



EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN
GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,
ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E.
ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA



21 de diciembre de 2015

**EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA
REQUERIDA PARA LAS AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS
PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.
INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA -
CORREGIMIENTO DE LA BOLSA
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ. DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA.
VERSIÓN N° 02**



IVICSA INGENIEROS CONSULTORES, SUCURSAL COLOMBIA S.A

GEOZAM LABORATORIO Y CONSULTORÍA S.A.S

SANTIAGO DE CALI, DICIEMBRE DE 2015

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co



EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN
GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,
ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E.
ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA



21 de diciembre de 2015

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
2.1	LOCALIZACIÓN.....	5
3.	ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN	6
3.1	PERFORACIONES.....	6
3.2	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT).....	6
3.3	TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO	6
4.	EVALUACIÓN GEOTÉCNICA	7
4.1	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	7
4.2	EVALUACIÓN GEOTÉCNICA	7
4.3	MARCO GEOLÓGICO.....	7
4.4	LITOLÓGÍA.....	9
4.5	PERFIL ESTRATIGRÁFICO	10
4.6	NIVEL FREÁTICO	11
5.	PROPIEDADES DEL SUELO	12
6.	ASPECTOS SÍSMICOS.....	12
6.1	MOVIMIENTO SÍSMICO.....	12
6.2	EFFECTOS LOCALES	12
6.2.1	PERFIL DEL SUELO	12
6.2.2	COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN Fa y Fv.....	12
6.2.3	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	13
7.	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COHESIÓN	14
8.	DESCRIPCIÓN SUELO	15
9.	LOCALIZACIÓN PERFORACIONES.....	17
10.	POTENCIAL DE EXPANSIÓN.....	18
11.	POTENCIAL DE LICUACIÓN	18
12.	ASENTAMIENTOS	19

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co



EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN
GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,
ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E.
ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA



21 de diciembre de 2015



13. REGISTRO FOTOGRÁFICO	24
14. MÓDULOS DE REACCIÓN DEL SUELO	25
15. COEFICIENTES DE PRESIÓN	25
16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
17. LIMITACIONES.....	30

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co

	<p style="text-align: center;">EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E. ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p style="text-align: right;">21 de diciembre de 2015</p>	
---	--	---

1. INTRODUCCIÓN

Atendiendo la amable invitación de **IVICSA INGENIEROS CONSULTORES, SUCURSAL COLOMBIA S.A**, se ha realizado el presente estudio de suelos, en el Municipio de Jamundí, Departamento del Valle del Cauca, para la ampliación de la Institución Educativa Alfredo Bonilla sede No. 2 María Inmaculada del Corregimiento de la Bolsa. El estudio, se ha ejecutado con la finalidad de examinar las propiedades geotécnicas del suelo y aplicarlas de manera eficiente para la construcción de dichas obras.

Para lograr el objetivo propuesto, se realizó una investigación con toma de muestras en sitio, mediante la realización de tres (3) perforaciones, las cuales permitieron identificar la estratigrafía, la posición del nivel freático y las propiedades del suelo, parámetros necesarios para calcular la capacidad portante del suelo y, así concluir y emitir las correspondientes recomendaciones.

Agradecemos a **IVICSA INGENIEROS CONSULTORES, SUCURSAL COLOMBIA S.A**, la confianza depositada para la realización de este estudio y esperamos cumplir de manera satisfactoria con los objetivos propuestos.

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925
 e-mail: gerencia@geozam.com.co

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto a desarrollarse en el sector rural de la ciudad de Jamundí, consiste en la construcción de una edificación de dos pisos para salones de clase, conforme a la norma NSR -10 y demás normas existentes.

2.1 LOCALIZACIÓN





Fig. 1. Localización geográfica

LÍMITES DEL MUNICIPIO DE JAMUNDÍ

El Municipio de Jamundí se localiza al sur del Valle del Cauca en la margen izquierda del río Cauca y entre la Cordillera Occidental y el Parque Nacional Natural Los Farallones.

Limita oficialmente con: Norte: Municipio de Santiago de Cali. Sur: Departamento del Cauca (Municipios de Buenos aires y Santander de Quilichao). Oriente: Departamento del Cauca (Municipios de Puerto Tejada y Villarica). Occidente: Municipio de Buenaventura (Parque Nacional Natural Los Farallones).

	<p style="text-align: center;">EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E. ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p style="text-align: right;">21 de diciembre de 2015</p>	
---	--	---

3. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el área comprometida por el proyecto y la magnitud de los trabajos proyectados, se planificó y ejecutó la serie de exploraciones descritas a continuación:

3.1 PERFORACIONES

Sobre el nivel (N=0,0) del terreno se ejecutaron tres perforaciones proyectadas a -6,0m de profundidad.

Para realizar el sondeo se utilizó el método de perforación a percusión, sin lavado, con un equipo mecánico accionado por un motor de potencia nominal de 12 HP.

3.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)



El ensayo de penetración estándar es una prueba dinámica, que permite obtener la resistencia del suelo en sitio. La metodología de la prueba y el equipo utilizado se describen en la norma ASTM D 1586-67 y en resumen consiste en hincar en el estrato de interés un muestreador del tipo cuchara partida (split spoon sampler) de 2" de diámetro, 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 una penetración de 1 pie. Este número, se anota como N y es el resultado de la prueba. El ensayo se repitió en cada una de las perforaciones a intervalos de 1,0 m de profundidad.

3.3 TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Se lograron extraer muestras de tipo alterado del recobro de la cuchara partida estándar, asociando a cada prueba de penetración una muestra.

Las muestras recuperadas se llevaron al Laboratorio de Suelos en donde se desarrollaron los siguientes ensayos (ver anexo 1):

- Humedad Natural.
- Límites de Atterberg.
- Gradación por Tamiz.
- Compresión Simple y pesos unitarios

	<p style="text-align: center;">EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E. ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p style="text-align: right;">21 de diciembre de 2015</p>	
---	--	---

- Ensayo de consolidación.
- Ensayo de corte directo.

4. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

El proyecto a realizarse está enmarcado en un terreno plano tal y como se puede apreciar en el registro fotográfico.

4.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

El territorio del departamento del Valle del Cauca es un sitio de interacción de tres placas tectónicas: Suramericana, Nazca y Caribe. La Placa Nazca converge hacia la Placa Suramericana y subduce bajo ésta en la Fosa Colombo-Ecuatoriana a una velocidad de 8 cm/año, en sentido E-W, formando un ángulo de 45° con la dirección de la Cordillera de los Andes. El ángulo de buzamiento de la zona de Benioff es de 30°, con el arco volcánico ubicado a 150 Km al oriente de la fosa (Meissnar et al., 1976, en Nivia, 2001). La distribución de las anomalías magnéticas indica que este esquema de convergencia se ha mantenido, posterior al periodo en el que la aproximación de la placa oceánica hacia el continente se dio en dirección NE-SW y a una velocidad menor.

4.3 MARCO GEOLÓGICO

El Valle del Cauca corresponde a una depresión tectónica formada desde finales del Cretácico, que está limitada por los sistemas de fallas Romeral al oriente y Cauca al occidente.

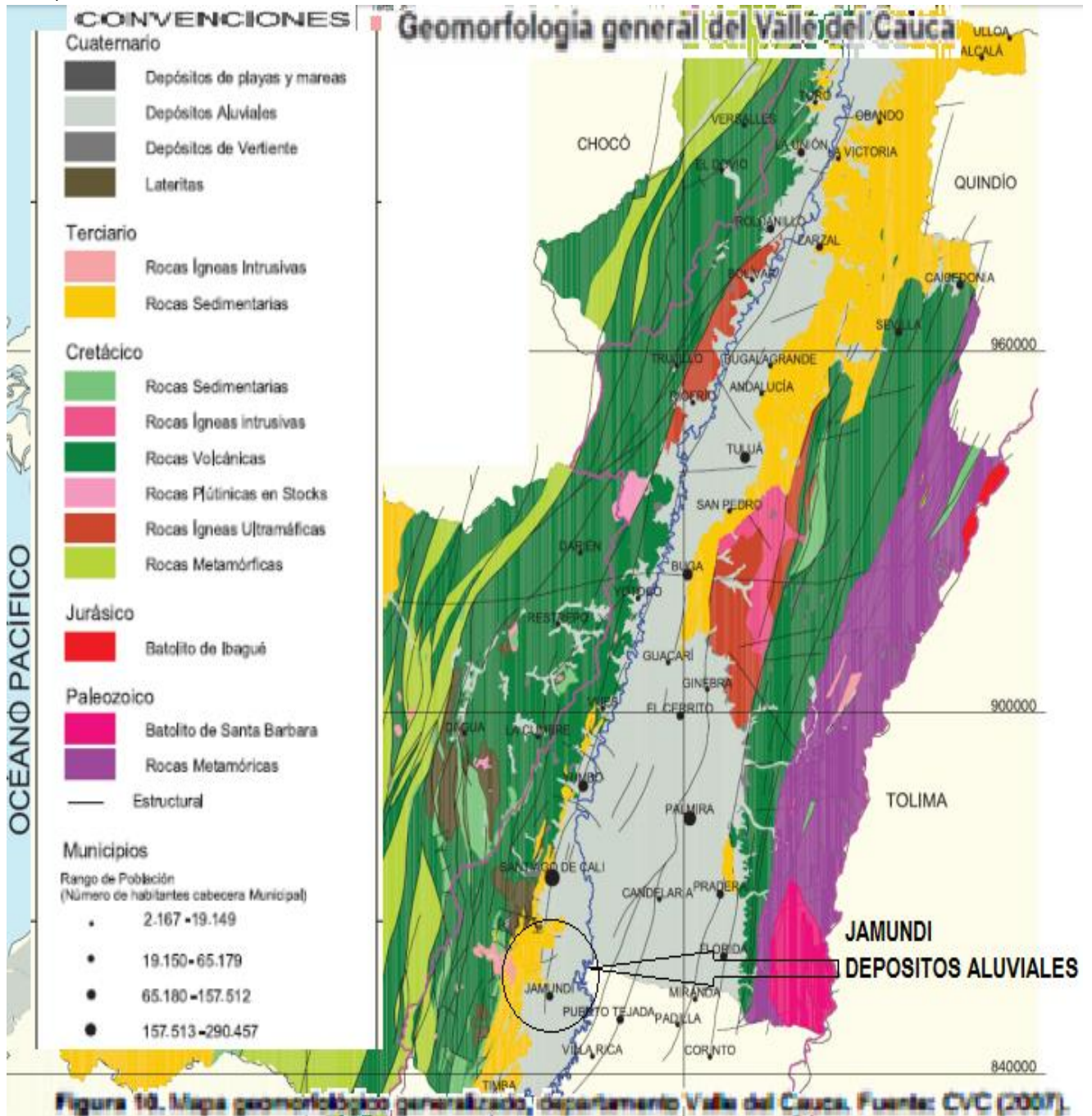
En esta depresión se conformó un espeso relleno de sedimentos provenientes de la mezcla de procesos de sedimentos de los ríos que drenan el valle (en especial el río Cauca), con los procesos erosivos de las cordilleras Central y Occidental, que circunscriben la zona.

El valle del Río Cauca está controlado estructuralmente, por los sistemas de fallas de Cauca y Romeral, que en general presentan una tendencia N-S. Las fallas de la cordillera Central generalmente son inversas, de ángulo alto; mientras en la cordillera occidental y en el graben del Cauca las fallas son normales.

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

En general las rocas se encuentran afectadas por un sistema complejo de fallas regionales, donde predominan tres direcciones de fallamientos: N20°-30°E, N60°-70°E y N40°-50°W (Nivia et al., 1997).



“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

4.4 LITOLOGÍA

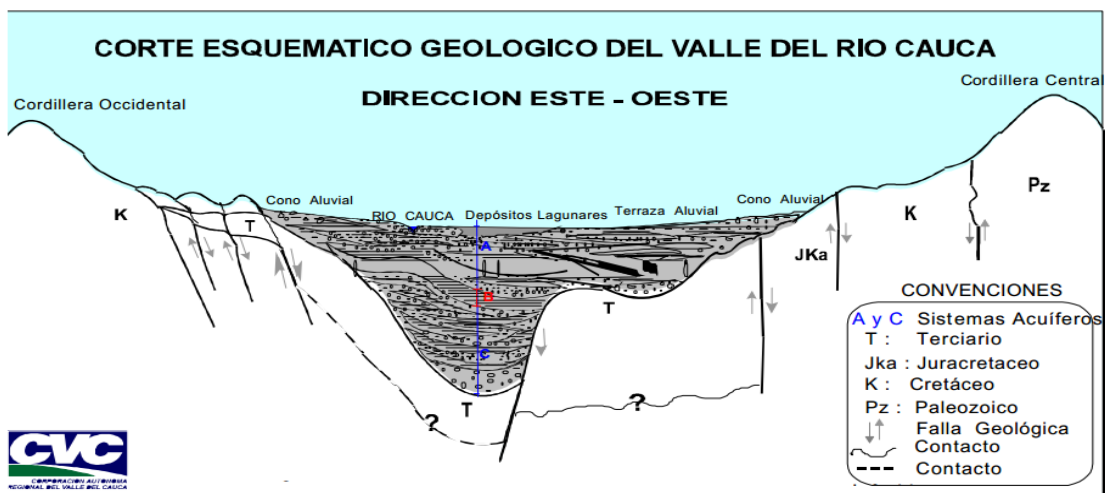
En términos generales la litología del área de estudio es como sigue: En la cordillera Occidental afloran rocas sedimentarias de origen marino, rocas metasedimentarias, volcánicas y cuerpos intrusivos de edad Cretácica. Hacia el sur de la zona afloran rocas sedimentarias de origen continental.



En la Cordillera Central afloran rocas metamórficas del Paleozoico, rocas volcánicas marinas de edad Jurásica y rocas sedimentarias continentales de edad Terciaria. También se presentan cuerpos intrusivos con edades Paleozoica hasta Terciaria.

En la zona del valle, se encuentran sedimentos cuaternarios están representados en conos, terrazas y aluviones arcillosos y arenosos. Estos depósitos pueden alcanzar un espesor mayor de 1000 m.

FORMACIÓN JAMUNDÍ (TQj) Rocas y depósitos sedimentarios

Correspondiente a los depósitos no consolidados afloran al suroccidente del municipio de Santiago de Cali, y suprayacen discordantemente al Grupo Cauca, se depositaron como abanicos fluvio-torrenciales. Esta formación consiste en depósitos de gravas y cantos no consolidados, pobremente seleccionados, compuesta por materiales de derivación local como basaltos, chert, gabros, limolitas, conglomerados y areniscas; embebidos en matriz arcillosa.



	<p style="text-align: center;">EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E. ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p style="text-align: right;">21 de diciembre de 2015</p>	
---	--	---

4.5 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En el anexo No.1 se muestran los perfiles estratigráficos de cada uno de los sondeos, según estos sondeos se pueden establecer los siguientes perfiles:

SONDEO 1

ESTRATO A

Inicialmente y hasta una profundidad de -0,50m se presenta un relleno: limo arcilloso color café.

ESTRATO B

Después de la cota -0,50m y hasta una profundidad de -1,50m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café, humedad natural mayor al límite plástico, consistencia media.

ESTRATO C

Después de la cota -1,50m y hasta una profundidad de -3,0m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café amarillo, humedad natural cercana al límite plástico, consistencia firme.

ESTRATO D

Después de la cota -3,0m y hasta una profundidad de -4,50m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color gris, humedad natural mayor al límite plástico, consistencia firme.

ESTRATO E

Después de la cota -4,50m y hasta una profundidad de -6,0m se presenta un estrato de limo de alta plasticidad color café amarillo con vetas gris, humedad natural mayor al límite plástico consistencia de mediana a firme.

SONDEO 2

ESTRATO A

Inicialmente y hasta una profundidad de -0,50m se presenta un relleno: limo arcilloso color café con presencia de raíces.



ESTRATO B

Después de la cota -0,50m y hasta una profundidad de -1,50m se presenta una arcilla de alta plasticidad color café, humedad natural mayor al límite plástico, consistencia media.

ESTRATO C

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

	<p style="text-align: center;">EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E. ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p style="text-align: right;">21 de diciembre de 2015</p>	
---	--	---

Después de la cota -1,50m y hasta una profundidad de -3,0m se presenta un estrato de limo de alta plasticidad color café amarillo con trazas gris, humedad natural menor al límite plástico, consistencia firme.

ESTRATO D

Después de la cota -3,0m y hasta una profundidad de -4,50m se presenta un estrato de limo arcilloso de alta plasticidad color café con gris, humedad natural mayor al límite plástico, consistencia firme.

ESTRATO E

Después de la cota -4,50m y hasta una profundidad de -6,0m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café amarillo con vetas gris, humedad natural mayor al límite plástico, consistencia firme.

SONDEO 3

ESTRATO A

Inicialmente y hasta una profundidad de -0,50m se presenta un relleno: limo arcilloso color café con presencia de raíces.

ESTRATO B

Después de la cota -0,50m y hasta una profundidad de -1,50m se presenta una arcilla de alta plasticidad color café, humedad natural cercana al límite plástico, consistencia media.

ESTRATO C

Después de la cota -1,50m y hasta una profundidad de -3,0m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café oscuro, humedad natural cercana al límite plástico, consistencia muy firme.

ESTRATO D

Después de la cota -3,0m y hasta una profundidad de -5,0m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café amarillo verdoso, humedad natural mayor al límite plástico, consistencia firme.

ESTRATO E

Después de la cota -5,0m y hasta una profundidad de -6,0m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café amarillo con vetas grisáceas, humedad natural mayor al límite plástico, consistencia firme.

4.6 NIVEL FREÁTICO

En el sondeo 1 se registra nivel freático a la profundidad de -1,20 metros.

En el sondeo 2 se registra nivel freático a la profundidad de -1,00 metros.

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

En el sondeo 3 se registra nivel freático a la profundidad de -1,50 metros.

5. PROPIEDADES DEL SUELO

En el anexo No. 1 aparece una tabla con los resultados de laboratorio donde se contemplan los contenidos de humedad, clasificación de los diferentes estratos, compresión confinada, límites de Atterberg y porcentajes de la curva estratigráfica.

6. ASPECTOS SÍSMICOS

6.1 MOVIMIENTO SÍSMICO

El Proyecto se encuentra dentro de una zona de amenaza sísmica alta, zona 5
Aa coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva (zona 5) **Aa= 0,25**
Av. coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva (zona 5) **Av= 0,25**

La sección A.3.6.4.2 de las Normas de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10 establece que los elementos de cimentación, tales como zapatas, dados de pilotes, pilas o “Caissons”, etc., deben amarrarse por medio de elementos capaces de resistir en tensión o compresión una fuerza no menor de (0,25 Aa) veces la Carga Vertical Total de elementos que tenga la mayor carga entre los que interconecta, además de las fuerzas que le transmita la superestructura. Para efectos del diseño de la cimentación debe cumplirse lo prescrito en A.3.7.

6.2 EFECTOS LOCALES

6.2.1 PERFIL DEL SUELO

Según los sondeos se observa que N promedio tiende a ser menor que 15 y las cohesiones de las compresiones confinadas son menores a 0,5 kgf/cm², se homologa perfil Suelo Tipo E.

6.2.2 COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN Fa y Fv

Conociendo el perfil del suelo como perfil tipo E, se obtiene:

Coeficiente Fa para periodos cortos **Fa=1,45**

Coeficiente Fv para periodos intermedios **Fv= 3,0**

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

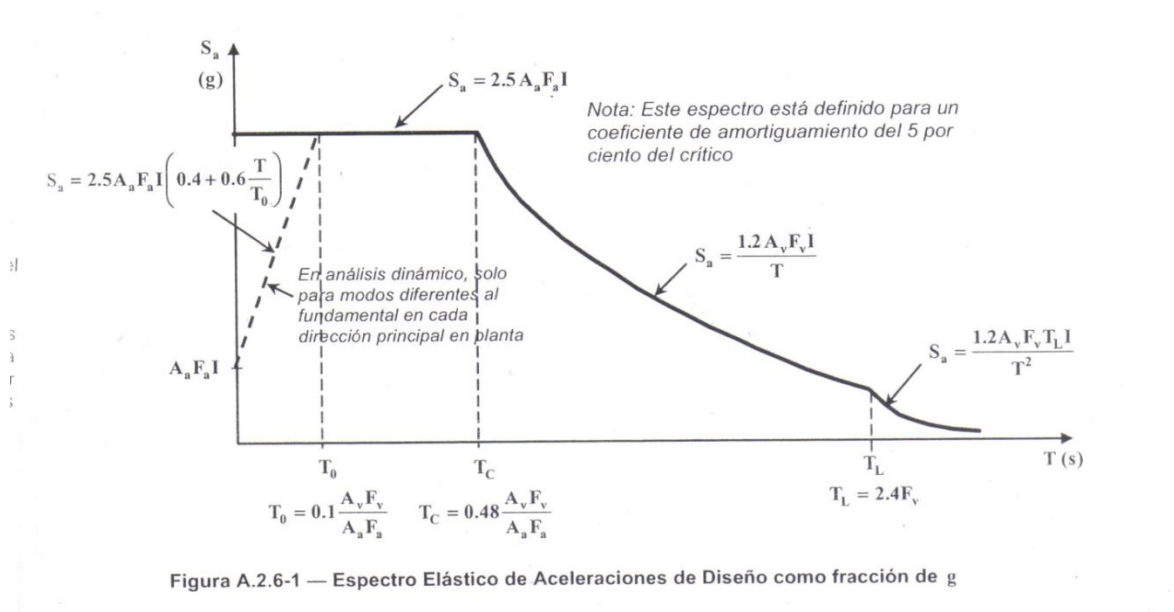
e-mail: gerencia@geozam.com.co

6.2.3 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

GRUPO DE USO

Use grupo de uso III, edificaciones de atención a la comunidad. Para un grupo de uso III, se obtiene un coeficiente de importancia ($I = 1,25$).

Conociendo los Parámetros de Diseño se calcula la aceleración espectral que junto con las características vibratorias y la masa de la estructura, se puede calcular el cortante sísmico en la base.



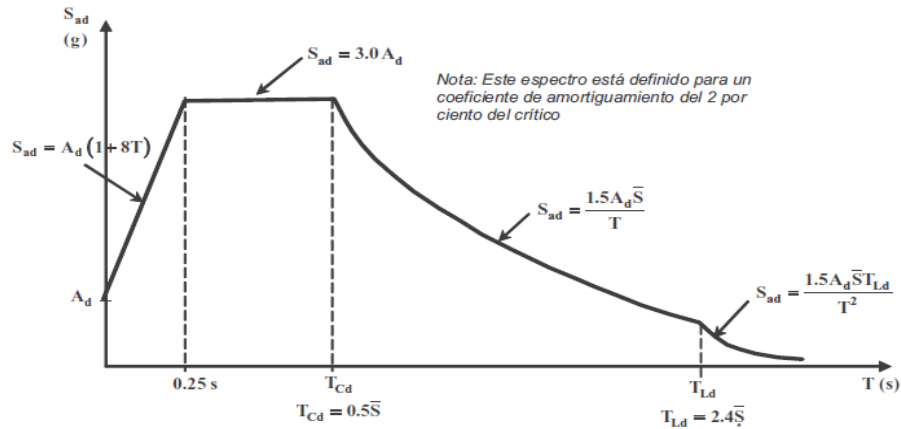


Figura A.12.3-1 — Espectro de aceleraciones horizontales elástico del umbral de daño

Para umbral de daño use $A_d = 0,09$

7. ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COHESIÓN

Se usan las siguientes fórmulas en función del número de golpes para hallar el ángulo de fricción interna y cohesión, para Colombia se trabaja con N45.

Peck: $\phi' = 28,5 + 0,25 * N_{145}$

Peck , Hanson y Thornsburg

$$\phi' = 26,25 \times \left[2 - e^{\left(\frac{-N_c}{39} \right)} \right]$$

Khishida

$$\phi = \sqrt{12,5 * N_{145}} + 15$$

Donde

ϕ' = ángulo de fricción interna

N45 = es igual al número de golpes de ensayo usado para Colombia.

C = cohesión

$C = K * N_{60}$ donde N varia de 3,5 a 6,5 (Stroud 1974)

Use $N = 4,4$

$$N_{60} * Er_{60} = N_{45} * Er_{45}$$

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co

$$C=4,4 \cdot N_{45} \cdot 45/60$$

$$\text{ANG. FRIC. 1} = \text{Peck } f_{eq} = 28.5 + 0.25 \cdot N_{145}$$

$$\text{ANG. FRIC. 2} = \text{Peck, Hanson y Thornburn } f_{eq} = 26.25 \cdot (2 - \exp(-N_{145} / 62))$$

$$\text{ANG. FRIC. 3} = \text{Kishida } f_{eq} = 15 + (12.5 \cdot N_{145})$$

SONDEO	N	Z	Z	PESO ESP.	q	ANG FRIC	ANG FRIC	ANG FRIC	PROMEDIO	Q	Cohesión
		m	cm	Kn/m3	Kn/m2	1	2	3	ANG FRIC		kg-f/cm2
P1	6	0,70	70	18,2	12,74	30,1	30,0	23,7	27,91		0,20
P1	10	2,20	220	18,2	40,04	30,3	32,2	26,2	29,55		0,33
P1		3,20	320	18,2	58,24				5,00		0,89
P1	13	3,70	370	18,2	67,34	30,4	33,7	27,7	30,61		0,43
P1		4,70	470	18,0	84,6				5,00		0,27
P1	14	5,20	520	18,0	93,6	30,4	34,2	28,2	30,94		0,46
P2	7	0,70	70	18,5	12,95	30,1	30,6	24,4	28,35		0,23
P2	14	2,20	220	18,5	40,7	30,4	34,2	28,2	30,94		0,46
P2		3,20	320	18,5	59,2				5,00		0,84
P2	12	3,70	370	18,5	68,45	30,4	33,2	27,2	30,27		0,40
P2		4,70	470	18,5	86,95				5,00		0,81
P2	14	5,20	520	18,5	96,2	30,4	34,2	28,2	30,94		0,46
P3	5	0,70	70	18,8	13,16	30,0	29,4	22,9	27,44		0,17
P3		1,70	170	18,8	31,96				5,00		1,11
P3	15	2,20	220	18,8	41,36	30,5	34,6	28,7	31,26		0,50
P3		3,20	320	18,2	58,24				5,00		0,52
P3	11	4,20	420	18,2	76,44	30,3	32,7	26,7	29,92		0,36
P3	15	5,20	520	18,2	94,64	30,5	34,6	28,7	31,26		0,50

8. DESCRIPCIÓN SUELO

El proyecto a realizarse se compone de una edificación de dos pisos para salones de clase en estructura puntual, lo cual sugiere cimientos individuales.

Los sondeos han reportado suelos finos que homologan en los estratos de interés trabajar con condición no drenada. Se trabajan con ecuaciones de capacidad portante desarrolladas por Jumikis (1969) Ko and Davidson (1973) soportadas y ampliadas en el libro Foundation Analysis and Design fifth edition Joseph E. Bowles pág. 218; también se usa la formulación de Skempton ampliamente usada.

En términos generales se establecen los siguientes resultados

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co

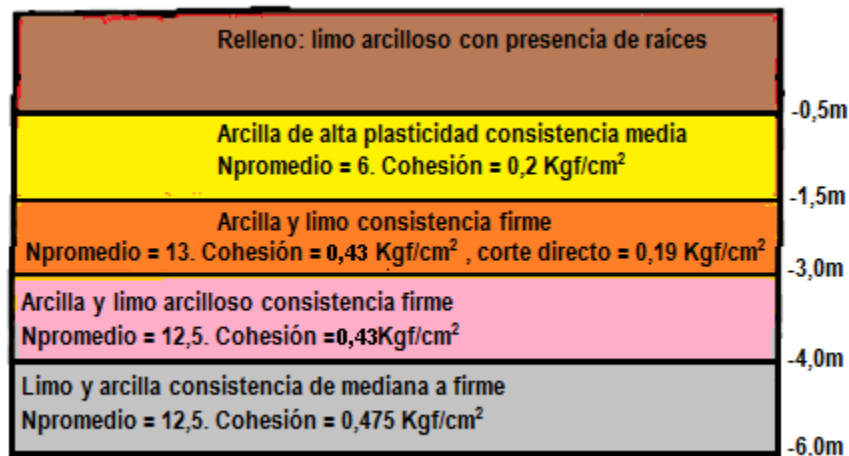


EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E. ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA



21 de diciembre de 2015

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE SUELOS	N Golpes /pie	PROFUNDIDAD (m)	Cohesión Kg/cm ²
0-0,50m	Relleno: limo arcilloso con presencia de raíces		0-0,50m	
0,50m-1,50m	Arcilla de alta plasticidad consistencia media	6	0,50m-1,0m	0,2
1,5m-2,0m	Arcilla y limo consistencia firme		1,5m-2,0m	(corte directo=0,19)1,11
2,0m-3,0m		13	2,0m-3,0m	0,43
3,0m-4,0m	Arcilla y limo arcilloso consistencia firme	13	3,0m-4,0m	0,43
4,0m-5,0m	Limo y arcilla consistencia de mediana a firme	11	4,0m-5,0m	0,48
5,0m-6,0m		14	5,0m-6,0m	0,47



SKEMPTON

Base rectangular
arcilla no drenada
(Form. Skempton)

$$q_{ult} = 5.14 \left(1 + 0.2 \frac{B}{L} \right) \left(1 + 0.2 \frac{D}{B} \right) \cdot c + q$$

(El valor $Y \cdot D_f$ que es el esfuerzo geostático (q) se divide entre diez para que las unidades queden en kgf/cm^2)

"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

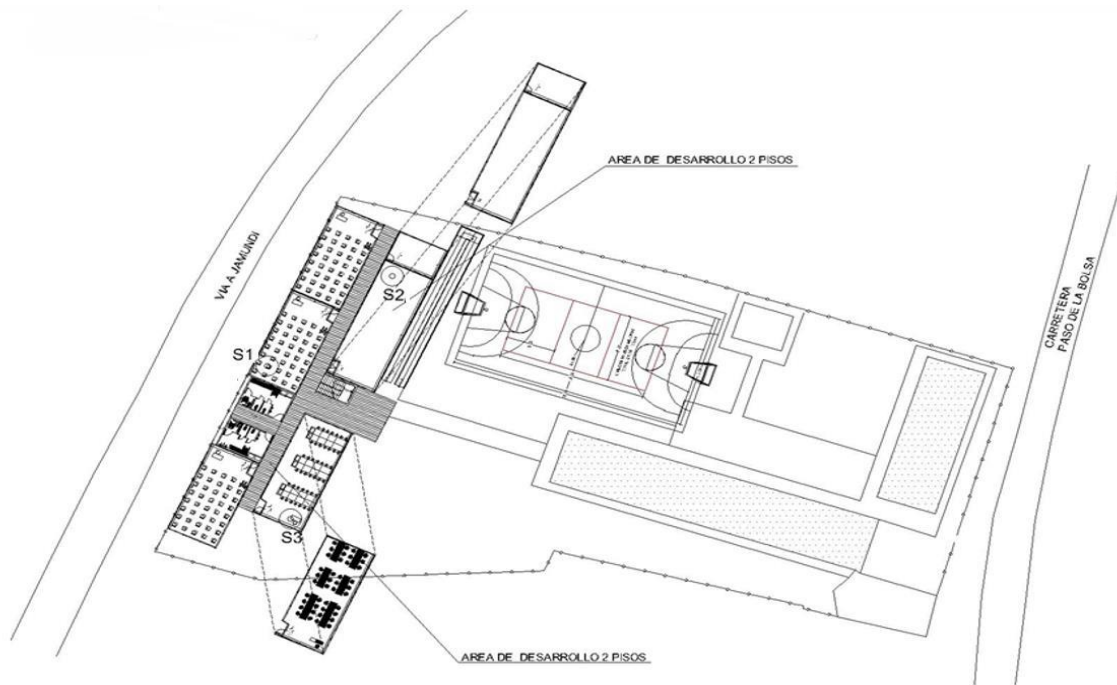
21 de diciembre de 2015

ZAPATAS
AISLADAS
tonm3

$$\sigma_u = C * 5 (1 + 0.2 * B / L) * (1 + 0.2 * D_f / B) + Y * D_f$$

PROF.	SONDEO	PESO ESP.	NF	C	Df	B	L	σ_u	Fs	Quadm
0,5	P	1,82	6	0,2	0,50	1	1	1,41	3	0,47
1,5	P	1,82	13	0,43	1,50	1	1	3,63	3	1,21
3	P	1,82	13	0,43	3,00	1	1	4,67	3	1,56
0,5	P1	1,82	6	0,2	0,50	2	2	1,35	3	0,45
1,5	P1	1,82	13	0,43	1,50	2	2	3,24	3	1,08
3	P1	1,8	13	0,43	3,00	2	2	3,89	3	1,30

9. LOCALIZACIÓN PERFORACIONES



"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

10. POTENCIAL DE EXPANSIÓN

En la tabla H.6-1 se reproducen los criterios más aceptados para el reconocimiento de los suelos expansivos basados en altos valores del límite líquido y del índice de plasticidad.

Tabla H.6-1 Clasificación de suelos expansivos

Tabla H.6-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

En los sondeos se encontraron los siguientes resultados:

SONDEO N°	LÍMITE LIQUIDO (porcentaje)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (porcentaje)
P1	72	41
P2	73	41
P3	74	43
Promedio	73	41,6

Según los resultados los suelos encontrados son susceptibles de expansión. Se recomendarán drenajes perimetrales y zonas duras.

11. POTENCIAL DE LICUACIÓN

Los suelos encontrados por ser cohesivos no son susceptibles de licuación.

12. ASENTAMIENTOS

Asentamientos inmediatos:

TABLE 2-8
Value range* for the static stress-strain modulus E_s for selected soils (see also Table 5-6)
Field values depend on stress history, water content, density, and age of deposit

Soil	E_s , MPa
Clay	
Very soft	2–15
Soft	5–25
Medium	15–50
Hard	50–100
Sandy	25–250
Glacial till	
Loose	10–150
Dense	150–720
Very dense	500–1440
Loess	15–60
Sand	
Silty	5–20
Loose	10–25
Dense	50–81
Sand and gravel	
Loose	50–150
Dense	100–200
Shale	150–5000
Silt	2–20

*Value range is too large to use an "average" value for design.

Se tomó el módulo de elasticidad más crítico.

Se= asentamiento

B= lado cimiento

Qo= esfuerzo sobre cimiento

Es= módulo de elasticidad suelo

U= relación de Poisson

λ = coeficiente

$Se = (B \cdot q_o / E_s) \cdot (1 - u^2) \cdot \lambda$

Use cimiento de 100cm y modulo de elasticidad de arcilla media 25 Mpa

$Se = (100\text{cm} \cdot 1,15\text{kgf/cm}^2 / 250\text{kgf/cm}^2) \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 0,85 = 0,36 \text{ cm.}$

"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co

Para cimiento de 150cm

$$Se = (150\text{cm} * 1,15\text{kgf/cm}^2 / 250\text{kgf/cm}^2) * (1 - 0,3^2) * 0,85 = 0,52 \text{ cm.}$$

Asentamientos por consolidación:

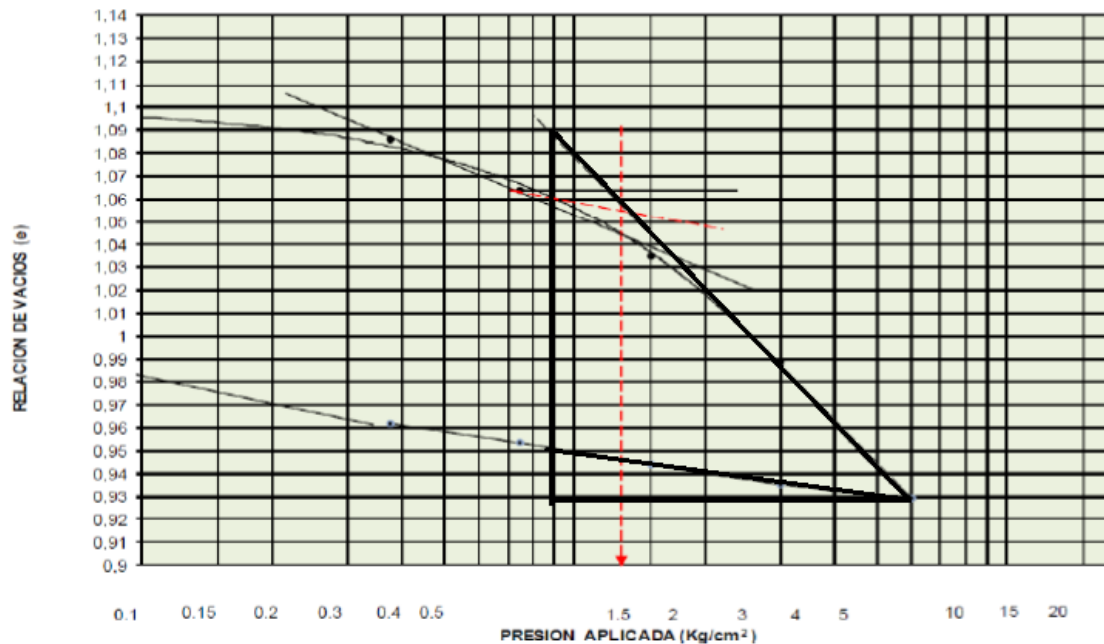
Se realizó un ensayo de consolidación del cual se resumen los siguientes parámetros:

$$Cc = 0,18 = (1,09 - 0,93) / \log(7,0/0,9) = 0,18$$

$$Eo = 1,095$$

$$Cs = \text{índice de expansión} = ((0,96 - 0,93) / \log(7 - 0,9)) = 0,038$$

Arcilla pre consolidada; presión de pre consolidación = 1,26 kg/cm².



Para arcillas pre consolidadas

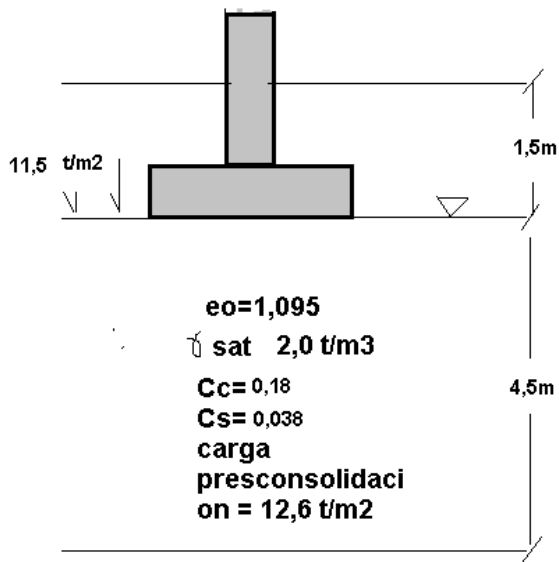
Si $\sigma'_o + \Delta\sigma' \leq \sigma'_c$, la

$$S = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o} \right)$$

Si $\sigma'_o + \Delta\sigma' > \sigma'_c$, entonces

$$S = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right)$$

σ'_c = carga de pre consolidación = 1,26 kg/cm² = 12,6 t/m²



Delta esfuerzo= 11,5 t/m² en la superficie; se hace necesario usar monogramas de diseño para verificar cual es el delta esfuerzo a la mitad del estrato que se está estudiando.

$$\Delta p_{\text{prom}} = 1/6(\Delta p_{\text{t}} + 4\Delta p_{\text{m}} + \Delta p_{\text{b}})$$

Δp_{t} = valor en el nivel superior

Δp_{m} = valor en el nivel medio

Δp_{b} = valor en el nivel inferior

▼ TABLA 4.3 Variación de I_c con m_1 y n_1

n_1	m_1									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.20	0.994	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997
0.40	0.960	0.976	0.977	0.977	0.977	0.977	0.977	0.977	0.977	0.977
0.60	0.892	0.932	0.936	0.936	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937
0.80	0.800	0.870	0.878	0.880	0.881	0.881	0.881	0.881	0.881	0.881
1.00	0.701	0.800	0.814	0.817	0.818	0.818	0.818	0.818	0.818	0.818
1.20	0.606	0.727	0.748	0.753	0.754	0.755	0.755	0.755	0.755	0.755
1.40	0.522	0.658	0.685	0.692	0.694	0.695	0.695	0.696	0.696	0.696
1.60	0.449	0.593	0.627	0.636	0.639	0.640	0.641	0.641	0.641	0.642
1.80	0.388	0.534	0.573	0.585	0.590	0.591	0.592	0.592	0.593	0.593
2.00	0.336	0.481	0.525	0.540	0.545	0.547	0.548	0.549	0.549	0.549
3.00	0.179	0.293	0.348	0.373	0.384	0.389	0.392	0.393	0.394	0.395
4.00	0.108	0.190	0.241	0.269	0.285	0.293	0.298	0.301	0.302	0.303
5.00	0.072	0.131	0.174	0.202	0.219	0.229	0.236	0.240	0.242	0.244
6.00	0.051	0.095	0.130	0.155	0.172	0.184	0.192	0.197	0.200	0.202
7.00	0.038	0.072	0.100	0.122	0.139	0.150	0.158	0.164	0.168	0.171
8.00	0.029	0.056	0.079	0.098	0.113	0.125	0.133	0.139	0.144	0.147
9.00	0.023	0.045	0.064	0.081	0.094	0.105	0.113	0.119	0.124	0.128
10.00	0.019	0.037	0.053	0.067	0.079	0.089	0.097	0.103	0.108	0.112

Tabla que muestra los valores de influencia en el centro para esfuerzo debajo de una superficie rectangular (Braja M. Das principios de ingeniería de cimentaciones).

$m_1=l/b$	$z(m)$	$z(b/2)=n_1$	I_c	delta p
1	0	0	1	11,5
1	2,25	3	0,179	2,0585
1	4,5	6	0,051	0,5865

use zapatas 1,5m x 1,5m

delta esfuerzo

11,5

delta promedio

$$\Delta p_{\text{prom}} = 1/6(\Delta p_{\text{t}} + 4\Delta p_{\text{m}} + \Delta p_{\text{b}})$$

3,38675

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co



EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN
GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,
ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E.
ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA

21 de diciembre de 2015



Esfuerzo gestáltico (al centro del estrato) $1,5 * 1,8 \text{ t/m}^3 + ((2,25 * (2-1 \text{ t/m}^3))) = 4,95 \text{ t/m}^2$

Esfuerzo de pre consolidación = $12,6 \text{ t/m}^2$

$3,38 + 4,95 < 12,6$ entonces:

Parámetro	unidad	valor
Cs		0,038
H	m	4,5
eo		1,095
esf. preconsol.	t/m2	12,6
Esf geost. efectivo	t/m2	4,95
delta esfuerzo	t/m2	3,38
asentamiento	0,01845003	

$1,85\text{cm} + 0,36 \text{ cm} = 2,21\text{cm}$ verifica $< 1''$

Los asentamientos verifican.

"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co

13. REGISTRO FOTOGRÁFICO

En el anexo No.1 se muestra un registro fotográfico ampliado.

PERFORACIÓN No. 1



PERFORACIÓN No. 2



PERFORACIÓN No. 3



14. MÓDULOS DE REACCIÓN DEL SUELO

profundidad	qa kgf- /cm2	qa kn/m2	kv (kn/m3)	50% Kv		
				Kv(kg-f/m3)	kh Kn/m3	KH kg-f/m3
1,50	1,20	120	14400	1440000	7200	720000
3,00	1,56	156	18720	1872000	9360	936000

Kv= módulo de reacción vertical

Kh= módulo de reacción horizontal

15. COEFICIENTES DE PRESIÓN

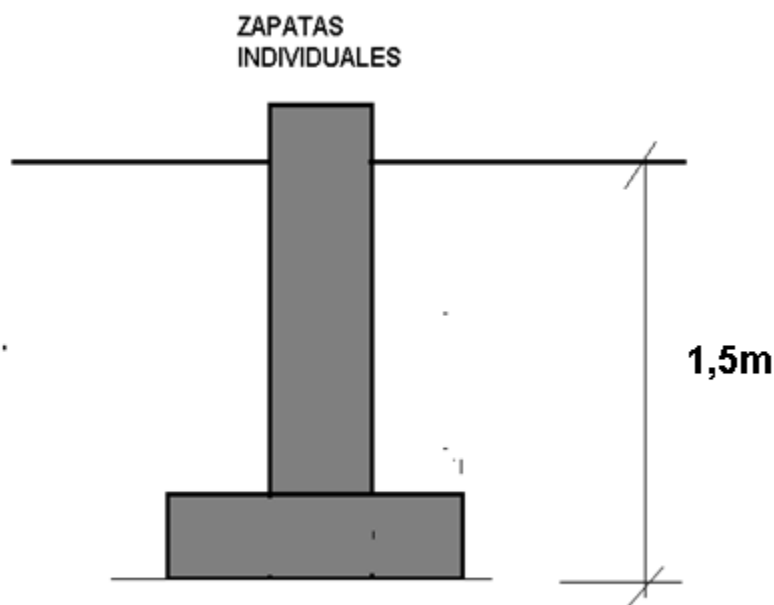
Se establece usar el siguiente valor de coeficiente de presión correspondiente a 30°.

Ka= 0,333 Coeficiente de presión activa

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

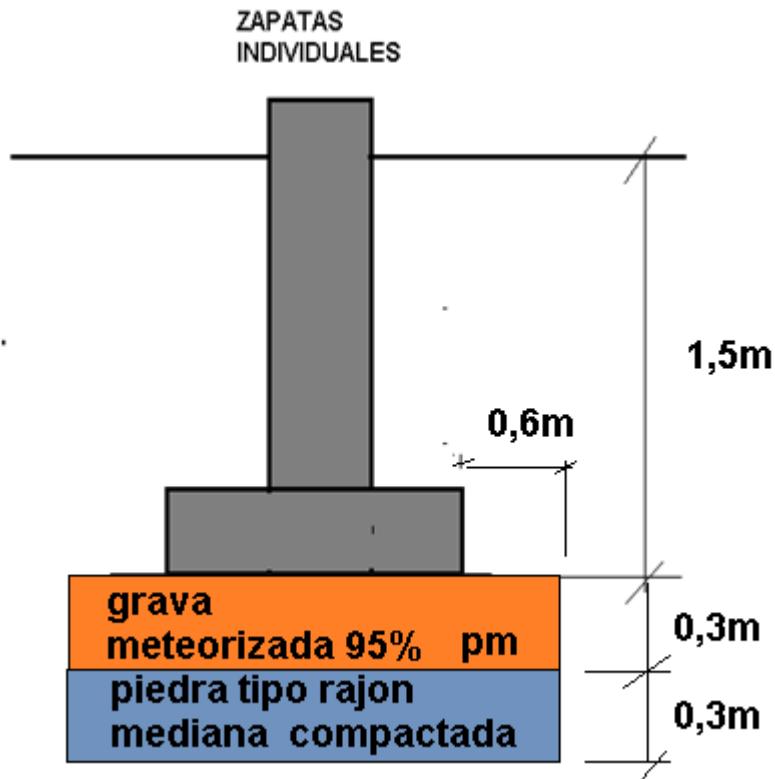
- Por tratarse de una institución educativa es usual usar sistemas aporticados para infraestructura, ya sea en concreto o en metal.
- OPCIÓN DE CIMENTACIÓN 1:

Se pude cimentar a una profundidad de 1,5m usando una capacidad portante admisible de 1,15 kg/cm².



- OPCIÓN DE CIMENTACIÓN 2:

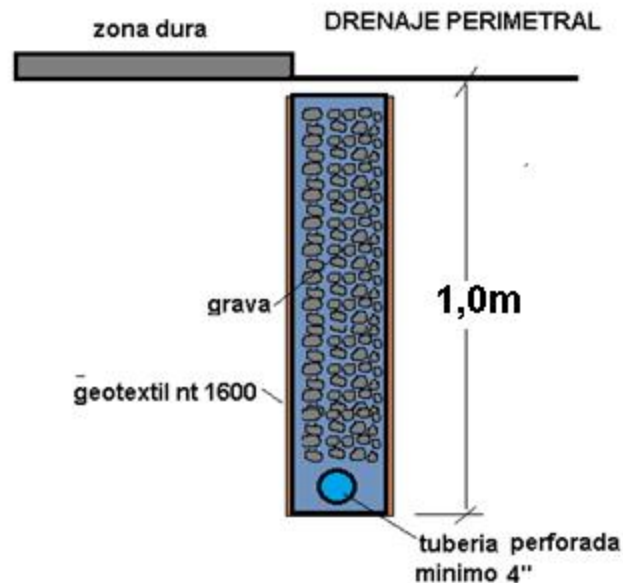
Se pude cimentar a una profundidad de 1,5m sobre un mejoramiento consistente en 30cm de piedra rajón mediana y 30cm en grava meteorizada; use una capacidad portante admisible de 1,60 kgf/cm²; el mejoramiento debe exceder la zapata en 60cm por cada borde.



- Para las vigas de amarre, las cuales es usual porten parte de los muros del primer nivel se recomienda se cimenten sobre un relleno en grava meteorizada que busque la cota de - 0,6m; use una capacidad portante de 0,65 kg/cm².



- Se encontró que los suelos del sector son potencialmente expansivos; se hace necesario generar un filtro perimetral e incorporar zonas duras que permitan un adecuado manejo de aguas lluvias



- Los materiales de rellenos son con las siguientes especificaciones (norma Invias 2012)

21 de diciembre de 2015



Tabla 311 - 1. Requisitos de los agregados para afirmados

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Angeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	40
Índice de plasticidad (%)	E-125 y E-126	4 - 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2
Contracción lineal	E-127 o E-129	Tabla 311 - 3
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 311.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 15

Tabla 311 - 2. Franjas granulométricas del material de afirmado

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA							
A-38	100	-	80-100	60-85	40-65	30-50	13-30	9-18
A-25	-	100	90-100	65-90	45-70	35-55	15-35	10-20
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0%	7%			6%			3%

- Se rechazan materiales con contenido de materia orgánica, raíces, arcillas expansivas, material granular de más de 4", escombros, basuras, suelos con límites líquidos mayor a 50% y humedad natural por exceso que no permita obtener adecuada compactación.

	<p>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E. ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p>21 de diciembre de 2015</p>	
---	---	---

17. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones anotadas en este informe se basan en los resultados de las excavaciones y ensayos de laboratorio efectuados.

Si existiesen condiciones menos favorables durante la construcción se deberá verificar si las recomendaciones aquí expuestas son aplicables a dichos sitios.

En el caso que se presente variaciones en el diseño o en la etapa constructiva de las características del subsuelo o del proyecto, se deberá consultarnos para evaluar nuevamente el suelo de cimentación y emitir las recomendaciones adicionales.

Mauricio Jair Drada S.
 C.C. 16'289.869.
 Mat 7620265457 valle

MAURICIO JAIR DRADA SALAZAR
 Ing. Civil M.P. No. 7620265457VLL

Carlos

CARLOS AVENDAÑO M.

Ingeniero Civil TP: 05202-182816 ANT. Ingeniero Geólogo T.P: 05223-37833 ANT.
 Especialista en Geotecnia-Universidad de Caldas.

"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925
 e-mail: gerencia@geozam.com.co



EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN
GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,
ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. I. E.
ALFREDO BONILLA SEDE No. 2 MARÍA INMACULADA, CORR. DE LA BOLSA
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ- DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA

21 de diciembre de 2015



ANEXO No. 1

REGISTRO DE PERFORACIONES Y ENSAYOS DE LABORATORIO

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co