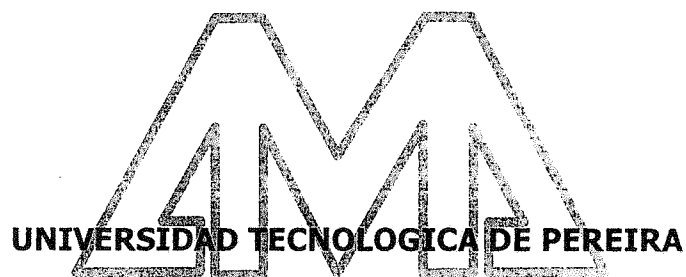


ALVARO MILLAN & CIA. LTDA.

ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

**AMPLIACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PEREIRA - RISARALDA**



**ALVARO MILLÁN A. & CIA Ltda.
INGENIEROS CONSULTORES**

JULIO DE 2015

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

- 2.1. Espesor del Limo Vegetal
- 2.2. Localización del Nivel Freático
- 2.3. Resistencia a la Penetración Estándar y a la Compresión Inconfinada
- 2.4. Humedad Natural y Pesos Unitarios

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 3.1. Capacidad de Soporte
- 3.2. Asentamientos
- 3.3. Estructuras de Contención
- 3.4. Consideraciones para el Diseño Sismo Resistente de la Estructura
- 3.5. Otras Consideraciones

4. ANEXOS

- 4.1 Localización de Sondeos
- 4.2 Perfiles Estratigráficos
- 4.3 Cuadro Resumen Ensayos de Laboratorio

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Tecnológica de Pereira, solicitó a nuestra firma el estudio de suelos y recomendaciones de cimentación para la ampliación de la Planta de Tratamiento de la Universidad Tecnológica, en esta Ciudad.

Con tal motivo se ejecutaron en el terreno cuatro (4) sondeos distribuidos en la forma indicada en la figura No 1. De todos ellos 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.

2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

El terreno se compone en la profundidad explorada de una capa llenos y limos vegetales de espesor entre 4.3m y 9.5m, bajo la cual se encuentran capas intercaladas de limos arenosos y limos arcillosos producto de la meteorización de cenizas de origen volcánico.

Las principales características de estos suelos fueron.

2.1 ESPESOR DEL LLENO Y LIMO VEGETAL

SONDEO	LONGITUD SONDEO (m)	ESPESOR LLENO (m)	ESPESOR LLENO + LIMO VEGETAL	COTA SONDEO	COTA BAJO LLENO + LIMO VEGETAL	COTA S/PLANO
1	7.5	5.5	6.0	+4.05	-1.95	1428.30
2	6.5	5.5	6.2	-0.30	-6.55	1425.0
3	10.5	8.7	9.5	-0.95	-10.45	1424.2
4	6.0	3.8	4.3	+1.30	-3.00	1425.8

2.2 LOCALIZACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO.

En el sondeo 3, se encontró a 6m de profundidad. En los demás sondeos no se determinó en la profundidad explorada.

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

Valores medios de:

Sondeo No.	Capa	Descripción	Resistencia Golpes/Pie	Resistencia a Ci kg/cm^2
1	1	Llenos limo arcillo arenoso superior	1.5	1.45
	1	Llenos limo arcillo arenoso inferior	1	1.54
	2	Llenos limo arcillo arenoso	2	0.85
	3	Limo vegetal	5	1.25
	4	Limo arcillo arenoso	11	0.82
2	2	Lleno limo arcillo arenoso	1.5	1.12
	3	Lleno limo arcillo arenoso superior	1.5	0.88
	3	Lleno limo arcillo arenoso inferior	2	0.57
	5	Limo arcillo arenoso	6	1.05
3	1	Lleno limo arcillo arenoso superior	1.5	1.26
	1	Lleno limo arcillo arenoso inferior	1.5	1.29
	2	Lleno limo arcillo arenoso superior	1.5	0.85
	2	Lleno limo arcillo arenoso inferior	4	0.96
	3	Limo vegetal	6	1.07
	4	Lleno limo arcillo arenoso negro	2	0.86
4	1	Lleno limo arcillo arenoso superior	2	0.64
	1	Lleno limo arcillo arenoso inferior	3	0.32
	3	Limo arcillo arenoso	5	0.91
	4	Limo arcillo arenoso	5	0.92

2.4. HUMEDAD NATURAL Y PESOS UNITARIOS

Los contenidos de humedad natural fluctuaron entre 69% y 100%.

Los pesos unitarios húmedos fluctuaron entre 1.33gr/cc y 1.57gr/cc.

Los suelos naturales clasifican según el sistema unificado como MH-OH, o sea limos inorgánicos y orgánicos de alta compresibilidad.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El terreno se compone en la profundidad explorada de una capa llenos y limos vegetales de espesor entre 4.3m y 9.5m, bajo la cual se encuentran capas intercaladas de limos arenosos y limos arcillosos producto de la meteorización de cenizas de origen volcánico.

El nivel freático solo se encontró en la profundidad explorada en el sondeo 3 a 6m de profundidad.

Los valores de resistencia encontrados del terrero fueron:

Muestra	PENETRACIÓN ESTÁNDAR (golpes/pie)			COMPRESIÓN INCONFINADA (kg/cm ²)		
	Rango	Valor Medio	Desviación estándar	Rango	Valor Medio	Desviación estándar
Lleno 1	1.5-2.0	1.6	0.2	0.64-1.45	1.12	0.35
Lleno 2	1.5-3.0	2.1	0.75	0.32-1.29	0.85	0.40
Lleno 3	1.5-2.0	1.8	0.3	0.57-0.85	0.76	0.16
Lleno 4	4	4	0	0.96	0.96	0
Terreno Natural 1	5-6	5.5	0.7	0.91-1.25	1.08	0.24
Terreno Natural 2	5-11	8	4.2	0.82-0.92	0.87	0.07

Si tomamos como valor de diseño el valor medio menos una desviación estándar para llenos y media desviación estándar para el terreno natural tendríamos:

MUESTRA	PENETRACIÓN ESTÁNDAR (golpes/pie)	COMPRESIÓN INCONFINADA (kg/cm ²)
Lleno 1	1.4	0.77
Lleno 2	1.4	0.45
Lleno 3	1.5	0.62
Lleno 4	4	0.96
Terreno Natural 1	5.2	0.98
Terreno Natural 2	5.9	0.84

3.1. CAPACIDAD DE SOPORTE

Un análisis de capacidad de soporte para cimientos cuadrados o rectangulares desplantados 50cm por debajo del nivel actual de terreno, nos indica que podemos aplicar presiones hasta de:

ANCHO DE ZAPATA (m)	PRESION MAXIMA APLICABLE (t/m ²)
0.5	4.2
1.0	4.6
2.0	5.4
3.0	6.1

Utilizando valores de la teoría Terzaghi corte local.

3.2. ASENTAMIENTOS

Los asentamientos totales esperados para una zapata de 1m de ancho serían:

$$\text{Elástico} = \frac{4.6 \times 1}{500} (0.84) = 0.008\text{m}$$

$$\text{Consolidación} = \frac{2}{3.0} * 0.26 \log \frac{2.3 + 1.25}{2.3} = 0.042\text{m}$$

$$\text{Total} = 5.0 \text{ cm}$$

Utilizar un módulo del terreno de 0.5kg/cm³

3.3. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

Para el diseño de estructuras de contención tener en cuenta los siguientes parámetros del terreno:

Peso equivalente del terreno	1.5t/m ³
Factor de Presión Activa $h < 3m$	0.48
Factor de Presión Pasiva en terrero natural	2.0
Presión máxima aplicable al terreno natural	5t/m ²
Altura crítica $h'c$	1.0m

3.4. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO SISMORESISTENTE DE LA ESTRUCTURA

Para el diseño sismo resistente de la estructura utilizar los siguientes valores:

Norma Decreto 932 de Octubre 19 de 2011 de Microzonificación sísmica de Pereira.

Zona 6

$$S_a = A_a F_a I \left(1 + \frac{1.5 T}{T_0} \right) \quad \text{Para } T < T_0$$

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \quad \text{Para } T_0 < T < T_c$$

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

Donde $T_0 = 0.17\text{seg}$ $A_a = 0.25g$

$T_c = 0.80\text{seg}$ $A_v = 0.25g$

$T_L = 6.4\text{seg}$ $F_a = 1.60$

$F_v = 2.67$

I= Coeficiente de importancia NSR-10

3.6. OTRAS CONSIDERACIONES

Los suelos no son expansivos ni licuables.

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

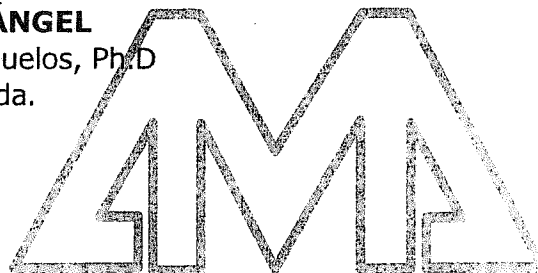
Atentamente,



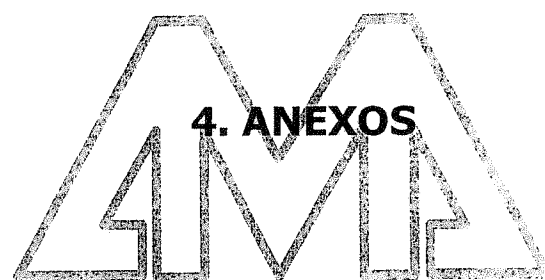
ÁLVARO MILLÁN ÁNGEL
Ingeniero Civil y de Suelos, PhD
Matrícula 014 Risaralda.



ÁLVARO MILLÁN ÁNGEL
INGENIERO CIVIL Y DE SUELOS



ALVARO MILLAN & CIA. LTDA.



4. ANEXOS

4.1 LOCALIZACION SONDEOS



4.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

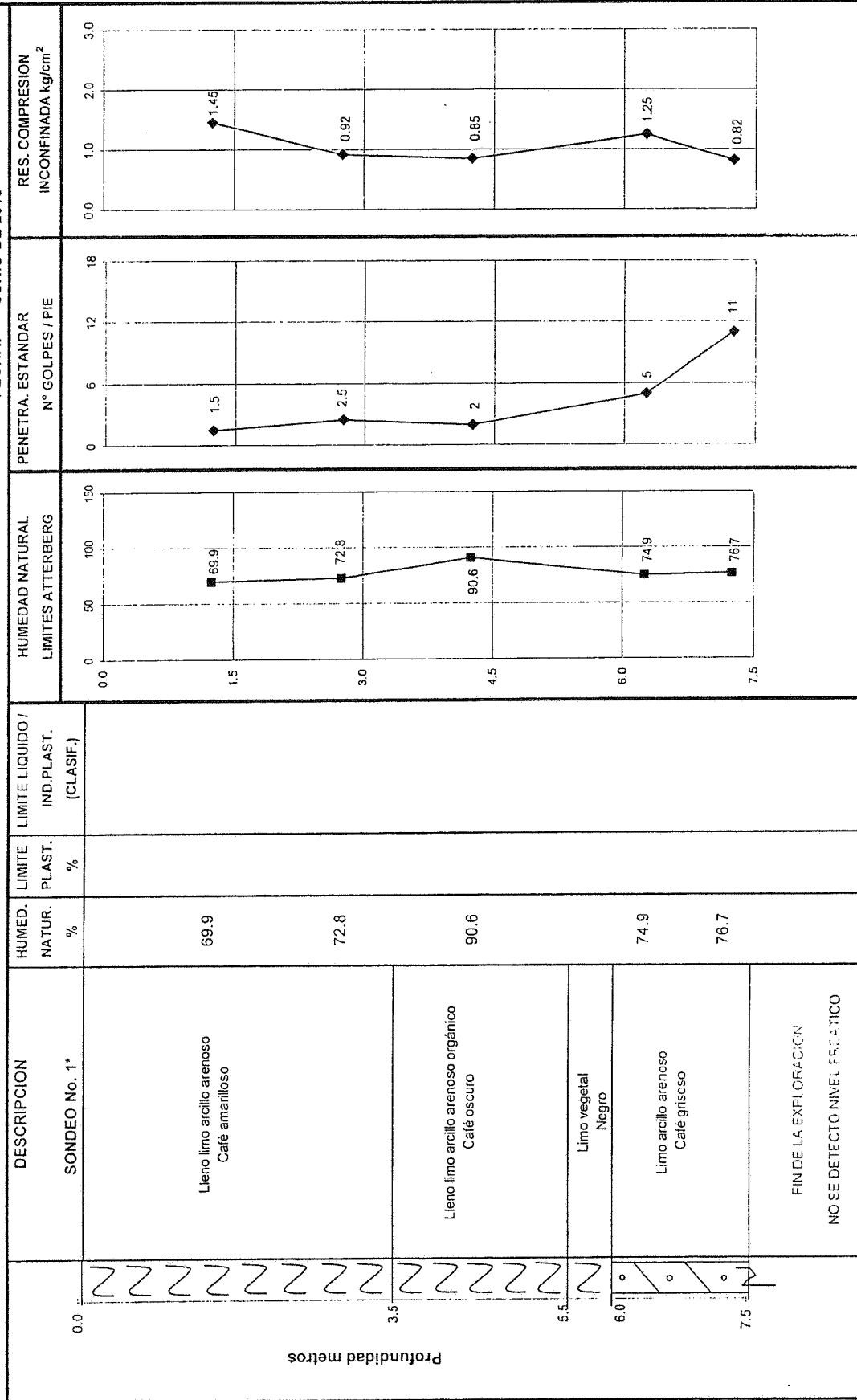




ALVARO MILLAN ANGEL
INGENIEROS CONSULTORES

OBRA: AMPLIACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
LOCALIZACIÓN: PEREIRA
SONDEO No: 1*

FECHA: JUNIO DE 2015





ALVARO MILLAN ANGEL
INGENIEROS CONSULTORES

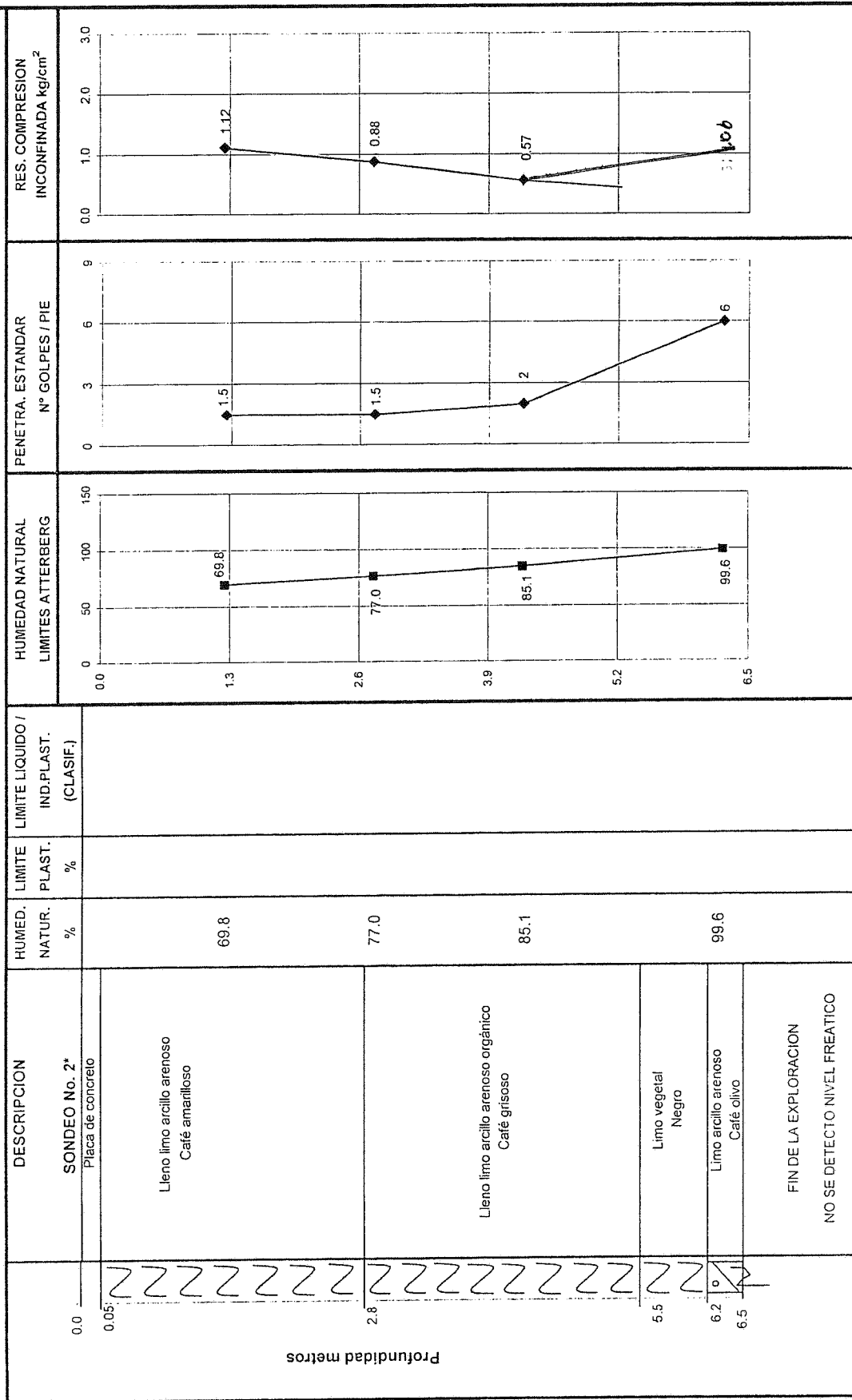
OBRA: AMPLIACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

LOCALIZACIÓN: PEREIRA

SONDEO No: 2*

FECHA: JUNIO DE 2015





ALVARO MILLAN ANGEL
INGENIEROS CONSULTORES

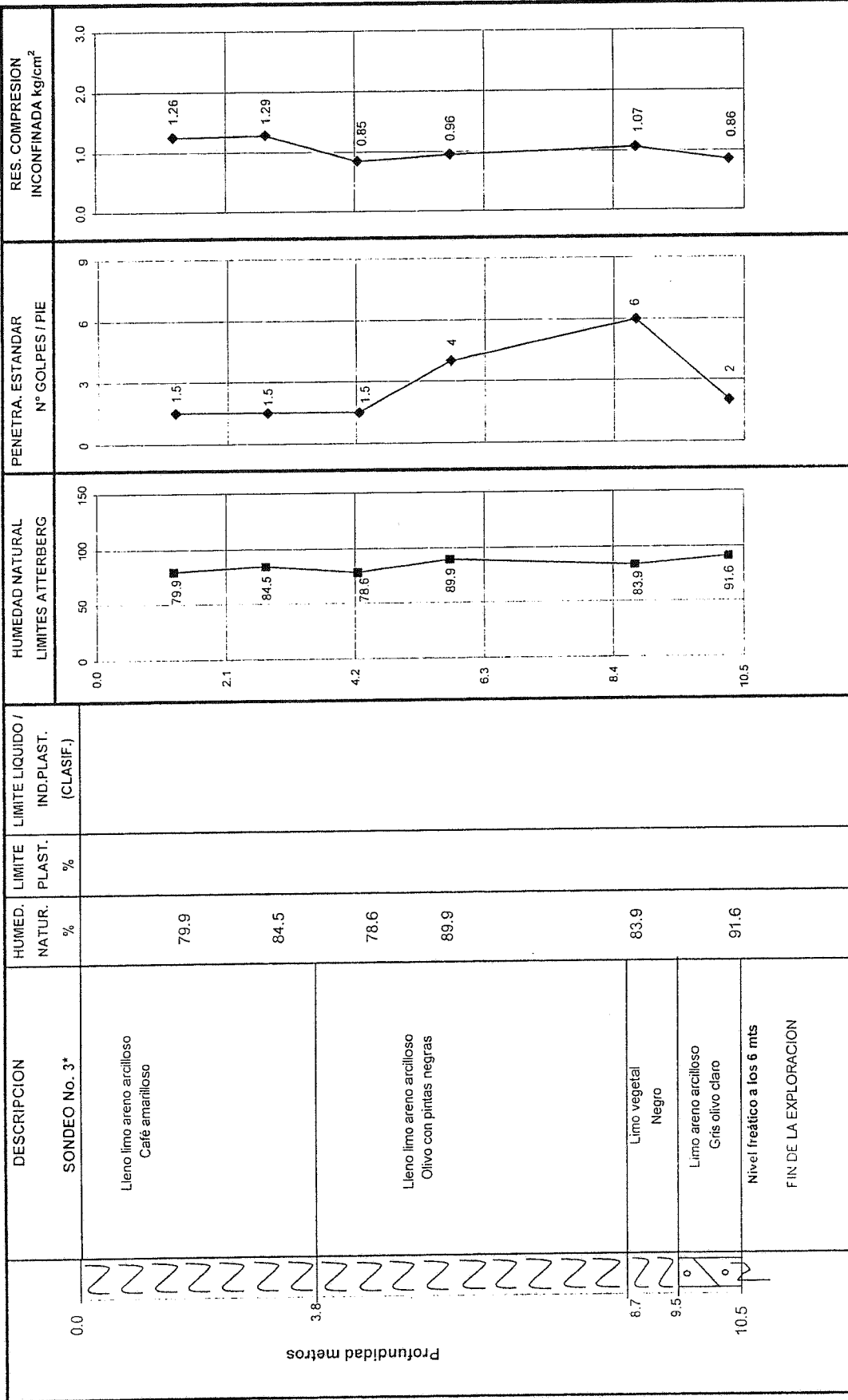
OBRA: AMPLIACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

LOCALIZACIÓN: PEREIRA

SONDEO No: 3*

FECHA: JUNIO DE 2015





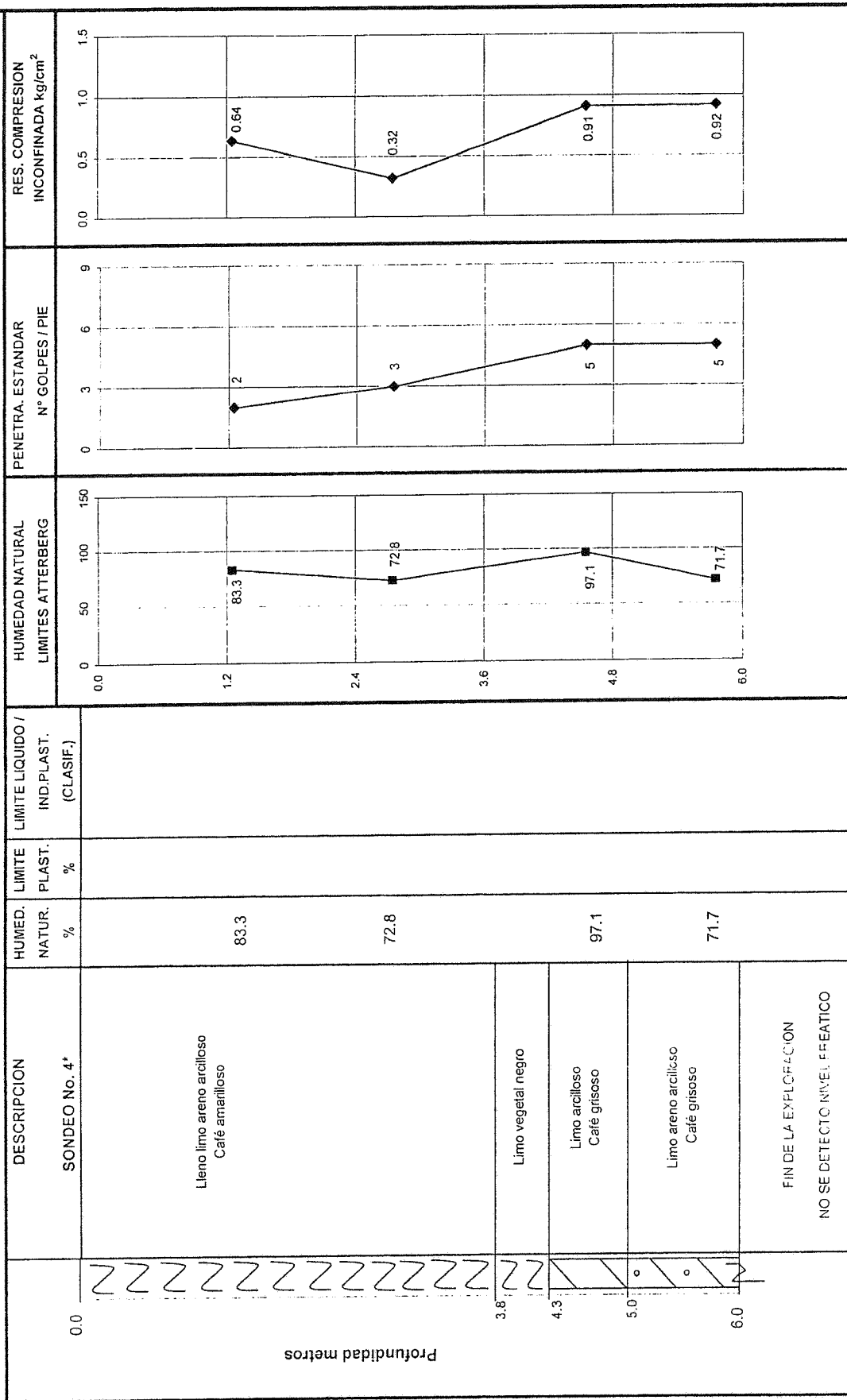
ALVARO MILLAN ANGEL
INGENIEROS CONSULTORES

OBRA: AMPLIACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

LOCALIZACIÓN: PEREIRA

SONDEO No: 4* FECHA: JUNIO DE 2015



**4.3 CUADRO RESUMEN
ENSAYOS DE LABORATORIO**



ALVARO MILLAN ANGEL
INGENIEROS CONSULTORES

LABORATORIO DE SUELOS ALVARO MILLAN ANGEL

RESUMEN DE ANALISIS

OBRA: AMPLIACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO UTP
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

LOCALIZACIÓN: PEREIRA

JUNIO DE 2015

PERF. N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GOLPES POR PIE	COMPRESION INCONFINADA kg/cm2	DEFORM. MAXIMA %	DENSIDAD HUMEDA g/cm3	DENSIDAD SECA g/cm3	HUMEDAD NATURAL %	COLOR TABLA MUNSELL	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	1,00-1,50	1,5	1,45	4,20	1,52	0,89	69,9	2,5Y 5/4	Lleno limo arcillo arenoso Café olivo claro
1	2	2,50-3,00	1	1,54	6,50	1,54	0,89	72,8	2,5Y 5/4	Lleno limo arcillo arenoso Café olivo claro
1	3	4,00-4,50	2	0,85	6,40	1,39	0,73	90,6	10YR 4/1	Lleno limo arcillo arenoso Gris oscuro
1	4	6,00-6,50	5	1,25	4,30	1,44	0,82	74,9	5Y 2,5/1	Limo vegetal Negro
1	5	7,00-7,50	11	0,82	4,90	1,48	0,84	76,7	5Y 3/1	Lleno limo arcillo arenoso Gris muy oscuro
2	1	1,00-1,50	1,5	1,12	5,90	1,54	0,91	69,8	2,5Y 4/4	Lleno limo arcillo arenoso Café olivo
2	2	2,50-3,00	1,5	0,88	4,10	1,52	0,86	77,0	5Y 5/3	Lleno limo areno arcilloso Olivo
2	3	4,00-4,50	2	0,57	5,90	1,41	0,76	85,1	2,5Y 4/2	Lleno limo arcillo arenoso Café grisoso oscuro
2	4	6,00-6,50	6	1,06	5,50	1,37	0,68	99,6	2,5Y 4/2	Lleno limo arcillo arenoso Café grisoso oscuro
3	1	1,00-1,50	1,5	1,26	4,60	1,50	0,83	79,9	5Y 6/3	Lleno limo arcillo arenoso Olivo pálido
3	2	2,50-3,00	1,5	1,29	4,80	1,57	0,85	84,5	5Y 6/3	Lleno limo areno arcilloso con Fe2O Olivo pálido

Ana C. Vásquez A.

Jefe de Laboratorio

Anibal

Ingeniero



ALVARO MILLAN ANGEL
INGENIEROS CONSULTORES

LABORATORIO DE SUELOS ALVARO MILLAN ANGEL

RESUMEN DE ANALISIS

OBRA: AMPLIACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO UTP
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

LOCALIZACIÓN: PEREIRA

JUNIO DE 2015

PERF. N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GOLPES PORIFIE	COMPRESION INCONFINADA kg/cm2	DEFORM. MAXIMA %	DENSIDAD HUMEDA g/cm3	DENSIDAD SECA g/cm3	HUMEDAD NATURAL %	COLOR TABLA MUNSELL	DESCRIPCION DEL SUELO
3	3	4,00-4,50	1,5	0,85	6,40	1,51	0,85	78,6	5Y 4/1	Lleno limo arcillo arenoso Gris oscuro
3	4	5,50-6,00	4	0,96	4,90	1,43	0,75	89,9	5Y 3/1	Lleno limo arcillo arenoso Gris muy oscuro
3	5	8,50-9,00	6	1,07	5,60	1,43	0,78	83,9	5Y 2,5/1	Limo vegetal Negro
3	7	10,00-10,50	2	0,86	4,30	1,33	0,70	91,6	5Y 2,5/1	Lleno limo arcillo arenoso Negro
4	1	1,00-1,50	2	0,64	5,30	1,48	0,80	83,3	2,5Y 4/2	Lleno limo arcillo arenoso Café grisoso oscuro
4	2	2,50-3,00	3	0,32	4,00	1,51	0,87	72,8	5Y 5/3	Lleno limo arcillo arenoso Olivo
4	3	4,30-4,80	5	0,91	4,40	1,39	0,71	97,1	2,5Y 5/2	Limo arcillo arenoso Café grisoso
4	4	5,00-6,00	5	0,92	5,80	1,43	0,83	71,7	2,5Y 5/4	Lleno limo arcillo arenoso Café olivo claro

Ana C. Vázquez A.
Jefe de Laboratorio

Amelia
Ingeniero