de seguridad aceptables 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 y 2 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 0.50x0.85 m y 1.40x1.40 m de lado para los cimientos aislados y entre 0.20 y 1.20 m de ancho para cimientos corridos, apoyados a profundidades variables entre 0.40 y 3.30 m de profundidad, sobre limo arcilloso y/o arcilla limosa de color de color amarillo, carmelito y/o habano que allí se encuentran y trabajando actualmente a una presión de contacto variable entre 6.50 Ton/m<sup>2</sup> y 14.0 Ton/m<sup>2</sup> 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 los ensayos de laboratorio, se tiene que el suelo presenta condiciones expansivas. Sin embargo, teniendo en cuenta el tiempo de construcción de estas edificaciones y su buen comportamiento, no se considera necesario tomar medidas directas sobre dicho fenómeno, siempre y cuando se proyecten andenes perimetrales de 1.50 m de ancho en todas las estructuras, que impidan el acceso de agua al suelo de fundación.
- Dada la ausencia de vigas de amarre en la mayoría de la estructuras se tiene que el ingeniero estructural deberá tener en cuenta dicha condición en sus modelos.

## **9.0 PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO.-**

De acuerdo con la NSR-10 el suelo de este proyecto es tipo **D**.

Así mismo de acuerdo con el Mapa de Microzonificación Sismogeotectónica de Popayán, INGEOMINAS 1992, el sector hace parte de la **Zona B**, como se ilustra a continuación:





## **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 otro particular, nos suscribimos de usted.

Atentamente,

**E Y R ESPINOSA Y RESTREPO S.A.**



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