

**ALVARO MILLAN & CIA. LTDA.**

**ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN**

**ESTACIÓN DE BOMBEROS  
PUEBLO RICO- RISARALDA**



**UNIÓN TEMPORAL BOMBEROS RISARALDA 2017**

**NOVIEMBRE DE 2017**

## CONTENIDO

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. GEOLOGÍA

### 3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

- 3.1. Espesor del Llano y limo vegetal
- 3.2. Localización del Nivel Freático
- 3.3. Resistencia a la Penetración Estándar y a la Compresión Inconfinada
- 3.4. Humedad Natural y Pesos Unitarios

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 4.1. Capacidad de Soporte
  - 4.1.1 Limos Arcillosos
  - 4.1.2 Suelos Residuales
- 4.2. Asentamientos
  - 4.2.1 Limos arcillosos
  - 4.2.2 Suelos residuales
- 4.3. Estructuras de Contención
- 4.4. Cortes
- 4.5. Consideraciones Con Las Edificaciones Vecinas
- 4.6. Consideraciones para el Diseño Sismoresistente de la Estructura
- 4.7. Otras Consideraciones



### 5. ANEXOS

- 5.1. Localización de Sondeos
- 5.2. Perfiles Estratigráficos
- 5.3. Cuadro Resumen Ensayos de Laboratorio
- 5.4. Registro fotográfico

## 1. INTRODUCCIÓN

La Unión Temporal Bomberos de Risaralda 2017, solicitó a nuestra firma el estudio de suelos y recomendaciones de cimentación para la Estación de Bomberos de Pueblo Rico Risaralda.

Con tal motivo se ejecutaron en el terreno cuatro (4) sondeos distribuidos en la forma indicada en la figura No. 1. De los dos (2) primeros sondeos se tomaron muestras mediante la utilización de tubos Shelby's de pared delgada, realizando paralelamente el ensayo de Penetración Estándar.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos de la firma en donde se sometieron a ensayos de clasificación y resistencia.

Este informe contiene los perfiles estratigráficos del terreno, la localización del nivel freático, un resumen de los ensayos de campo y de laboratorio ejecutados, el análisis de los mismos, las recomendaciones sobre cota y tipo de cimentación a emplear, los métodos de excavación, los parámetros del terreno para el diseño de estructuras de contención incluyendo sismos, los asentamientos esperados y el tipo de suelo a utilizar en el diseño sismorresistente de la estructura, además el potencial de expansión de los suelos.

**2. GEOLOGÍA**

**2.1.1 Unidades Litológicas**

El municipio de Pueblo Rico se localiza sobre el flanco occidental de la Cordillera Occidental, afloran en este sector rocas sedimentarias del Grupo Cañas Gordas, Formación Penderisco; secuencia volcánica básica de la Formación Santa Cecilia y rocas ígneas graníticas del Batolito de Farallones.

Tabla 1. Unidades Geológicas presentes en el municipio.

Grupo Cañas Gordas. Formación Penderisco (Kaa, Kcl)	CARACTERÍSTICAS
Miembro Urrao (Kaa)	Consta de sedimentos tipo "flysch" plegados y fallados que desarrollan estructuras pizarrosas y esquistosas por clivaje de fractura y efectos dinámicos. En orden de abundancia se encuentran limolitas, arcillolitas, grauvacas, localmente con bancos intercalados de conglomerados polimicticos y de liditas de color negro intensamente fracturadas y replegadas
Miembro Nutibara (Kcl)	aflora hacia el extremo occidental del departamento en lentes elongados de dirección N-S a NE-SW. Está constituido por interestratificaciones de Chert negro a gris oscuro y calizas masivas silíceas de color claro.
Formación Santa Cecilia (Kvsc)	Consta de secuencia volcánica básica constituida por flujos lávicos, aglomerados, localmente lavas almohadilladas e intercalaciones de limolitas silíceas, chert, lodolitas y calizas.
Batolito de Farallones (Tmcf)	Cuerpo intrusivo de composición monzonítica, de forma alargada que aflora en el eje de la cordillera occidental en el extremo norte del departamento. Litológicamente presenta amplias variaciones predominando las rocas monzodioríticas, pero además se encuentran tonalitas, gabros y piroxenitas

Fuente: INGEOMINAS. Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Risaraldá. 1993

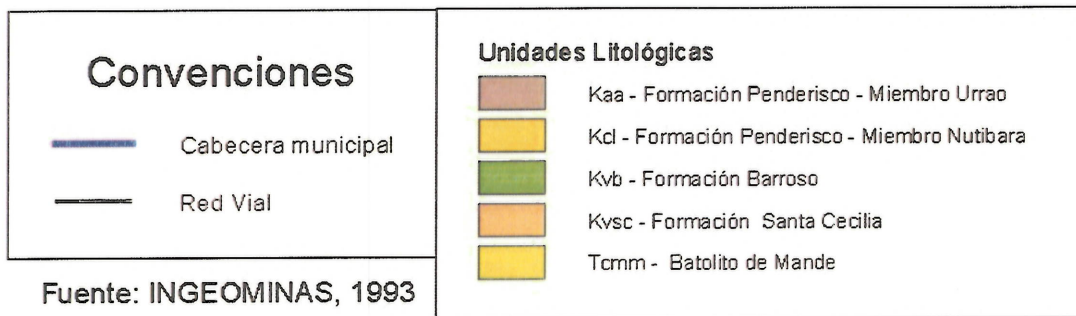
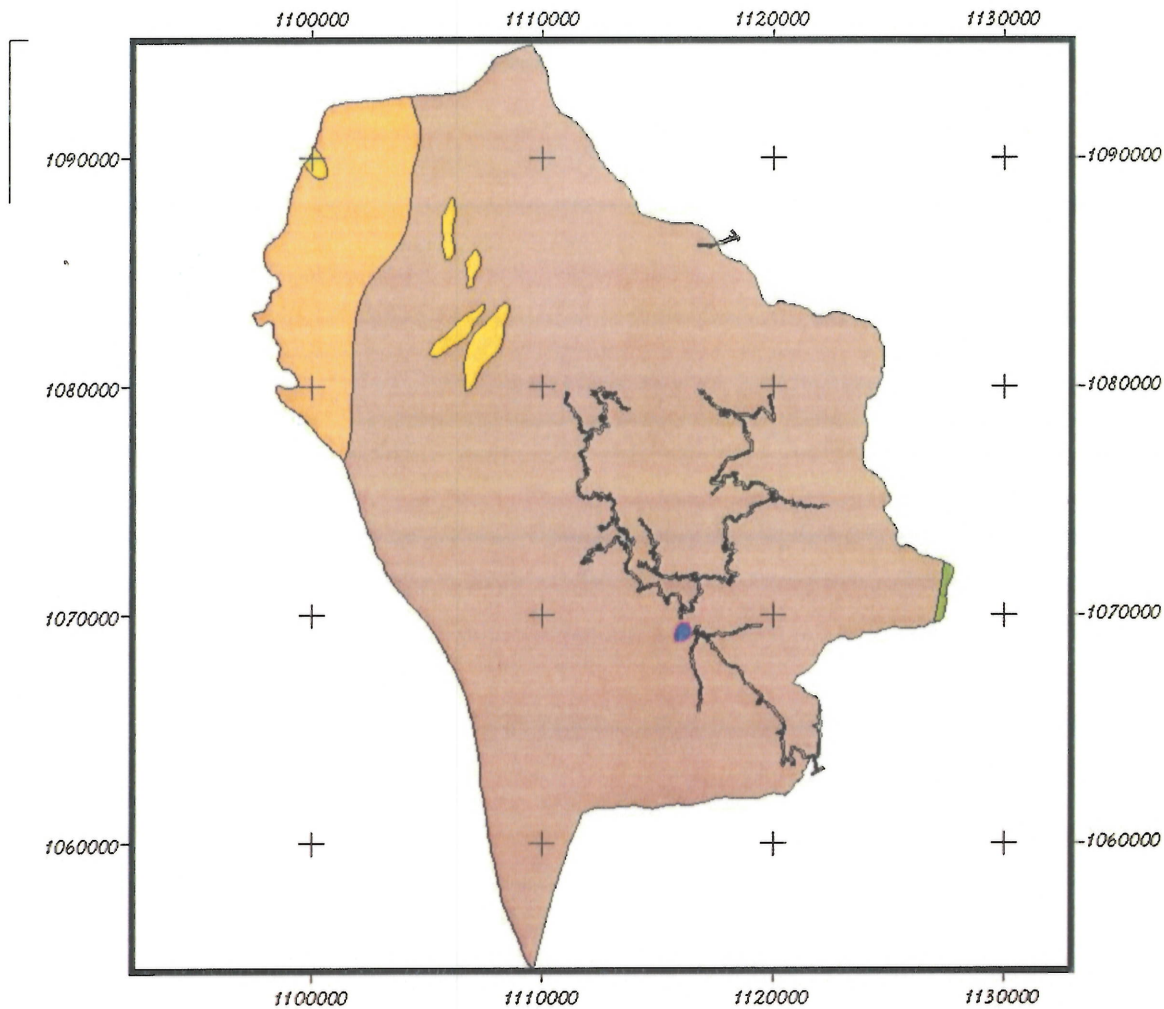


Figura 2. Mapa Geológico del Municipio de Pueblo Rico.

Fuente: CARDER. Evaluación de la Susceptibilidad a los Deslizamientos Municipio de Pueblo Rico, 2003

## 2.1.2 Geología Estructural

Tabla 2. Geología Estructural del Municipio de Pueblo Rico

<b>Sector del área urbana y suburbana</b>	
Hay convergencia de estructuras al noreste del casco urbano, que coinciden con los cauces de los ríos Negro, Tatamá, Ciató y Yarumal	
<b>Falla Ciató</b>	Esta falla es de características regionales y presenta una dirección general SE. Está definida por el cauce recto del río Ciató, en cuyas vertientes se observan facetas triangulares y fuertes escarpes. Esta falla separa dos bloques.
<b>Falla Tatamá</b>	Tiene una dirección aproximada N – S y se define por el cauce recto del Río Tatamá. Su límite oriental es un cerro con altas pendientes sobre roca sedimentaria muy fracturada, en tanto que el occidental presenta superficies suaves por depósitos del río
<b>Falla Río Negro</b>	Presenta una dirección general NE y se define por el cauce recto del Río Negro, el cual presenta una sección triangular (valle en V) en su parte alta y media, y una sección rectangular en su zona inferior, donde se ensancha, formando una llanura aluvial relativamente amplia. Esta estructura facilitó la profunda disección del Río Negro sobre el depósito torrencial sobre el depósito que se sitúa la cabecera municipal de Pueblo Rico
<b>Sector de Santa Cecilia</b>	
El área urbana del corregimiento se encuentra en una depresión limitada por alineamientos con expresión geomorfológica fuerte: cambios bruscos en la pendiente longitudinal de las divisorias, facetas triangulares, silletas y trazos rectos o cambios bruscos en la dirección de los drenajes	
<b>Sector de Villa Claret</b>	
El área urbana del corregimiento se encuentra en una depresión limitada por alineamientos con expresión geomorfológica fuerte: cambios bruscos en la pendiente longitudinal de las divisorias de agua, facetas triangulares, silletas y trazos rectos o cambios bruscos en la dirección de los drenajes	

En la Figura 3. Mapa Regional de Fallas Activas y probablemente activas, de mayor influencia potencial sobre el municipio de Pueblo Rico, se pueden apreciar las fallas en el área oriental del municipio.

## 2.1.3 Fisiografía

El municipio de Pueblo Rico se localiza en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental. Su área urbana y suburbana se encuentra ubicada sobre un depósito torrencial en la confluencia de varias corrientes que se originan en el cerro Tatamá; éstas pertenecen a la cuenca del Río San Juan, que desemboca al Océano Pacífico.

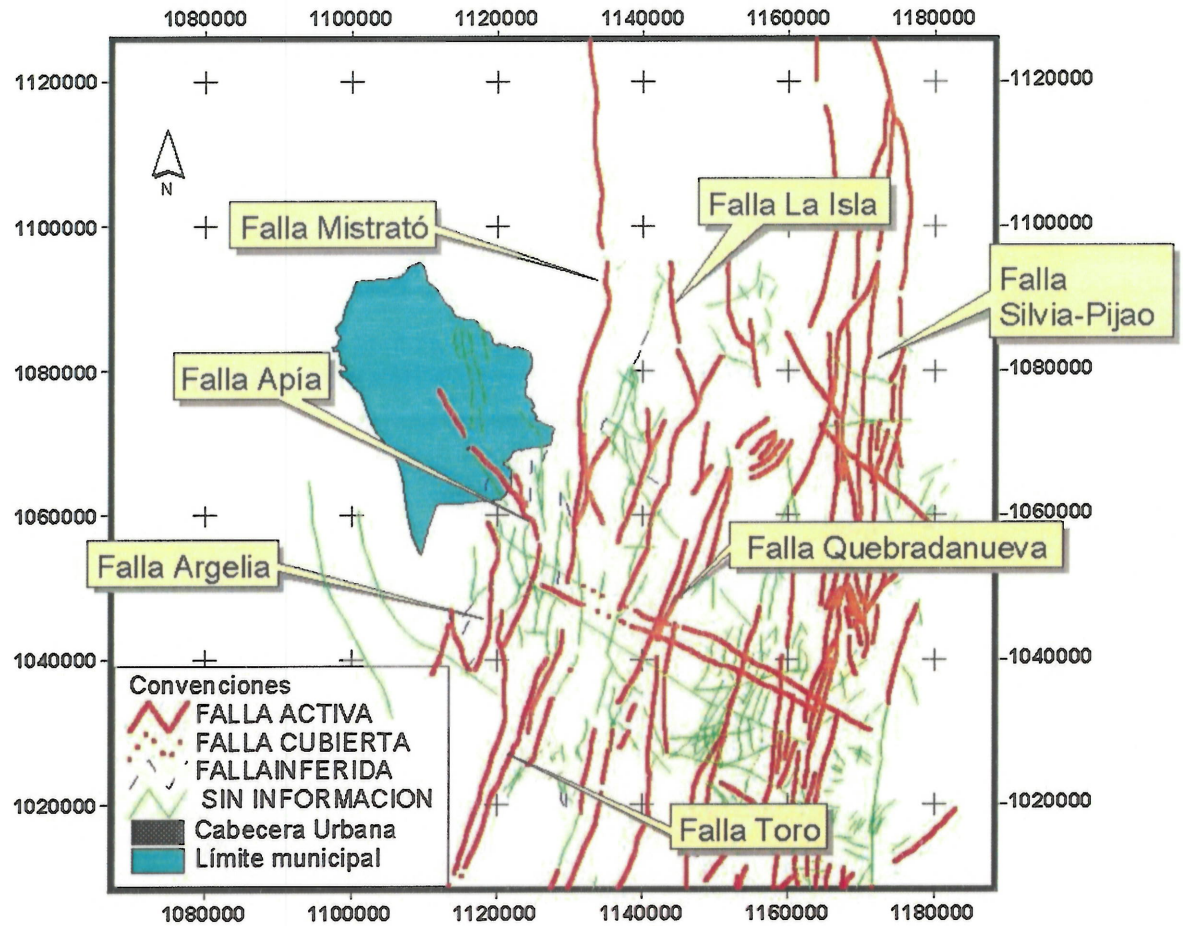


Figura 3. Mapa Regional de Fallas Activas y probablemente activas, de mayor influencia potencial sobre el municipio de Pueblo Rico

Fuente: CARDER. Evaluación de la Susceptibilidad a los Deslizamientos Municipio de Pueblo Rico. 2003

### 2.1.4 Geomorfología

Tabla 3. Geoformas presentes en el municipio de Pueblo Rico

Geoforma	Características
Geoformas de origen denudacional (rocas sedimentarias)	La primera y más antigua la conforman las rocas sedimentarias, la cual se caracteriza por ser escarpada; las divisorias de aguas son Agudas, con laderas de pendientes fuertes.
<b>Geoformas de origen deposicional</b>	
Depósitos torrenciales	La segunda unidad es de pendientes suaves, plana en la parte superior y con escarpes fuertes en la vertiente izquierda del Río Negro al sur del municipio, conformada litológicamente por los Depósitos torrenciales. (ver Fotografía 1 parte superior)
Terrazas y llanuras aluviales	La tercera unidad es la más joven, es plana, y está conformada por las terrazas y llanuras aluviales que conforman los ríos negro y Tatamá. (Ver Fotografía 2 y Fotografía 3).

Fuente: CARDER- AQUATERRA. Diseño de obras de control de erosión en el Municipio de Pueblo Rico. 1994



Fotografía 2. Llanura aluvial del Río Negro



Fotografía 3. Llanura aluvial del Río Tatamá

**2.1.5 Formaciones Superficiales**

**Tabla 4. Formaciones superficiales del área urbana y suburbana de Pueblo Rico**

<b>Formación</b>	<b>Características</b>
<b>Rocas Sedimentarias</b>	Unidad de rocas compuestas por lutitas, areniscas y eventualmente conglomerados, alternando en forma de estratos. Están cubiertas por cenizas volcánicas y por depósitos especialmente del depósito torrencial de Pueblo Rico. Esta unidad solo aflora en sectores aislados del área urbana.
<b>Depósitos torrenciales</b>	Existen depósitos asociados a los ríos Negro, Tatamá y Ciató, de carácter relativamente reciente y en general compuestos por bloques y fragmentos de roca granítica; conglomerado, arenisca y lutitas en una matriz arenosa. El más importante es el depósito torrencial sobre el que se asienta la cabecera municipal de Pueblo Rico
<b>Formación</b>	<b>Características</b>
<b>Depósito torrencial de Pueblo rico</b>	El depósito presenta una forma alargada en sentido N-S y ha sido disectado profundamente por el Río Negro, dejando dos terrazas de superficies relativamente planas y de baja pendiente. El depósito es heterométrico, está compuesto por material de tamaño variable, desde pequeños fragmentos hasta bloques de varios metros.
<b>Cenizas Volcánicas</b>	Son limosas a limo- arcillosas y contienen abundantes minerales visibles; cubren el depósito torrencial de Pueblo Rico y las rocas sedimentarias, en algunos casos están mezclados con fragmentos y bloque de roca que evidencian su removilización. El espesor máximo encontrado es de 5 m aunque es más común encontrarlas con espesores de 2 a 3 m
<b>Depósito de llanura aluvial</b>	Se han denominado así a los depósitos aluviales formados en la zona de influencia de los ríos Negro y Tatamá principalmente. Están compuestos por fragmentos de roca granítica y sedimentaria, con tamaños variables que llegan a alcanzar 20 cm de diámetro, embebidos en una matriz arenosa de color gris.
<b>Conos de deyección o abanicos aluviales</b>	Están localizados al sur del área urbana en la margen izquierda del Río Negro. Se forman en lugares donde la pendiente se suaviza sustancialmente, generalmente en las desembocaduras de pequeños cauces.
<b>Depósitos de flujos de lodo y escombros</b>	Están asociados a movimientos de masa y se localizan en la margen derecha de la quebrada La Soledad, la vía a Santa Cecilia en el cruce con la quebrada Agua Bonita y en el extremo suroriental del casco urbano.
<b>Rellenos antrópicos</b>	Son llenos artificiales, localizados principalmente en la zona del colector de aguas negras (antiguo caño), los cuales se ejecutaron con fines urbanísticos y fueron continuados mediante el sistema de botadero de tierra y escombros, a la altura de la plaza de ferias. Igualmente existe un pequeño lleno en el borde occidental del estadio municipal.

Fuente: CARDER. Geología Ambiental del área urbana y suburbana del Municipio de Pueblo Rico. 1989

### 3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

El terreno se compone en la profundidad explorada de una capa de concreto de espesor entre 0.05m y 0.27m, bajo la cual se encuentra una capa de afirmado de espesor entre 0m y 0.20m que suprayace a capas de limos arcillosos y arcillas limosas producto de la meteorización de cenizas volcánicas que cubren a capas de suelos residuales (limos arcillo arenosos granulares) producto de la meteorización de rocas metamórficas y sedimentarias.

Las principales características de estos suelos fueron:

#### 3.1. ESPESOR DEL LLENO

SONDEO	LONGITUD SONDEO (m)	ESPEJOR PLACA CONCRETO (m)	ESPEJOR PLACA + AFIRMADO (m)	COTA SONDEO	COTA BAJO PLACA Y AFIRMADO
1	6	0.27	0.27	-0.35	-0.08
2	6	0.05	0.05	+0.70	+0.65
3	2	0.05	0.15	+0.40	+0.25
4	2	0.10	0.30	0	-0.30

NOTA: COTA CERO VÍA (ver figura 1)

#### 3.2. LOCALIZACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO

El Nivel Freático no fue detectado en la profundidad explorada.

#### 3.3. RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y A LA COMPRESIÓN INCONFINADA DE LOS SUELOS ENSAYADOS.

Valores medios de:

Sondeo No.	Capa	Descripción	Resistencia Penetración Estándar Golpes/Pie	Resistencia a la compresión inconfiada Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	2	Limo arcillo arenoso superior	3	1.31
	2	Limo arcillo arenoso inferior	2	1.26
	3	Residual arcillo limoso granular	6	2.09
	4	Residual limo arcillo limoso granular	5	1.36
<b>2</b>	2	Residual limo arcillo limoso granular superior	3	1.63
	2	Residual limo arcillo limoso granular inferior	5	2.00
	3	Residual limo arcillo limoso granular	9	1.56
	4	Residual limo arcillo limoso granular	23	1.16

### 3.4. HUMEDAD NATURAL Y PESOS UNITARIOS.

Los contenidos de humedad natural de los suelos residuales fluctuaron entre 30% y 54%.

Los contenidos de humedad natural de los limos arcillo arenosos fluctuaron entre 63% y 131%.

Los pesos unitarios húmedos de los suelos residuales fluctuaron entre 1.63 gr/cc y 1.92gr/cc.

Los pesos unitarios húmedos de los limos arcillo arenosos fluctuaron entre 1.30 gr/cc y 1.54gr/cc.

Los suelos residuales clasifican según el sistema unificado como ML-MH, o sea limos de mediana a alta compresibilidad.

Los limos arcillo arenosos clasifican según el sistema unificado como MH, o sea limos de alta compresibilidad. Sin embargo se encuentran preconsolidados por desecación y cementación.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El terreno se compone en la profundidad explorada de una capa de concreto de espesor entre 0.05m y 0.27m, bajo la cual se encuentra una capa de afirmado de espesor entre 0m y 0.20m que suprayace a capas de limos arcillosos y arcillas limosas producto de la meteorización de cenizas volcánicas que cubren a capas de suelos residuales (limos arcillo arenosos granulares) producto de la meteorización de rocas metamórficas.

No se detectó el nivel freático en la profundidad explorada.

Los valores de resistencia encontrados en el terreno fueron:

Tipo	Muestra	PENETRACIÓN ESTÁNDAR (golpes/pie)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (Kg/cm <sup>2</sup> )		
		Rango	Valor Medio	Desviación estándar	Rango	Valor Medio	Desviación estándar
Limos arcillosos	1 y 2	2-3	2.5	0.7	1.31-1.36	1.34	0.04
Residuales	1 y 2	3-5	4	1.4	1.63-2.00	1.82	0.26
residuales	3 y 4	9-23	16	9.9	1.16-1.56	1.36	0.28

Si tomamos como valor de diseño el valor medio menos media desviación estándar tendríamos:

Tipo	MUESTRA	PENETRACIÓN ESTÁNDAR (golpes/pie)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ø (°)	C t/m <sup>2</sup>
Limos arcillosos	1 y 2	2.2	1.32	20	4.6
Residuales	1 y 2	3.3	1.69	21	5.8
residuales	3 y 4	11	1.22	26	3.8

#### 4.1. CAPACIDAD DE SOPORTE

Un análisis de capacidad de soporte para zapatas cuadradas o rectangulares desplantados un metro por debajo del nivel actual del terreno, nos indica que podemos aplicar las siguientes presiones hasta de:

##### 4.1.1 LIMOS ARCILLOSOS

$$q_0 = \frac{\gamma b}{2} N_r + C N_c + q' N_q$$

Ejemplo para un metro de ancho

$$q_0 = \frac{1.5 \times 1 \times 1.8}{2} + 4.6 \times 8.5 + 1.5 \times 4.2 = 47.2 \text{ t/m}^2$$

$$q_s = q_0 / F.S = \frac{47.2}{3} = 15.7 \text{ t/m}^2$$

(Utilizando valores medios entre las teorías Terzaghi corte local y Meyerhof más próximas al primero).

##### 4.1.2 SUELOS RESIDUALES

$$q_0 = \frac{1.6 \times 1 \times 2.8}{2} + 5.3 \times 10.7 + 1.6 \times 5.2 = 63.6 \text{ t/m}^2$$

$$q_s = q_0 / F.S = \frac{63.6}{3} = 21.2 \text{ t/m}^2$$

(Utilizando valores medios entre las teorías Terzaghi corte local y Meyerhof más próximas al primero).

#### 4.2. ASENTAMIENTOS

Los asentamientos totales esperados para una zapata de 1m de ancho serán inferiores a:

$$\text{Elástico} = \frac{1.6 \times 21.2}{1400} (0.84) = 0.020 \text{ m}$$

$$\text{Consolidación } \Delta H = \frac{2}{2.3} \times 0.03 \log \frac{3+8}{3} = 0.015 \text{ m}$$

$$\text{Total} = 3.5 \text{ cm}$$

Estos valores son perfectamente tolerables con el tipo de estructura que se quiere construir.

Utilizar un módulo del terreno de  $2.5 \text{ kg/cm}^3$

#### 4.3. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

No están contempladas por lo tanto no se dan recomendaciones al respecto.

#### 4.4. CORTES

Los cortes para zapatas y vigas de amarre podrán hacerse verticales.

#### 4.5. CONSIDERACIONES CON LAS EDIFICACIONES VECINAS

Dado los valores bajos de las excavaciones y de los asentamientos no se esperan problemas sobre las edificaciones vecinas.

#### 4.6. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO SISMORESISTENTE DE LA ESTRUCTURA

Para el diseño sismo resistente de la estructura considerar los siguientes valores de la Norma NSR – 10.

##### Norma NSR – 10

Suelo Tipo D (Basado en valor de la resistencia no drenada  $0.5 \text{ kg/cm}^2 < su < 1.0 \text{ kg/cm}^2$ )

##### Norma NSR 10 (espectros de diseño)

Suelo Tipo D	$A_a = A_v = 0.25g$	$F_a = 1.3$
		$F_v = 1.9$
		$T_o = 0.15\text{seg}$
		$T_c = 0.7\text{seg}$
		$T_l = 4.56\text{seg}$

**Espectro elástico de aceleración**

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \quad \text{para } T < T_c$$

$$= 0.81 I$$

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_o}\right) * \quad \text{Para } T < T_o$$

$$= 0.81 I (0.4 + 4 T)$$

\*(Sólo para modos diferentes al fundamental en cada dirección principal en planta)

$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v I}{T} \quad \text{Para } T_c < T < T_I$$

$$= \frac{0.57 I}{T}$$

**Espectro de velocidades**

$$S_v = 3.9 A_a F_a T I \quad \text{Para } T < T_c$$

$$S_v = 1.27 T I \quad (\text{m/s}) \quad \text{Para } T < T_c$$

$$S_v = 1.87 A_v F_v I \quad \text{Para } T_c < T < T_I$$

$$S_v = 0.89 I \quad (\text{m/s}) \quad \text{Para } T_c < T < T_I$$

$$S_v = 1.87 A_v F_v T I / T \quad \text{Para } T > T_I$$

$$S_v = 4.05 I / T \quad (\text{m/s}) \quad \text{Para } T > T_I$$

### Espectro de desplazamientos

$$S_d = 0.62A_a F_a I T^2 \quad \text{Para } T < T_c$$

$$S_d = 0.2 I T^2 \quad (m) \quad \text{Para } T < T_c$$

$$S_d = 0.3 A_v F_v I T \quad \text{Para } T_c < T < T_l$$

$$S_d = 0.14 I T \quad (m) \quad \text{Para } T_c < T < T_l$$

$$S_d = 0.3 A_v F_v I T_l \quad \text{Para } T > T_l$$

$$S_d = 0.65 I \quad (m) \quad \text{Para } T > T_l$$

### 4.7. OTRAS CONSIDERACIONES

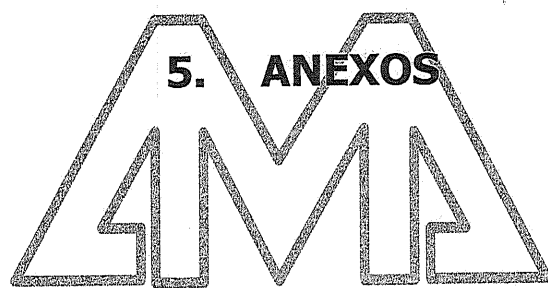
Los suelos no son licuables ni expansivos

Si durante la construcción aparecen condiciones diferentes a las aquí expuestas se ruega dar aviso oportuno al Ingeniero de Suelos.

Atentamente,



**ALVARO MILLÁN ÁNGEL**  
Ingeniero Civil y de Suelos, Ph.D  
Matrícula 014 Risaralda



**5.1. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS**

A stylized logo consisting of the letters 'G', 'M', and 'A' in a bold, outlined font. The letters are interconnected, with the 'G' and 'M' sharing a vertical stroke on the left, and the 'M' and 'A' sharing a vertical stroke on the right. The top of the 'M' and 'A' are connected by a horizontal line.

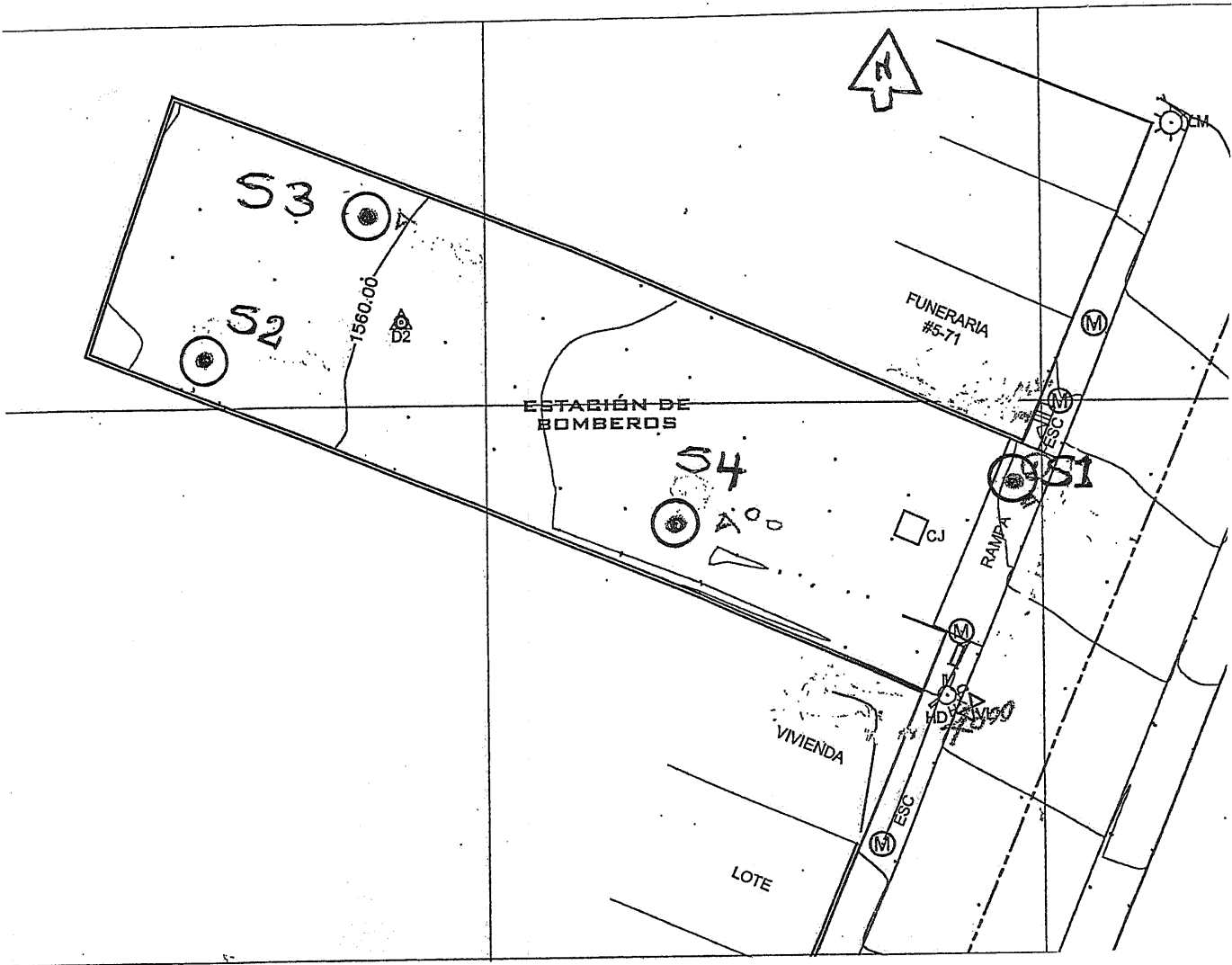


FIGURA No. 1.



ALVARO MILLAN ANGEL  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTIENE: LOCALIZACIÓN DE SONDEOS  
ESTACIÓN DE BOMBEROS DE PUEBLO RICO-RDA

ESCALA : 1 : 250

LEVANTO:

DIBUJO:

FECHA: NOVIEMBRE 2017

## 5.2. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

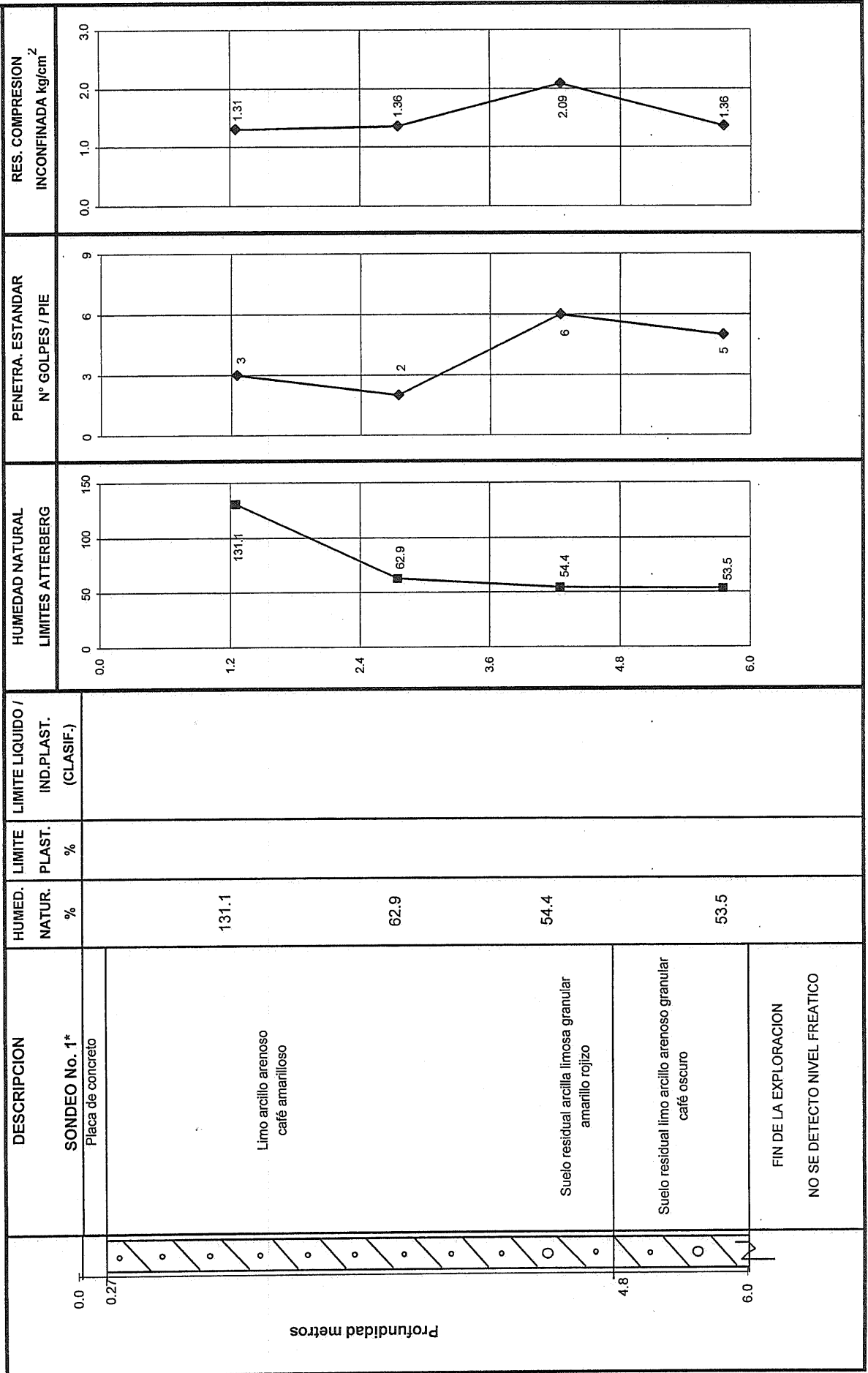




ALVARO MILLAN ANGEL  
INGENIEROS CONSULTORES

OBRA: ESTACIÓN DE BOMBEROS  
 CLIENTE: UNION TEMPORAL BOMBEROS RISARALDA 2017  
 LOCALIZACION: PUEBLO RICO, RISARALDA  
 SONDEO No: 1\*

FECHA: NOVIEMBRE DE 2017

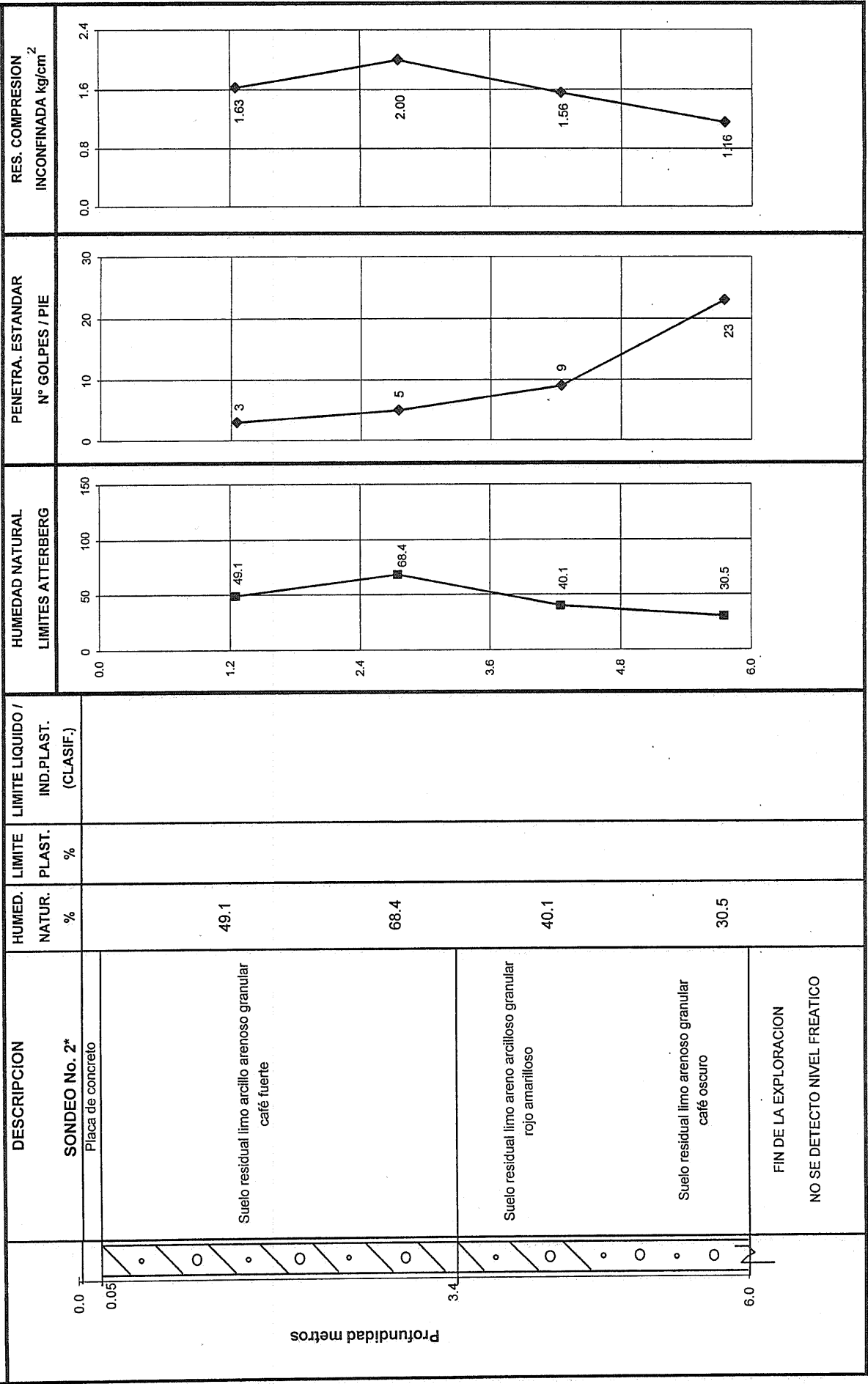




ALVARO MILLAN ANGEL  
INGENIEROS CONSULTORES

OBRA: ESTACIÓN DE BOMBEROS  
CLIENTE: UNION TEMPORAL BOMBEROS RISARALDA 2017  
LOCALIZACION: PUEBLO RICO, RISARALDA  
SONDEO No: 2\*

FECHA: NOVIEMBRE DE 2017





ALVARO MILLAN ANGEL  
INGENIEROS CONSULTORES

OBRA: ESTACION DE BOMBEROS  
UNION TEMPORAL BOMBEROS RISARALDA 2017  
CLIENTE:  
LOCALIZACION: PUEBLO RICO, RISARALDA  
SONDEO No: 3\*-4\*

FECHA: NOVIEMBRE DE 2017

DESCRIPCION	HUMED. NATUR. %	LIMITE PLAST. %	LIMITE LIQUIDO IND. PLAST. (GLASIFICACION)	HUMEDAD NATURAL LIMITES ATTERBERG	PENETRACION ESTANDAR N° GOLPES / PIE	RES. COMPRESION INCONFINADA Kg/cm <sup>2</sup>
<b>SONDEO NO. 3*</b> Placa de concreto Afirmado  Arcilla limosa granular Café amarilloso	0.0 0.05 0.15  2.0					
<b>SONDEO NO. 4*</b> Placa de concreto Afirmado  Arcilla limosa granular café amarilloso	0.0 0.1 0.3  2.0					



**5.3. CUADRO RESUMEN  
ENSAYOS DE LABORATORIO**



ALVARO MILLAN ANGEL  
INGENIEROS CONSULTORES

LABORATORIO DE SUELOS ALVARO MILLAN ANGEL

RESUMEN DE ANALISIS

OBRA: ESTACIÓN DE BOMBEROS  
CLIENTE: UNION TEMPORAL BOMBEROS RISARALDA 2017  
LOCALIZACION: PUEBLO RICO, RISARALDA  
NOVIEMBRE DE 2017

PERF. N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GOLPES POR/PIE	COMPRESION INCONFINADA kg/cm <sup>2</sup>	DEFORM. MAXIMA %	DENSIDAD HUMEDA g/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD NATURAL %	COLOR TABLA MUNSELL	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	1,00-1,50	3	1.31	2.60	1.30	0.56	131.1	10YR 5/6	Limo arcillo arenoso Café amarilloso
1	2	2,50-3,00	2	1.36	3.70	1.54	0.94	62.9	10YR 5/6	Limo arcillo arenoso Café amarilloso
1	3	4,00-4,50	6	2.09	6.10	1.70	1.10	54.4	7.5YR 6/6	Residual arcilla limosa granular Amarillo rojizo
1	4	5,50-6,00	5	1.36	5.30	1.68	1.10	53.5	7.5YR 4/4	Residual limo arcillo arenoso granular Café oscuro
2	1	1,00-1,50	3	1.63	4.60	1.66	1.12	49.1	7.5YR 5/6	Residual limo arcillo arenoso granular Café fuerte
2	2	2,50-3,00	5	2.00	5.20	1.63	0.97	68.4	7.5YR 5/6	Residual limo arcillo arenoso granular Café fuerte
2	3	4,00-4,50	9	1.56	5.50	1.73	1.24	40.1	5YR 4/6	Residual limo areno arcilloso granular Rojo amarilloso
2	4	5,50-6,00	23	1.16	4.10	1.92	1.47	30.5	7.5YR 3/2	Residual limo arenoso granular Café oscuro

Ana C. Vasquez A.  
Jefe de Laboratorio

Ingeniero



**5.4. REGISTRO FOTOGRÁFICO**

ALVARO MILLAN A. Y CIA. LTDA.  
ALVARO MILLAN ANGEL  
Ingeniero Civil M. S. Ph. D.  
Ingeniería de Suelos

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**ESTACIÓN DE BOMBEROS  
PUEBLO RICO-RISARALDA  
SONDEO 1**



**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**ESTACIÓN DE BOMBEROS  
PUEBLO RICO-RISARALDA  
SONDEO 2**



ALVARO MILLAN A. Y CIA. LTDA.  
ALVARO MILLAN ANGEL  
Ingeniero Civil M. S. Ph. D.  
Ingeniería de Suelos

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**ESTACIÓN DE BOMBEROS  
PUEBLO RICO-RISARALDA  
SONDEO 3**



**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**ESTACIÓN DE BOMBEROS  
PUEBLO RICO-RISARALDA  
SONDEO 4**



ALVARO MILLAN A. Y CIA. LTDA.  
ALVARO MILLAN ANGEL  
Ingeniero Civil M. S. Ph. D.  
Ingeniería de Suelos

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**ESTACIÓN DE BOMBEROS  
PUEBLO RICO-RISARALDA  
PANORÁMICA**

