

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR: NOMBRE(S): JARLIZ FERNEY APELLIDOS: RUBIO RUBIO

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR(ES): NOMBRE(S): ÁLVARO ORLANDO APELLIDOS: PEDROZA ROJAS

NOMBRE(S): JUAN CARLOS APELLIDOS: RUGE CÁRDENAS

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): GENERACIÓN DE LA CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD EMPLEANDO LA TÉCNICA DEL PAPEL FILTRO PARA LAS ARCILLAS DE LAS FORMACIONES LEÓN Y GUAYABO DEL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA.

RESUMEN

Mediante este trabajo se lograron dos propósitos fundamentalmente, primero, el proyecto se constituyó en un estudio pionero en la investigación de geomateriales locales en condición de saturación parcial (condición real de un material terreo in situ); segundo, los resultados permitieron establecer un análisis de la interacción agua-suelo desde la perspectiva del papel que desarrolla el agua como agente “victimario” al mezclarse con el material arcilloso “víctima”, estipulando un tándem humedad volumétrica-succión. En el desarrollo del trabajo se hizo caracterización y clasificación geomecánica de arcillas de la Formación León (Tol) y del Grupo Guayabo (Tmg) y se generó la curva de retención de humedad (SWRC) de una muestra Tmg perteneciente al sector de Los Vados, jurisdicción del municipio de Los Patios. La medición de la succión para las SWRC se realizó empleando el método del papel filtro y la técnica de placa de succión, estableciendo unas SWRC experimentales. Con el software SWRC-fit se simuló las SWRC aplicando los métodos matemáticos de Brooks & Corey, Van Genuchten y Fredlund & Xing. Finalmente se estableció una comparación entre SWRC experimentales y simuladas y se determinó las SWRC definitivas.

PALABRAS CLAVE: Curva de retención de humedad, succión, papel-filtro, arcillas expansivas.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 131 PLANOS: NO ILUSTRACIONES: 41 CD ROOM: 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

GENERACIÓN DE LA CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD EMPLEANDO LA
TÉCNICA DEL PAPEL FILTRO PARA LAS ARCILLAS DE LAS FORMACIONES LEÓN Y
GUAYABO DEL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA

Tesista – Estudiante semilla de Investigación GEOENERGÍA UFPS

JARLIZ FERNEY RUBIO RUBIO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019

GENERACIÓN DE LA CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD EMPLEANDO LA
TÉCNICA DEL PAPEL FILTRO PARA LAS ARCILLAS DE LAS FORMACIONES LEÓN Y
GUAYABO DEL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA

Tesista – Estudiante semilla de Investigación GEOENERGÍA UFPS

JARLIZ FERNEY RUBIO RUBIO

Trabajo de investigación presentado a la UFPS como uno de los requisitos para optar al título de:
Ingeniero Civil

Dirigido por:

ÁLVARO ORLANDO PEDROZA ROJAS

Ing. Civil – UFPS, Esp. en Técnicas de Voladura – ESING, M. Sc Geotecnia - SDSMT, USA, Candidato a Dr. en
Geotecnia – UNAL - Profesor Titular UFPS

JUAN CARLOS RUGE CÁRDENAS

Ing. Civil – UFPS, Esp. en Estadística Aplicada – FUNLIB, M. Sc Geotecnia – UNIANDES, PhD en Geotecnia –
FUB, Brasil - Profesor titular Universidad Militar Nueva Granada

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 18 DE FEBRERO DE 2019 HORA: 9:00 a. m.

LUGAR: AUDITORIO - FUNDADORES PISO 4 – UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "GENERACION DE LA CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD EMPLEANDO LA TECNICA DEL PAPEL FILTRO PARA LAS ARCILLAS DE LA FORMACIONES LEON Y GUAYABO DEL AREA METROPOLITANA DE CUCUTA".

JURADOS: ING. CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA
ING. RICARDO ZARATE CABALLERO

DIRECTOR: INGENIERO ALVARO ORLANDO PEDROZA ROJAS
COORDIRECTOR: INGENIERO JUAN CARLOS RUGE CARDENAS

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
JARLIZ FERNEY RUBIO RUBIO	1111531	4,8	CUATRO, OCHO

MERITORIA


CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA


RICARDO ZARATE CABALLERO

Vo. Bo.


JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Cúcuta, 27 de febrero de 2019

Señores

BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS

Ciudad

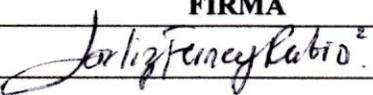
Cordial saludo:

JARLIZ FERNEY RUBIO RUBIO, identificado con la C.C. No. 1093413858 de Cucutilla, autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado GENERACIÓN DE LAS CURVAS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD EMPLEANDO LA TÉCNICA DEL PAPEL FILTRO PARA LAS ARCILLAS DE LAS FORMACIONES LEÓN Y GUAYABO DEL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de INGENIERO CIVIL; autorizo a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander “Eduardo Cote Lamus”, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción parcial o total, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet, entre otros; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior de conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 1982 y el Artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, que establece que “**los derechos morales del trabajo de grado son propiedad de los autores**”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Para constancia se firma el presente documento en la ciudad de Cúcuta, a los 27 días del mes de febrero de 2019.

NOMBRE DEL AUTOR	No. DE CÉDULA	FIRMA
Jarлиз Ferney Rubio Rubio	1.093.413.858	

A mis “aguelos” José Antonio y Cecilia que con su ejemplo y amor incondicional han formado

el hombre que soy.

AGRADECIMIENTOS

A *Dios*, compañero y amigo en el caminar fortuito de mi vida.

A mis papás *José y Cecilia*, por formar al hombre que soy, por confiar en mis capacidades, por patrocinar cada ocurrencia que tengo, por su amor incondicional, porque nada de esto hubiese sido posible sin ustedes.

A mis *hermanos y sobrino*, por su compañía, afecto, comprensión y apoyo. A mis *nonos*, por su cariño y oraciones.

A mis *amigos y compañeros*, por su paciencia, carisma y simpatía que hicieron más ameno mi desempeño personal y académico durante la carrera.

A la *UFPS*, por permitir hacer realidad las aspiraciones de este campesino Cucutillense.

Al profesor *Gabriel Peña Rodríguez*, por encaminarme hacia la investigación, por instruirme en el *SIMAC* acerca de lo singular e increíble de la vida académica y por mostrarme que es posible disfrutar y vivir desarrollando ciencia.

Al Ingeniero *Álvaro Pedroza*, por su ejemplo, por compartir sus experiencias, vivencias y conocimientos profesionales y personales que guiaron este trabajo y gran parte de mi paso por la universidad.

A *GEOENERGÍA*, por complementar y refinar mis cualidades como investigador.

Al Ingeniero *Juan Carlos Ruge*, por su aporte y orientación profesional, gentileza, disposición y altruismo para con el óptimo desarrollo de esta investigación.

A los Ingenieros *Oscar Dallos e Isidoro Rangel*, por sus sugerencias, consejos y ayuda durante mi estancia en el laboratorio.

A todos aquellos que junto a los ya mencionados contribuyeron de una u otra manera en mi crecimiento personal, mi formación profesional y a llevar a feliz término este trabajo de investigación.

¡GRACIAS TOTALES!
Gustavo Cerati (1959-2014)

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1. GENERALIDADES	19
1.1. ANTECEDENTES	19
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2.1. Descripción del problema.	21
1.2.2. Formulación del problema.	22
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. Objetivo general.	22
1.3.2. Objetivos específicos.	22
1.4. JUSTIFICACIÓN	24
1.5. DELIMITACIÓN	25
1.5.1. Espacio.	25
1.5.2. Tiempo.	25
1.5.3. Contenido.	25
1.5.4. Alcance.	26
2. MARCO DE REFERENCIA	28
2.1. MARCO TEÓRICO	28
2.2. MARCO CONCEPTUAL	31
2.2.1. Curva de retención de humedad.	31
2.2.2. Succión.	34
2.2.2.1. Succión matriz o mátrica.	35
2.2.2.2. Succión osmótica o de soluto.	35
2.2.2.3. Succión total.	36
2.2.3. Técnicas para medir la succión.	37
2.2.3.1. Método del papel filtro.	38
2.2.3.2. Placa de succión.	39
2.2.4. Arcillas.	40
2.2.4.1. Fisicoquímica de las arcillas.	41
2.2.5. Minerales arcillosos.	41
2.2.5.1. Carga eléctrica.	41
2.2.5.2. Estructuración cristalina.	42
2.2.5.3. Intercambio catiónico.	44
2.2.5.4. Flujo del agua.	45
2.2.6. Arcillas expansivas.	46
3. ÁREA DE ESTUDIO	47

3.1.	DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA	50
3.2.	CLIMA	51
3.2.1.	Precipitación.	52
3.2.2.	Temperatura.	52
3.2.3.	Humedad relativa.	52
3.3.	HIDROGRAFÍA	52
3.4.	GEOLOGÍA	53
3.4.1.	Estratigrafía regional.	54
3.4.1.1.	Formación Carbonera, Tec.	55
3.4.1.2.	Formación León, Tol.	56
3.4.1.3.	Grupo Guayabo, Tmg.	57
3.4.1.4.	Depósitos cuaternarios (Qal, Qc, Qt).	58
3.4.2.	Estructuras geológicas.	61
3.5.	DEFINICIÓN GEOTÉCNICA DE LOS GEOMATERIALES OBJETO DE ANÁLISIS	64
4.	DISEÑO METODOLÓGICO	67
4.1.	TIPO DE ESTUDIO	67
4.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	67
4.2.1.	Población.	67
4.2.2.	Muestra.	67
4.3.	FUENTES DE INVESTIGACIÓN	69
4.3.1.	Fuentes secundarias.	69
4.3.2.	Fuentes primarias.	70
5.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	71
5.1.	EXPLORACIÓN Y TOMA DE MUESTRAS	71
5.1.1.	Urbanización Bellavista.	71
5.1.2.	Los Vados, Vereda Pisa Real, Los Patios, N.S.	72
5.1.3.	Valles del Rodeo – La Fortaleza, Cúcuta, N.S.	74
5.1.4.	Vereda Pico de Águila, Cúcuta.	76
5.2.	CARACTERIZACIÓN DE GEOMATERIALES	77
5.2.1.	Humedad natural, ω (%).	78
5.2.2.	Límite líquido, LL (%).	78
5.2.3.	Límite plástico, LP (%).	78
5.2.4.	Límite de contracción, LC (%).	78
5.2.5.	Gravedad específica, G_s .	80
5.2.6.	Granulometría – método del hidrómetro.	80
5.2.7.	Expansión – aparato de Lambe.	83
5.2.8.	Parámetros de correlación.	84
5.2.8.1.	Índice de plasticidad, I_p .	84

5.2.8.2.	Índice de liquidez, I_L .	85
5.2.8.3.	Índice de compresión, C_c .	87
5.2.8.4.	Índice de consistencia relativa, CR .	88
5.2.8.5.	Actividad de las arcillas, A .	89
5.2.8.6.	Correlación entre los Límites de Atterberg con el carácter de los minerales de arcilla presentes en el suelo fino evaluado.	89
5.2.9.	Criterio de elección de muestras para evaluación de succión.	91
5.2.10.	Ensayo de papel filtro.	93
5.2.11.	Ensayo de placa de succión.	93
5.3.	GENERACIÓN DE LAS CURVAS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD	94
5.4.	SIMULACIONES NUMÉRICAS	95
6.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	97
6.1.	DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES ÍNDICE	97
6.1.1.	Humedad natural, ω (%).	97
6.1.2.	Límite líquido, LL (%).	99
6.1.3.	Límite plástico, LP .	101
6.1.4.	Límite de contracción, LC .	102
6.1.5.	Parámetros índices.	103
6.1.5.1.	Índice de plasticidad, I_P .	103
6.1.5.2.	Índices de liquidez (I_L) y, de compresión (C_c).	108
6.1.5.3.	Actividad de las arcillas, A .	111
6.1.6.	Granulometría – método del hidrómetro.	112
6.1.7.	Gravedad específica, G_s .	113
6.1.8.	Expansión – aparato de Lambe.	114
6.1.9.	Criterio de elección de muestras para evaluación de succión.	116
6.1.10.	Ensayo de papel filtro.	121
6.1.11.	Ensayo de placa de succión.	122
6.2.	GENERACIÓN DE LAS CURVAS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD	123
6.3.	SIMULACIONES NUMÉRICAS	126
6.3.1.	Modelación matemática en el software SWRC-fit.	126
6.3.2.	Comparativo entre las SWRC experimentales y SWRC teóricas.	127
7.	CONCLUSIONES	133
8.	RECOMENDACIONES	138
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
	ANEXOS	147

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Métodos para la medición de succión.	37
Tabla 2. Cuadro resumen de algunas propiedades y características de los minerales arcillosos.	46
Tabla 3. Descripción de las unidades cronoestratigráficas presentes en el área metropolitana de Cúcuta según el Servicio Geológico Colombiano, 2015.	54
Tabla 4. Comparación de propiedades físico químicas promedio de las arcillas aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta.	65
Tabla 5. Niveles de confianza para calcular el tamaño de la muestra.	68
Tabla 6. Ensayos de laboratorio empleados para determinar propiedades índices.	77
Tabla 7. Sensibilidad de la arcilla en función del límite de contracción.	79
Tabla 8. Grado de expansividad en función de LC.	79
Tabla 9. Calificación del CVP.	83
Tabla 10. Definición de parámetros de correlación.	84
Tabla 11. Valores de plasticidad en función del I_p .	85
Tabla 12. Relación de la consistencia, resistencia y comportamiento del suelo con el I_L .	85
Tabla 13. Correlación entre C_c y LL .	87
Tabla 14. Características de las arcillas según su actividad.	89
Tabla 15. Descripción de los modelos matemáticos.	95
Tabla 16. Contenidos de humedad promedio, %.	97
Tabla 17. Caracterización estadística – Humedad natural.	98
Tabla 18. Límites líquidos promedio, %.	99
Tabla 19. Caracterización estadística - LL , por zonas de muestreo.	99
Tabla 20. Caracterización estadística - LL , por formaciones.	100
Tabla 21. Caracterización estadística - LP , por zonas de muestreo.	101
Tabla 22. Caracterización estadística - LP , por formaciones.	102
Tabla 23. Caracterización estadística - LC , por zonas de muestreo.	102
Tabla 24. Caracterización estadística - LC , por formaciones.	103
Tabla 25. Clasificación de las muestras por el sistema unificado, SUCS.	105
Tabla 26. Clasificación SUCS, AASHTO y distribución porcentual de las muestras.	108

Tabla 27. Caracterización estadística – I_L .	109
Tabla 28. Distribución promedio de tamaño de grano por zonas de muestreo.	113
Tabla 29. Caracterización estadística – G_s .	114
Tabla 30. Caracterización estadística – CVP.	115
Tabla 31. Interpretación de los valores promedio de cambio potencial volumétrico encontrados de las muestras evaluadas.	115
Tabla 32. Propiedades índices de las muestras seleccionadas para ensayo de succión.	120
Tabla 33. Valores de humedad gravimétrica y succión, técnica del papel filtro.	122
Tabla 34. Valores de humedad gravimétrica y succión, técnica de placa de succión.	123
Tabla 35. Compilado de valores de succión vs humedad.	124
Tabla 36. Parámetros de ajuste de SWRC-fit.	126

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Curvas de calibración para papel filtro Whatman No. 42 y Schleicher and Schuell No. 589.	30
Figura 2. Curva característica de retención de humedad, SWCC.	32
Figura 3. Algunos de los modelos matemáticos para simulación de la Curva de Retención de Humedad.	33
Figura 4. Equipo para ensayo de placa de succión.	40
Figura 5. Unidades estructurales básicas de los minerales arcillosos.	42
Figura 6. Diagrama esquemático de la estructura laminar de cada grupo de los minerales arcillosos.	44
Figura 7. Ubicación geográfica parcial del área metropolitana de Cúcuta y las zonas de estudio, con referencia al departamento N.S. y al país.	47
Figura 8. Vereda Pico de Águila, Zona Peña Los Micos -Ladrillera ARCIGRES (frontera Cúcuta-El Zulia). Afloramiento de arcillas de Grupo Guayabo.	48
Figura 9. Zona de los chircales – sector de Los Vados, Los Patios, N.S. Afloramiento de arcillas de Grupo Guayabo.	49
Figura 10. Zona Bellavista, Municipio Los Patios, N.S. Afloramiento de arcillas de la Formación León, Tol.	49
Figura 11. Anillo Vial Occidental - Zona El Rodeo-Fortaleza, Municipio Cúcuta, N.S. Afloramiento de arcillas de la Formación León, Tol.	50
Figura 12. Vista en planta, perfil estratigráfico y corte transversal de la distribución de las unidades geológicas que principalmente afloran en el área metropolitana de Cúcuta.	60
Figura 13. Estructuras geológicas destacadas en la plancha 88 sobre un modelo digital de elevación.	62
Figura 14. Mapa de ubicación espacial de los principales lineamientos de falla en la zona de estudio evaluada por Oviedo Reyes, 2015.	64
Figura 15. Ubicación de los sitios de muestreo en una superposición en Google Earth del cuadrángulo G-13.	69
Figura 16. Área de extracción de muestras en Bellavista, Los Patios.	72

Figura 17. Distribución de calicatas de muestreo en el sector Los Vados, Los Patios, NS.	73
Figura 18. Detalle de los frentes de explotación en Los Vados, de los cuales fueron extraídas las muestras.	74
Figura 19. Distribución de apiques en Valles del Rodeo (A) y en La Fortaleza (B). Anillo vial occidental de Cúcuta, N.S.	75
Figura 20. Sección en cajón del anillo vial occidental de Cúcuta. Taludes de muestreo, a la altura del Barrio La Fortaleza.	75
Figura 21. Distribución de apiques en Pico de Águila, Cúcuta.	76
Figura 22. Algunos sistemas de clasificación de texturas de partículas de suelo.	81
Figura 23. Triángulo de texturas de la USDA.	82
Figura 24. Hidrómetro 152 H.	83
Figura 25. Evaluación de la consistencia de los suelos finos en el continuo de humedad, con base en el índice de liquidez.	86
Figura 26. Evaluación de la consistencia de los suelos finos en el continuo de humedad con base en el índice de consistencia.	88
Figura 27. Carta de plasticidad de Casagrande (1948), modificada por Mitchell, 1976.	90

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución en la carta de plasticidad de Casagrande de los puntos LL, I _p de todas las muestras.	104
Gráfica 2. Distribución en la carta de plasticidad para AASHTO de los puntos LL, I _p de todas las muestras.	107
Gráfica 3. Continuo de humedad de las arcillas de la Formación León.	109
Gráfica 4. Continuo de humedad de las arcillas del G. Guayabo.	110
Gráfica 5. Clasificación de las muestras por textura.	113
Gráfica 6. Potencial de expansión de las muestras.	116
Gráfica 7. Distribución de los puntos de succión vs humedad, muestra #22, Tmg.	125
Gráfica 8. Modelación de SWRC – 1.	128
Gráfica 9. Modelación de SWRC – 2.	129
Gráfica 10. Modelación de SWRC – 3.	129
Gráfica 11. Modelación de SWRC – 4.	130
Gráfica 12. Distribución de las SWRC con los valores de los modelos matemáticos mejor ajustados.	131
Gráfica 13. Línea de tendencia logarítmica para SWRC – 1.	132
Gráfica 14. Línea de tendencia logarítmica para SWRC – 2.	132

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Tablas Resumen	148
Anexo 2. Formatos de Laboratorio	156
Humedad natural, ω (%).	156
Límite líquido, LL (%) y Límite plástico, LP (%).	226
Límite de contracción, LC (%).	296
Granulometría – método del hidrómetro.	366
Gravedad específica, Gs.	436
Expansión – aparato de Lambe.	506
Ensayo de Papel Filtro.	576

INTRODUCCIÓN

En el ejercicio de la Ingeniería Civil, un inadecuado manejo del agua puede convertirse en pesadilla si no es debidamente tratado, ya que existe una inevitable convergencia agua-suelo que genera condiciones de saturación parcial en el área donde se ejecuta un proyecto u obra civil.

De todos los tipos de suelos con los que el agua interactúa, en materia ingenieril, los materiales arcillosos son los que ocasionan mayores dificultades. La granulometría fina y las propiedades electroquímicas, de succión e inherente plasticidad que presentan, los hace poco permeables y retienen por más tiempo el agua en su microestructura, causando variación volumétrica del terreno por efecto de la expansión-contracción que se ve reflejado en los asentamientos diferenciales que tanto perjudican a las obras civiles cuando usan estos depósitos como material de fundación o de relleno.

Debido a que muchos de los problemas geotécnicos, referentes a esfuerzos, deformaciones y flujo de agua se presentan en suelos parcialmente saturados (Meza Ochoa, 2012), como es el caso que se presenta en el área de Cúcuta, el desarrollo de esta investigación estuvo orientado a analizar los niveles de succión que presentan las arcillas de las Formaciones León y Guayabo aflorantes en algunos sectores del área metropolitana de la ciudad de Cúcuta. Tal propósito se logró empleando las metodologías de papel filtro y placa de succión para determinar la curva de retención de agua (WRC) o curva característica suelo-agua (SWCC). Así mismo, con el ánimo de complementar los criterios de análisis y de establecer un punto de comparación, se procedió a simular las curvas, empleando modelos matemáticos existentes en la literatura científica.

Los resultados encontrados permiten plantear teóricamente en qué condiciones de humedad, los depósitos arcillosos aflorantes en el área de Cúcuta, objeto del presente estudio, optimizan su competitividad en la praxis ingenieril.

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La curva de retención de humedad, SWRC, representa la cantidad de agua que se mantiene dentro de la estructura en un determinado tipo de suelo bajo un potencial mátrico dado (Taller & Or, 2004), siendo la succión (potencial mátrico) y el grado de saturación del suelo, los parámetros requeridos para obtenerla. Se puede realizar la medición de estas propiedades de forma directa con ensayos de laboratorio normalizados o mediante modelación matemática (Gómez C., 2009). Se entiende por potencial mátrico, el requerido para extraer el agua adherida a las partículas sólidas en la matriz del suelo. Las moléculas de agua se adhieren (o adsorben) a las partículas de tierra. A esas partículas, se suma una película gruesa de agua que se mantiene por cohesión debida a puentes de hidrógeno.

Han sido diversas las investigaciones realizadas en muchas partes del mundo empleando la curva de retención de humedad. Colombia, a pesar de poseer una gama amplia de relieves (zonas costeras, llanuras, cordilleras, nevados, desiertos, selvas, etc.), y, la vasta heterogeneidad que ofrece el suelo como material de estudio, se queda corta en análisis y aplicación competitiva en relación con el enorme espectro científico de este campo profesional. Sobre el tema de retención de humedad, en el país se han desarrollado, entre otros, los siguientes estudios:

Ruiz y Grillo (1975) precisaron la confiabilidad de los valores de retención de humedad a capacidad de campo en terrenos agrícolas (definida la capacidad de campo como la cantidad de agua que retiene el suelo contra la fuerza de gravedad), obtenidos con el método del tanque de arena y comparándolo con la capacidad de campo que hallaron con los métodos gravimétrico, olla de presión y el de celdas.

En muestras de sedimento y saprolito, ambos productos de la descomposición de una granodiorita (geomaterial de procedencia ígnea), Pineda y Colmenares (2008) investigaron si el grado de meteorización influía sobre el potencial de conservación de agua, en la estructura de cada material. Resultado de los análisis concluyeron que el saprolito tenía menor capacidad de retención de agua, confirmando que la meteorización afecta esta propiedad.

En la investigación desarrollada por Otálvaro y Cordão (2011) denominada: “Características de la curva de retención de agua en un suelo tropical compactado”, se analizó el efecto de la compactación en función de la humedad, teniendo de referencia la energía del Proctor normal. El estudio se orientó a examinar el efecto de la compactación en la forma de la curva de retención de humedad, empleando la técnica de papel filtro de contacto directo y el método de placa de succión, concluyendo que, independientemente de la energía de compactación, conforme aumenta la humedad de esta, la curva de retención pasa, de tener una forma bimodal acentuada a curva unimodal; infiriendo así, que la cantidad de agua en un suelo es de los factores de mayor incidencia en el comportamiento de dicho material.

Respecto a la medición de la retención de agua en arcillas, García, Cabana y Pineda (2014), expusieron las propiedades de la curva de retención de humedad de arcillas cuaternarias del occidente de la sabana de Bogotá. Como conclusión sugirieron que, el conocimiento de las propiedades de retención de humedad son tema esencial para la comprensión del comportamiento del suelo con variación de succión y que, basados en estudios de esta índole, es posible implementar mejoras a los procesos de diseños de estructuras que se emplacen en depósitos arcillosos.

En la literatura científica existen muchos otros referentes donde la curva de retención de humedad es protagonista básicamente desde dos perspectivas: primera, donde funciona como

herramienta de apoyo para sustraer información del suelo; y segundo, donde los investigadores plantean diversos métodos de modelación matemática, procedimientos para ensayos in situ o de laboratorio, con el fin de hacer más práctico y eficiente el uso de la SWRC.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Descripción del problema.

La diversidad de materiales existentes en la litosfera ofrece un holgado espectro de comportamientos agua-suelo, sujetos a las propiedades intrínsecas de cada geomaterial y, a la naturaleza del agua, lo que ocasiona el hecho de considerar al agua como uno de los agentes de mayor incidencia en la conducta geotécnica de los materiales (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Otero, 2002). En la práctica, los problemas geotécnicos usualmente se resuelven siguiendo los métodos de la mecánica de suelos clásica que postulan condiciones “CHILE” de tales materiales; es decir, asumidos como “Cohesivos, Homogéneos, Isotrópicos y Linealmente Elásticos” (Pedroza Rojas, 2002), además de considerarles supeditados o a la inexistencia de agua en sus estructuras (condición seca) o a estar totalmente saturados, por lo que se desarrollan soluciones erradas para los casos que quedan fuera de su marco teórico, como son los suelos parcialmente saturados (Meza Ochoa, 2012). Por otra parte, pese a que los geomateriales arcillosos de la región han sido objeto de caracterización geotécnica y geoquímica, incluido el análisis de su hiperactividad, el fenómeno de la succión no ha sido profusamente estudiado en la región y, poco se conoce de los resultados encontrados sobre tal propiedad. Este hecho, de encontrar que hace falta mayor conocimiento sobre la succión de las arcillas locales, motiva el desarrollo de la presente investigación y estimula la búsqueda de precisar qué tipo de influencia tiene la succión en las diferentes respuestas del suelo, en condiciones de humedad reales

(saturación parcial). Esta nueva visión abre una nueva ventana de observación de los problemas geotécnicos de las arcillas, en condiciones reales de saturación parcial, como medida alterna de evaluación del comportamiento de tales suelos, comúnmente analizados como una condición intermedia entre los análisis que se realizan para las condiciones extremas (saturación total o condición seca), además de contribuir a la recopilación de información teórico-práctica con datos locales. Simultáneamente se puede observar que conexión presenta la succión respecto al fenómeno de expansividad de las arcillas y concertar la posibilidad de mitigar sus efectos en campo.

1.2.2. Formulación del problema.

¿Qué repercusión en los procesos convencionales de diseño y construcción de una obra civil tendrá determinar el tándem humedad volumétrica-succión para las arcillas de las Formaciones León y Guayabo que afloran en el área metropolitana de Cúcuta?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general.

Generar la curva de retención de humedad para las arcillas de las Formaciones León y Guayabo del área metropolitana de Cúcuta.

1.3.2. Objetivos específicos.

Seleccionar y caracterizar, mediante ensayos índice, muestras alteradas de las Formaciones León y Guayabo aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta.

Aplicar las técnicas de papel filtro y placa de succión para construir las correspondientes curvas de retención de humedad.

Simular numéricamente el comportamiento de las curvas características de retención de humedad empleando metodologías existentes en la literatura científica.

Hacer análisis interpretativo de los resultados.

El objetivo general, en detalle, persigue caracterizar, con fines de clasificación geomecánica, las arcillas de la Formación León y del Grupo Guayabo, aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta y, generar la curva de retención de humedad para un tipo de arcilla utilizando las técnicas de papel filtro y placa de succión. Por su parte, los objetivos específicos, desglosados incluyen:

Establecer criterios de selección de fuentes de geomaterial arcilloso tipo para la ejecución del proyecto.

Seleccionar en el área metropolitana de Cúcuta fuentes aflorantes de arcillas terciarias pertenecientes a la Formación León o, al Grupo Guayabo, para fines de caracterización y clasificación geomecánica.

Describir las condiciones geológicas generales de cada una de las fuentes seleccionadas y realizar un plan de muestreo.

Fijar criterios de elección de la muestra patrón con fines de determinación de la curva característica de retención de humedad, mediante las técnicas de papel filtro y de placa de succión.

Simular numéricamente el comportamiento de las curvas características de retención de humedad empleando metodologías existentes en la literatura científica.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Con esta investigación se pretende plantear un nuevo plano de análisis para la problemática que representa la expansividad de los depósitos arcillosos sobre los que esta cimentada buena parte del área metropolitana de Cúcuta. En gran medida, las investigaciones locales hechas a las arcillas han estado encaminadas a neutralizar o reducir el poder expansivo de los geomateriales plásticos cohesivos, mejorando las propiedades de las arcillas naturales, mediante mezclas con un aditivo como estabilizante.

Enzimas orgánicas (Marquez B. & Granados P., 1996), cenizas de carbón (Bacca & Jimenez, 1986), cenizas volantes (Caicedo, Contreras, Flórez G., & Zarate C., 2008), colas de roca fosfórica (Contreras A., 1987) y cal (Barreto & Pérez, 1981) son algunos de los materiales que han sido objeto de experimento como estabilizantes de suelos arcillosos, todos bajo la premisa de reducir al máximo las alteraciones volumétricas generados por los cambios de humedad en el material.

El tratamiento de la arcilla con un agente aditivo para reducir su hiperactividad (susceptibilidad a cambios volumétricos, por cambios de humedad), adapta el sujeto “víctima” (suelo arcilloso) al punto de aumentar su tolerancia a los efectos de la expansividad, cambios volumétricos y/o asentamientos diferenciales, que el sujeto “victimario” (agua) ocasiona.

Si bien el enfoque de usar mezclas arcilla-aditivo es loable, pues se trata de reducir o mitigar los efectos de los cambios volumétricos de la arcilla, se considera necesario estudiar la variable agua y evaluar la acción de la humedad, estableciendo la magnitud y nivel de daño que ésta posee en condiciones reales.

De conformidad con lo expuesto, la presente investigación se enfoca a construir la curva de retención para las Formaciones León y Guayabo aflorantes en el área de Cúcuta, como

herramienta que permita establecer, para cada geomaterial arcilloso, el grado de saturación real de cada depósito y, con base en sus propiedades geotécnicas inherentes, deducir los niveles óptimos de agua a los que la estructura de cada tipo de suelo arcilloso, en cuestión, tendrá un desempeño geotécnico de aptitudes apropiadas, traduciéndose en un mejor comportamiento suelo-estructura y reduciendo las consecuencias de la expansividad de las arcillas.

1.5. DELIMITACIÓN

1.5.1. Espacio.

Los afloramientos en el área metropolitana de Cúcuta, de las Formaciones León (Tol) y Guayabo (Tmg), objeto de análisis, fueron cuatro (4), así: Los sedimentos terciarios de la Formación León serán evaluados en terrenos del Barrio Bellavista, en el municipio de Los Patios y, entre los barrios Valles del Rodeo y La Fortaleza, por la autopista del anillo vial occidental, municipio de Cúcuta. Por su parte, las muestras de arcillas terciarias del Grupo Guayabo serán tomadas de los afloramientos de la vereda Pico de Águila, en predios de Cerro de Los Micos, en el municipio de Cúcuta y, del sector de Los Vados, en el municipio de Los Patios.

1.5.2. Tiempo.

La investigación fue adelantada en el período de tiempo comprendido entre el 1 de abril y, el 30 de enero del 2019.

1.5.3. Contenido.

La ejecución del proyecto conllevó, entre otras, las siguientes fases:

- Definición de sitios representativos de las Formaciones León y Guayabo
- Toma de muestras.
- Caracterización y clasificación geotécnica de geomateriales.

- Generación de las curvas de retención de humedad, mediante las técnicas de papel filtro y placa de succión.
- Simulación numérica de las curvas de retención de humedad.
- Análisis e interpretación de resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Redacción del documento técnico final.

1.5.4. Alcance.

La información obtenida durante el proceso de investigación tuvo como propósito principal el trazado de un perfil de humedad de equilibrio como herramienta que permita establecer una predicción teórica del cambio volumétrico que experimentan las arcillas terciarias de las formaciones León y Guayabo, aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta, al interactuar con el agua.

Se espera que los resultados del proyecto puedan ser tomados como referencia en la realización de los futuros estudios de suelos que involucren los materiales evaluados y, que el procedimiento seguido en la elaboración de las curvas de perfil de humedad de equilibrio de las arcillas, aquí descrito, pueda duplicarse. Igualmente, la metodología seguida puede ser replicada en los ejercicios de monitoreo, seguimiento y control de los niveles de agua intersticiales, técnica ésta que permite aumentar la resistencia a esfuerzos cortantes de los suelos arcillosos de las Formaciones Tmg y Tol de Cúcuta, otorgándoles mayor estabilidad. Lograr ganar estabilidad de los suelos hiperactivos es apostarle a una cultura preventiva de desastres y, por ende, reducir los costos que, en la actualidad, se invierten en ingeniería correctiva de los daños producidos por la expansividad de las arcillas.

La metodología seguida y los resultados encontrados en el presente proyecto es un buen criterio de análisis que complementa el procedimiento seguido en el proceso de estabilizar arcillas, mediante la técnica de introducirle aditivos químicos.

Encontrar para cada suelo arcilloso el perfil de humedad de equilibrio es tener una muy buena aproximación a las condiciones óptimas de humedad a las que los suelos (de tipo Tol y Tmg, en el caso de Cúcuta) desarrollan su la máxima capacidad de soporte. En tal caso, se logra un mejor comportamiento suelo-estructura y, se reducen los costos de construcción y mantenimiento de las obras civiles erigidas sobre ellos.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación, la medición de succión se logró aplicando los procedimientos dispuestos en los ensayos de papel filtro y placa de succión. La técnica del papel filtro, propuesta, de manera formal, por Gardner en 1937 (Chandler & Gutiérrez, 1986) y, pese a no tener aceptación inicial de parte de la comunidad académica de la geotecnia, el método ha ido ganando aceptación y se ha constituido en un experimento empírico de uso frecuente, con resultados bastante confiables.

Distintos investigadores han empleado el método de papel filtro en el desarrollo de diversos estudios. Fawcett & Collins-George, en 1967, realizaron un minucioso trabajo de correlación entre el contenido de agua en equilibrio de un suelo, usando papel filtro Whatman No. 42, y la succión obtenida con otros métodos, como la placa de presión, membrana de presión y el desecador de vacío (Chandler & Gutiérrez, 1986). Un aspecto que llama la atención es que Fawcett & Collins-George sometieron a tratamiento el papel filtro usado, impregnándolo con una solución de 0.005% de cloruro de mercurio, para evitar hongos y bacterias; pero se ha demostrado que el papel filtro, con o sin tratamiento, no tiene riesgo de ataque de hongos a su estructura (Chandler & Gutiérrez, 1986; Fawcett & Collins-George, 1967).

El bajo costo, sencillez y lo competente que resulta el método, para medir un vasto rango de succiones, son las principales características que le han permitido ganar popularidad entre los profesionales afines a las ciencias de los suelos (Leong, He, & Rahardjo, 2002). Sin embargo, el hecho de ser un ensayo simple y de rápida ejecución, no significa que sus procedimientos no demanden alta rigurosidad; ejecutar la prueba en forma descuidada conlleva a resultados

erróneos y, por ende, a mal interpretar los mismos. En consecuencia, es de vital importancia ejecutar las pruebas de papel filtro con estricto acato a la metodología del ensayo; la rigurosidad incluye una logística locativa e instrumental apropiadas y, una impecable clasificación y manipulación de las muestras de estudio, para que el experimento produzca resultados lo más precisos posibles (Leong, He, & Rahardjo, 2002).

A pesar de que el método en comento goza de gran aceptación, su aplicación se hacía con base en la formulación planteada empíricamente por los diferentes investigadores que lo habían trabajado, desde que fue descrito en 1937. En septiembre de 1994, el método fue normalizado, y el nuevo procedimiento fue publicado en “Standard Test Method for Measurement of Soil Potential (Suction) Using Filter Paper”, título otorgado por parte de la American Society for Testing and Materials, con el código ASTM D 5298 – 94. En diciembre de 2002, la norma fue discontinuada para pasar a proceso de actualización por parte del subcomité D18.04 de la ASTM, que ejerce jurisdicción sobre la normatividad referente a las propiedades hidrológicas; dicho subcomité aprobó una edición actualizada en junio de 2003 y, en agosto del mismo año, fue publicada y puesta en vigencia la norma ASTM D 5298 – 03. Una nueva actualización fue hecha en 2010 (dicha edición fue la empleada en este trabajo) y la versión más actualizada fue publicada en 2016. En Colombia, el ensayo está estandarizado por el INVÍAS con la signatura I. N.V. E 159 – 13 (INVIAS, 2013).

Los tipos de papel filtro más comunes para uso en el ensayo normalizado, son: Whatman No. 42 y Schleicher & Schuell No. 589 (Leong, He, & Rahardjo, 2002); cada uno, según sus propiedades de fabricación, es afectado por diferentes agentes, que pueden inferir en su desempeño durante el experimento. Para reducir o eliminar la afectación, los correspondientes papeles filtro, son corregidos con curvas de calibración específicas, que permiten cotejar la

información del ensayo, respecto al trazado estándar de la curva de retención de humedad, según el papel empleado y así determinar si el resultado final ha sido perturbado o no por los agentes mencionados (INVIAS, 2013; ASTM International, 2010). La Figura 1 ilustra un modelo de curva de calibración para papel filtro.

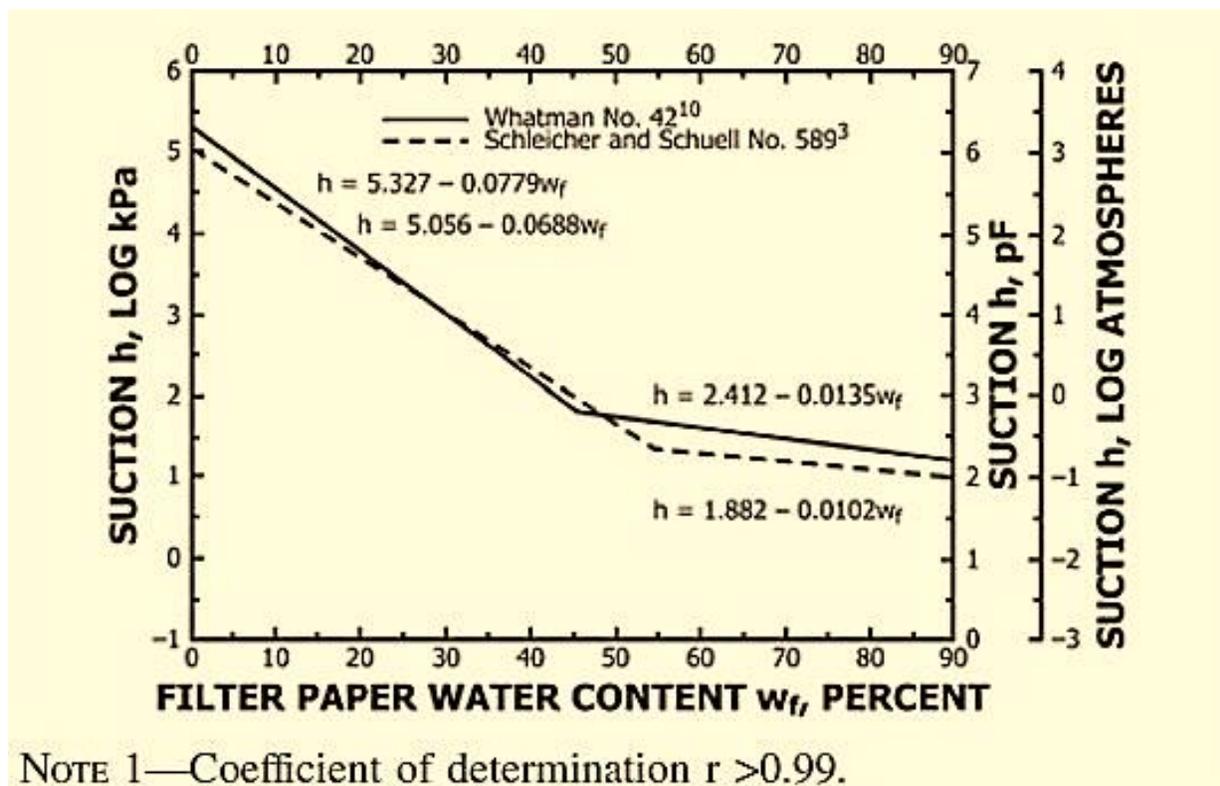


Figura 1. Curvas de calibración para papel filtro Whatman No. 42 y Schleicher and Schuell No. 589.

Fuente: ASTM D 5298 – 10. 2010. Calibration suction-water content curves for wetting of filter paper. [FIG. 1]).

El intervalo de succión que admite medir el ensayo con papel filtro varía de 10 a 100.000 kPa (INVIAS, 2013). Finalmente, se destaca que la técnica del papel filtro es un método rápido, sencillo y de alta precisión para determinar la curva de retención de humedad en el suelo (Almeida, Texeira, Silva F., Junior, & Leão, 2015).

Por su parte, la técnica de la placa de succión se emplea para medición de succiones bajas que van desde 0 hasta 90 kPa (Ridley & Burland, 1993), siendo un método de laboratorio que permite evaluar succión mátrica de forma directa y que requiere un tiempo de equilibrio solo unas horas para la medición de succión (Otálvaro C. & Cordão-Neto, 2011).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Curva de retención de humedad.

La curva de retención de humedad, conocida como Soil Water Retention Curve – SWRC - o también como Soil Water Characteristic Curve – SWCC, es considerada la más importante propiedad hidráulica (Nielsen & Wendroth, 2003); dicha curva describe la relación existente entre el agua que se encuentra en la estructura del suelo y, las fuerzas internas con que esta es retenida con un potencial mátrico dado (Taller & Or, 2004). Una SWCC es influenciada de manera notable por la granulometría del terreno y su respectiva textura, señalando que el espacio entre poros y el acoplamiento que posean entre sí, son determinantes al momento de trazar la SWCC del suelo que sea objeto de estudio. Esta propiedad permite conocer la disponibilidad de agua para las plantas, infiltración, drenaje, distribución de poros, conductividad de agua, movimiento de solutos y su distribución espacial. Esta relación se ha convertido en un factor de análisis valioso en investigaciones orientadas a establecer las consecuencias del cambio climático (Walczak, Rovdan, & Witkowska-Walczak, 2002). La Figura 2 muestra un modelo de curva característica de retención de humedad.

La SWCC también puede ser obtenida por medición directa de los parámetros que la componen. Tal es el caso de los métodos de papel filtro y placa de succión usados en esta investigación. Para el trazado de la SWCC se requiere conocer dos variables: la succión presente

en una muestra de suelo, la cual se obtiene mediante las técnicas del papel filtro y placa de succión, y, la humedad existente en la muestra de suelo que puede ser la natural o humedad condicionada en laboratorio. Existen otros ensayos alternos a la prueba de papel filtro para medir las variables relacionadas como necesarias para la construcción de la SWCC.

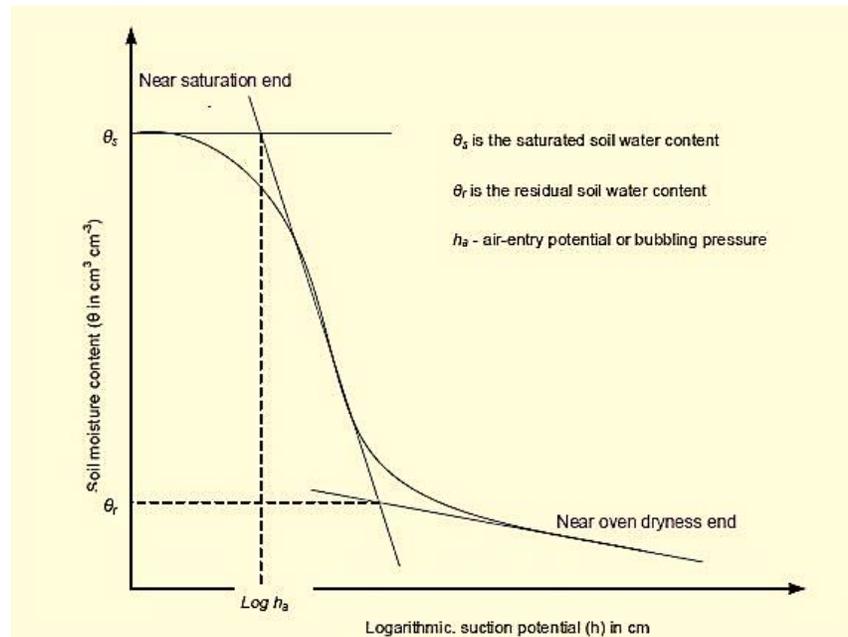


Figura 2. Curva característica de retención de humedad, SWCC.

Fuente: Too, Omuto, Baimah, & Obiero, 2014. Soil water characteristic curve. [Figure 1].

La SWCC es una herramienta de primer orden en la gestión de agua presente en el suelo y subsuelo, en la predicción del flujo de agua, solutos o contaminantes productos de la infiltración, por cuanto concede la facultad de evaluar un depósito de suelo, desde diferentes perspectivas como: la determinación de la capacidad de respuesta frente a cambios súbitos de humedad; obtención de la cantidad de plantas que puede soportar un predio con base en la demanda hídrica del cultivo, en zonas agrícolas; la definición, en regiones con periodos de sequía prolongados, de la posible explotación del agua subterránea para consumo; la adaptación del diseño y funcionalidad de las estructuras para prevenir deformaciones excesivas y posibles

colapsos de obras civiles (Gómez C., 2009). De igual forma, permite estimar parámetros del suelo que son intervenidos por el agua como la expansión-contracción, parámetros de resistencia mecánica y permeabilidad de los depósitos (INVIAS, 2013). La Figura 3 corresponde a una relación de expresiones matemáticas que determinan modelos para simulación de la Curva de Retención de Humedad.

Reference	SWRC model	Parameters
Campbell (1974)	$\theta(h) = \theta_r (\alpha h)^\lambda$	$\theta_r, \alpha, \lambda$
Tani (1982)	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) [1 + (\alpha h) e^{-\alpha h}]$	$\theta_r, \theta_s, \alpha$
Exponential	$\theta(h) = (\theta_r + \theta_s) e^{-\alpha h}$	$\theta_r, \theta_s, \alpha$
van Genuchten (1980)	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) [1 + (\alpha h)^n]^{-(\frac{1}{n-1})}$	$\theta_r, \theta_s, \alpha, n$
Gardner (1958)	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) [1 + (\alpha h)^n]^{-1}$	$\theta_r, \theta_s, \alpha, n$
Ruso	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) [(1 + 0.5\alpha h) e^{0.5\alpha h}]^{2/n+2}$	$\theta_r, \theta_s, \alpha, n$
Brooks-Corey (1964)	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) (\alpha h)^{-\lambda}$	$\theta_r, \theta_s, \alpha, \lambda$
Kosugi (1999)	$\theta(h) = \theta_r + \frac{1}{2} (\theta_s - \theta_r) \operatorname{erfc} \left[\frac{\ln(h/h_m)}{\sigma\sqrt{2}} \right]$	$\theta_r, \theta_s, \sigma, h_m$
Fredlund-Xing (1994)	$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left\{ \ln [2.7183 + (\alpha h)^n] \right\}^m}$	$\theta_r, \theta_s, \alpha, n, m$
van Genuchten (1980)	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) [1 + (\alpha h)^n]^{-m}$	$\theta_r, \theta_s, \alpha, n, m$
Biexponential (Omuto, 2009)	$\theta(h) = \theta_r + \theta_{s1} e^{-\alpha_1 h} + \theta_{s2} e^{-\alpha_2 h}$	$\theta_r, \theta_{s1}, \theta_{s2}, \alpha_1, \alpha_2, \theta_r$

Figura 3. Algunos de los modelos matemáticos para simulación de la Curva de Retención de Humedad.

Fuente: Too, Omuto, Baimah, & Obiero, 2014. SWRC models. [Table 1].

Referente al cálculo empírico de la SWCC, existen algoritmos matemáticos que posibilitan la obtención de la SWCC, usando parámetros básicos como la distribución granulométrica o medición de vacíos intersticiales que son más fáciles de obtener, sin necesidad de medir directamente la succión del suelo (Gómez C., 2009); el inconveniente que surge a raíz de estos modelos alternativos de medición indirecta es que se fundamentan en hipótesis de

idoneidad respecto a ciertas propiedades de los suelos. Entre los planteamientos empíricos encontramos el de Gardner (1958), Brooks y Corey (1964), Van Genuncht (1980), J. Williams, Prebble, T. Williams y Hignett (1983), Mckee y Bumb (1984), Fredlund y Xing (1994) y las funciones de pedotransferencia de Rajkai, Genuncht & Kabos (2004) (Gómez C., 2009; Fredlund & Xing, 1994) entre otros, todos con aplicaciones muy prácticas, pero con resultados, en ocasiones, imprecisos respecto a la realidad.

2.2.2. Succión.

El concepto de succión del suelo surge en la física del suelo, a comienzos del siglo XX, asociado con el sistema agua-suelo-plantas, Buckingham (1907). A finales de la década de los cuarenta (siglo 20), el concepto de succión fue incluido en el estudio del comportamiento mecánico de los suelos parcialmente saturados con aplicaciones termodinámicas (Croney & Coleman, 1948), con tal repercusión que, hasta el día de hoy, estos conceptos y definiciones han sido apropiados y aplicados en la geotecnia (Meza Ochoa, 2012).

Lee y Wray (1995) plantean que la succión total es la cantidad de energía relacionada con la capacidad del suelo para retener agua en su estructura; Andrew Ridley (1993), en su tesis de doctorado, define la succión como el esfuerzo requerido para extraer una molécula de agua de la fase líquida de la matriz del suelo a la fase de vapor.

Por otra parte, la succión de suelos, denominada también potencial mátrico, es la fuerza que une a las partículas del suelo con las partículas que están en fase líquida (Gómez C., 2009) y es atribuida a las fuerzas capilares y de adsorción que actúan sobre las fases líquida, sólida y gaseosas presentes en el suelo. Dichas fuerzas resultan de la tensión superficial del agua y el ángulo de contacto respecto a las partículas sólidas del depósito térreo (Taller & Or, 2004). Es

una propiedad dependiente de la porosidad y la humedad relativa del suelo; en función de los valores de estas variables pueden presentarse las siguientes clases de succión:

2.2.2.1. *Succión matriz o mátrica.*

La succión matricial (S_m), se asocia a la capilaridad por la tensión superficial en la interfase agua-aire y a la adsorción desarrollada en la superficie de las partículas, se expresa como la diferencia entre la presión del agua y la presión del aire en los poros ($U_a - U_w$), (Meza Ochoa, 2012).

$$S_m = U_a - U_w$$

Donde S_m es la succión matricial, U_w es la presión del agua en los poros y, U_a es la presión del aire en los poros.

El valor de la succión matricial está en función del tamaño y la distribución del grano, del tamaño de los poros y del grado de saturación (Dineen, 1997). Si el grado de saturación decrece, el menisco se retrae en espacios de poros pequeños, el radio de curvatura del menisco se reduce y, por consiguiente, la succión matricial aumenta (Meza Ochoa, 2012).

En la norma se define como la presión negativa que se debe aplicar al agua con características idénticas al agua del suelo para que se equilibren a través de tejido permeable; depende directamente de la humedad relativa, concebida como la diferencia de presiones del aire y el agua superficial del depósito. Esta humedad es directamente proporcional al radio de curvatura del agua superficial (ASTM International, 2010; INVIAS, 2013).

2.2.2.2. *Succión osmótica o de soluto.*

La succión osmótica (S_o) es la componente de la succión asociada a la presencia de sales disueltas en el agua, y, se define como la energía necesaria para remover una molécula de agua

cuando las sales reducen la presión de vapor en el espacio que se encuentra por encima de la interfase agua-aire, además es independiente de los efectos por capilaridad (Meza Ochoa, 2012).

Por norma se define como la presión negativa a la que se debe someter el agua destilada a través de una membrana permeable para que se equilibre con el agua del suelo; es inversamente proporcional a la cantidad de sales que contenga el agua del suelo (ASTM International, 2010; INVIAS, 2013).

2.2.2.3. *Succión total.*

La succión total tiene dos componentes, la succión matricial (S_m) asociado al efecto de la capilaridad y la succión osmótica (S_o) que se debe a la presencia de sales disueltas en el agua (Meza Ochoa, 2012) y se expresa como la suma algebraica de las componentes matricial (S_m) y osmótica (S_o).

$$S = S_m + S_o$$

Entendiendo a la succión total como un estado de energía, esta podría expresarse en unidades de energía por unidad de masa, pero en geotecnia, se expresa en unidades de presión, Kilopascales (kPa) en el sistema internacional de unidades (SI), (Meza Ochoa, 2012)

Desde otra perspectiva, se define a la succión total como la presión negativa a suministrar a un agua destilada para que alcance el equilibrio con el agua del suelo, a través de una pared porosa semipermeable (ASTM International, 2010; INVIAS, 2013).

La problemática geotécnica que representa el trabajar con suelos parcialmente saturados, se asocia a cambios ambientales, los cuales interfieren en la succión matricial; los cambios en la succión osmótica presentan efectos menos impactantes, salvo que, en el comportamiento del suelo, se presenten problemas que impliquen contaminación química (Fredlund & Rahardjo, 1993).

2.2.3. Técnicas para medir la succión.

Diversos métodos (directos o indirectos) han sido propuestos para medir la succión total, matricial y osmótica del suelo. En los métodos directos, la succión es obtenida al medir la presión negativa del agua en el espacio vacío del suelo (poros) o, al ejercer control de las presiones del agua y del aire en dicho vacío (en los poros). Por su parte, los métodos indirectos determinan la succión con base en la condición de equilibrio de humedad del suelo, a partir de medidas de contenido de humedad, presión de vapor o, de propiedades físicas tales como conductividad térmica o eléctrica, de un geomedio poroso en equilibrio con el geomaterial (Meza Ochoa, 2012). La Tabla 1 especifica las características de algunos métodos para la determinación de succión.

Tabla 1.

Métodos para la medición de succión.

<i>Método</i>	<i>Enfoque</i>	<i>Componente medido de la succión</i>	<i>Tipo de medición</i>	<i>Rango de succión, kPa</i>	<i>Tiempo de equilibrio</i>
Placa de succión	Mecánico	Mátrica	Directa	0 - 90	Horas
Placa de presión	Mecánico	Mátrica	Directa	0 – 5,000	Horas
Extractor de vacío	Termodinámico	Total	Indirecta	1,000 - 10 ⁶	Meses
Psicómetro	Termodinámico	Total	Indirecta	300 – 7,000	Meses
Papel filtro	Termodinámico	Total	Indirecta	1000-30,000	Semanas
		Mátrica		30 – 30,000	1 semana

Nota. Fuente: adaptado de Ruge Cárdenas. 2014. Métodos para a determinação da sucção. [Tabela 4.1]; adaptado de Ridley & Burland. 1993. Suction measurement techniques. [Table 1].

En la presente investigación se hará uso de dos métodos, ambos indirectos, para determinar la succión, las técnicas de papel filtro y placa de succión.

2.2.3.1. Método del papel filtro.

Técnica en la cual la succión del suelo se mide a partir del contenido de agua que tiene el papel filtro, al alcanzar la humedad de equilibrio con el geomaterial que está siendo evaluado. El procedimiento, regulado y estandarizado en la norma ASTM D 5298-10 permite obtener tanto la succión total como la succión matricial.

La técnica del papel filtro parte de la hipótesis de que el papel filtro se equilibra con el geomaterial - respecto al flujo de humedad- a una succión definida. Tal equilibrio se alcanza por el intercambio de humedades entre el geomaterial y el papel filtro, en forma de vapor de agua (succión total) o en forma de líquido (succión matricial). La succión puede estimarse con base en el contenido de agua del papel filtro utilizando la curva de calibración apropiada. Distintas investigaciones han reseñado la técnica de calibración del papel filtro, sugiriendo que cada papel filtro reclama que sea elaborada una curva de calibración específica. Entre los papeles filtro de uso más frecuente se citan el Whatman No. 42 y el Schleicher y Schuell No. 589 (Meza Ochoa, 2012).

La succión total se mide empleando el método de papel filtro en condición de " contacto nulo con el geomaterial" Al no entrar en contacto el papel filtro con el suelo, sino que se dispone en forma suspendida sobre este, se genera un flujo de vapor de agua en la dirección suelo -papel filtro, el cual está inicialmente seco, hasta alcanzar el equilibrio. El contenido de agua del papel filtro, en condición de "no contacto con el suelo" es la succión total del suelo. La técnica del papel filtro "en contacto con el suelo" es, igualmente, un método indirecto frecuente para medir la succión matricial del suelo. En este caso, la transferencia de humedad en la dirección suelo -

papel filtro, es controlada por la capilaridad y por las fuerzas de adsorción superficial de las partículas; consecuentemente, la succión medida es la componente matricial de la succión. (Meza Ochoa, 2012).

En síntesis, el método del papel filtro conlleva un procedimiento para medir la succión mátrica de una muestra de suelo, preferiblemente inalterada (o alterada debidamente reconstruida), al hacer uso de papeles filtro de laboratorio como sensores pasivos. Es un ensayo simple, preciso y económico para evaluar succiones de suelos en un intervalo entre 10 y 100.000 kPa (ASTM International, 2010; INVIAS, 2013). Específicamente para este proyecto se empleó el papel filtro Whatman No. 42 para medir succión mátrica.

2.2.3.2. Placa de succión.

La técnica “placa de succión” consiste en la aplicación directa de presión de agua negativa a la muestra, dicha presión es limitada y está en valores menores a 100 kPa lo que hace idóneo este ensayo para la medición de succiones bajas (Otálvaro C. & Cordão-Neto, 2011). En la Figura 4 se presenta el esquema del equipo usado en el ensayo.

El equipo para ejecutar el ensayo consta principalmente de tres partes: 1) celda de acero inoxidable (base, anillo porta muestra y anillo superior) donde la base tiene una entrada y una salida para el agua desairada y una cerámica porosa con entrada de aire equivalente a 1 bar; 2) sistema de saturación, con reservatorio de 5 Lts y una mesa que provee una diferencia de nivel de 1.5 m respecto al reservatorio; 3) sistema de imposición de succión, que consta de una repisa a 2.3 m del piso, un tubo guía para desplazar la bureta verticalmente con una diferencia de nivel de 2 m y una bureta graduada de 50 ml, calibrada con un sensor de 1mm^3 de precisión. El tiempo de equilibrio que se requiere para la medición de succión es solo de unas horas, depende de la succión a la que se desee trabajar (Otálvaro C. & Cordão-Neto, 2011).



Figura 4. Equipo para ensayo de placa de succión.

Fuente: Otálvaro C. & Cordão-Neto. 2011. Placa de succión y componentes. [Figura 4].

2.2.4. Arcillas.

Desde la óptica textural, es el nombre asignado a una partícula térrea de carácter fino-granular, cuyo diámetro es menor a 0,002mm. Desde el punto de vista químico mineralógico, las arcillas son silicatos aluminicos hidratados y, otros elementos. Desde la óptica de masas de suelo de naturaleza arcillosa, se hace referencia a suelos mayoritariamente compuestos por más del 50% de finos que exhiben plasticidad y otorgan el carácter cohesivo del geomaterial.

Dependientes del tipo de mineral de arcilla, los suelos arcillosos revelan diferentes grados de hiperactividad frente a las modificaciones de humedad. Son geomateriales que modifican su consistencia al variar su grado de humedad, pasando desde una condición rígida hasta un estado de líquido viscoso (Marquez Cardenas, 1983; Pedroza R. & Cárdenas A., 1987).

2.2.4.1. Fisicoquímica de las arcillas.

Por la finura del tamaño de grano, se originan una serie de fuerzas que predominan su comportamiento mecánico e hidráulico, específicamente ocasionados por la actividad electromagnética de la superficie de los minerales que componen las fracciones de suelo menores o iguales a dos micras (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999; Fernández Loaiza, 1982).

2.2.5. Minerales arcillosos.

Procedentes de procesos de meteorización química, tales como solución, recombinación y recristalización, de rocas parentales. Con un tamaño de grano del orden dos micras o menos, tienen como principales compuestos los silicatos de aluminio y de magnesio hidratados. Estos materiales otorgan las características de cohesión y plasticidad a un suelo (Marquez Cardenas, 1983). Dichas propiedades, se originan debido a la actividad electroquímica presente en la estructura cristalina definida de los granos y que le permite tener gran afinidad con el agua (Berry & Reid, 1993).

2.2.5.1. Carga eléctrica.

La superficie de todas las partículas de suelo tiene carga eléctrica (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999; Marquez Cardenas, 1983), la cual está estrechamente ligada a la superficie específica (S_e), que relaciona el área superficial con el volumen de cada partícula. Suponiendo granos esféricos o cúbicos, se puede constatar que la superficie específica es inversamente proporcional al diámetro del grano o al lado del cubo, según sea la forma de partícula elegida, conforme a las expresiones (1) y (2).

$$\text{Para grano esférico: } S_e = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d} \quad (1)$$

Para grano cubico: $Se = \frac{6L^2}{L^3} = \frac{6}{L}$ (2)

Lo anterior sugiere que, si el tamaño de la partícula de suelo disminuye, la carga superficial será mayor; concretamente, para el tamaño de los minerales arcillosos, las cargas superficiales llegan a ser muy altas generando que las fuerzas eléctricas en los granos sean de dimensiones gigantes, respecto a las fuerzas gravitacionales, quedándose con el dominio del comportamiento intrínseco del material que los contenga en considerables proporciones (Marquez Cardenas, 1983).

2.2.5.2. Estructuración cristalina.

Con una distribución atómica laminar, los minerales de arcilla tienen al tetraedro de sílice (SiO_2), octaedro de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) y el octaedro de magnesio como las unidades estructurales básicas. En función de dicho ordenamiento cristalino, los minerales de arcilla se clasifican en tres grandes grupos: las caolinitas, procedentes de la carbonatación de la ortoclasa; las ilitas, producto de la hidratación de las micas; y las montmorillonitas (Crespo Villalaz, 2004; Fernández Loaiza, 1982; Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999; Marquez Cardenas, 1983).

La Figura 5 presenta las unidades estructurales básicas de los minerales arcillosos.

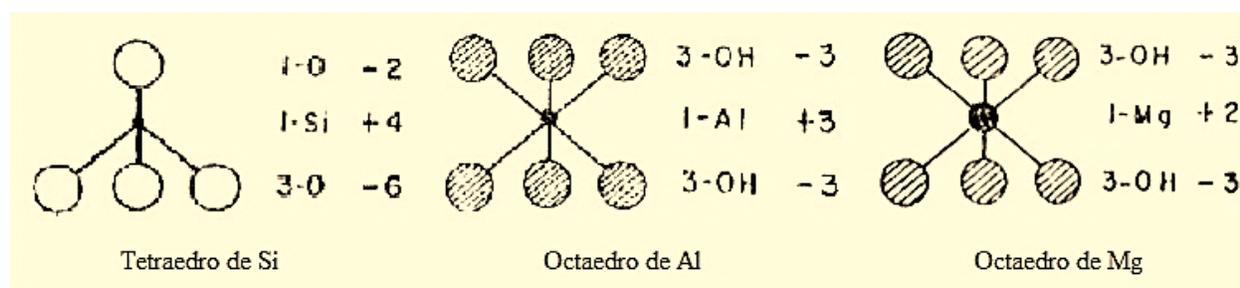


Figura 5. Unidades estructurales básicas de los minerales arcillosos.

Fuente: adaptado de Márquez, G. 1983. Estructura de los minerales arcillosos. [Figura 7.3.1].

2.2.5.2.1. *Caolinitas.*

Formada por una lámina silícica y otra de alúmina hidratada que se superponen indefinidamente (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999; Marquez Cardenas, 1983) cuya estructura le conceden permeabilidad, restringiendo la absorción de agua a niveles muy bajos y, haciéndola más estable a las variaciones de humedad (Berry & Reid, 1993).

2.2.5.2.2. *Illitas.*

Tiene mayor absorción de agua y, es más susceptible a los cambios súbitos de humedad (Berry & Reid, 1993) , dado que la unión de la lámina de alúmina hidratada que está en medio de dos láminas de sílice y con superposición indefinida que forman su estructura, es menos estable que las caolinitas (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999; Marquez Cardenas, 1983).

2.2.5.2.3. *Montmorillonitas.*

La estructura básica de este grupo está constituida por dos láminas de sílice con una lámina de magnesia hidratada o alúmina hidratada en medio, que al igual que los anteriores grupos, estas capas se superponen indefinidamente (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999; Marquez Cardenas, 1983). Son las arcillas de menor competencia, su inestabilidad es debido a que el agua la permea fácilmente, incrementando la capacidad de absorción y la susceptibilidad a expandirse y contraerse, respecto a los otros grupos de arcilla (Berry & Reid, 1993). La Figura 6 es un diagrama esquemático de la estructura laminar de cada grupo de los minerales arcillosos.

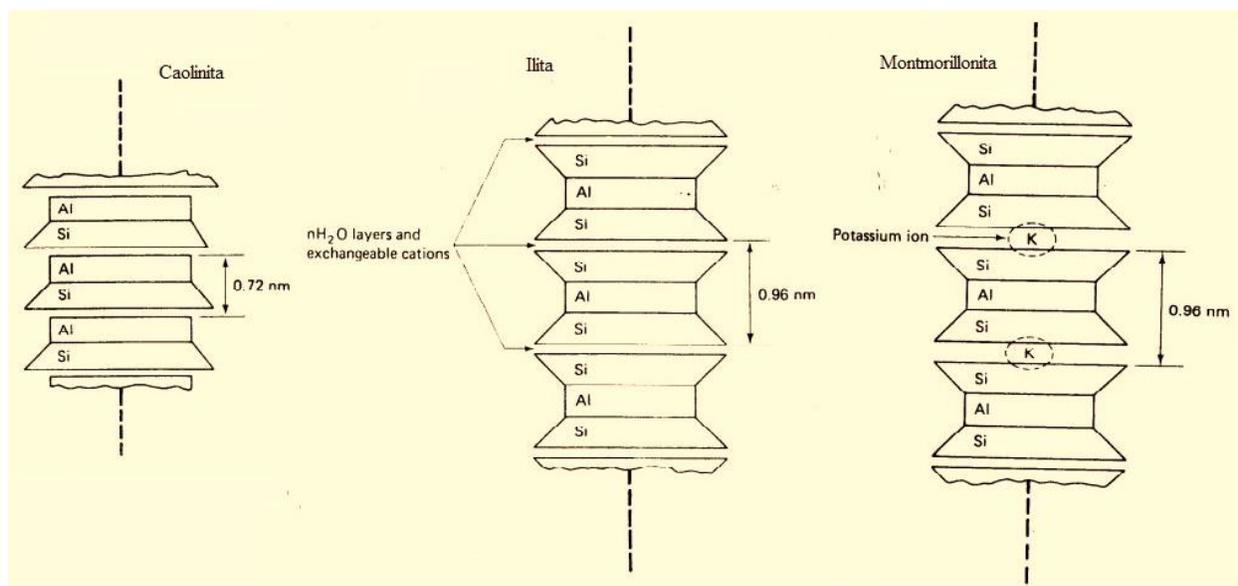


Figura 6. Diagrama esquemático de la estructura laminar de cada grupo de los minerales arcillosos.

Fuente: adaptado de Holtz & Kovacs, 1981. Schematic diagram of the structure of kaolinite, montmorillonite and illite. [Fig. 4.3, Fig. 4.7, Fig 4.10].

2.2.5.3. Intercambio catiónico.

Es el proceso en el que los minerales permutan iones positivos, debido a que la carga eléctrica negativa de la superficie de las partículas de arcilla atrae cationes de los elementos químicos contenidos en el líquido que las rodea (Marquez Cardenas, 1983); esta propiedad puede ser influenciada por el pH del suelo; a mayor acidez, es mayor el intercambio; y por el nivel de concentración y celeridad con que fluya una determinada solución a través del suelo. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999). Dichas afectaciones pueden verse reflejadas en las propiedades mecánicas; por consiguiente, es una propiedad importante para casos de estabilización química. En función del efecto benéfico en la resistencia de las arcillas, se muestran los siguientes iones de intercambio, en orden decreciente: $(NH_4)^+$, H^+ , K^+ , Fe^{+++} , Al^{+++} , Mg^{++} , Ba^{++} , Ca^{++} , Na^+ , Li^+ .

2.2.5.4. Flujo del agua.

Ha sido evidenciado por la ciencia, que la superficie específica de una partícula de arcilla es inversamente proporcional al diámetro o tamaño del grano de mineral arcilloso, significando que la carga eléctrica que desarrolla también aumenta. Basados en esta realidad y, en la naturaleza polarizada del agua, la fuerza electromagnética negativa de la partícula de arcilla atrae los cationes H^+ del agua, formándose una película de moléculas de agua ligada a la estructura de las arcillas, la cual se conoce como agua adsorbida (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999; Marquez Cardenas, 1983). Si son soluciones las que transitan por los granos de arcillas, la sustitución isomorfa será con los cationes de los elementos componentes del fluido y se adicionarán a la membrana de agua; el grosor de la capa de agua adsorbida está en función del origen de la partícula de arcilla y del tipo de cationes atraído (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999), esta propiedad de retención de cationes se conoce como complejo de adsorción. De lo anterior se deduce que, el flujo del agua a través del material arcilloso es directamente proporcional al tamaño de la partícula; entre más grande el grano, mayor el flujo.

2.2.5.4.1. Presiones de adsorción.

Winterkorn y Baver estimaron en $20,000 \text{ kg/cm}^2$ la presión existente en una capa de agua adsorbida. Posteriormente Bridgman estudió la variación de la temperatura de congelación a grandes presiones, hallando que, a presiones desde $6,000 \text{ kg/cm}^2$, el punto de congelación ocurre a temperaturas mayores a 0°C ; específicamente señaló que, en presiones que oscilen alrededor de los $10,000 \text{ kg/cm}^2$, el agua se congela a 30°C (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999). Estos planteamientos sugieren que, a temperaturas de $\pm 30^\circ\text{C}$, el agua adsorbida por las partículas de arcilla desarrolla propiedades semejantes al hielo. A medida que la distancia entre la partícula y la capa de agua sea mayor, las presiones disminuyen y el comportamiento exhibido por el agua

en su contribución a la estabilidad del suelo irá decreciendo, desde la condición de estado sólido (hielo), pasando por la mezcla de alta viscosidad (hielo-agua), hasta la condición de fluido corriente (agua en estado normal) (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1999). La Tabla 2 muestra algunas de las propiedades y características de los minerales arcillosos clásicos.

Tabla 2.

Cuadro resumen de algunas propiedades y características de los minerales arcillosos.

<i>Propiedad / Característica</i>	<i>Caolinita</i>	<i>Ilita</i>	<i>Montmorillonita</i>
Grado de expansividad	Baja	Media	Alta
Permeabilidad	Alta	Media	Baja
Plasticidad	Baja	Media	Alta
Estabilidad	Estable	Medianamente estable	Inestable
Superficie específica (m ² /g)	15	80	800
Capacidad de intercambio catiónico (meq ^a por 100g)	3-8	40	80

Nota. Fuente: adaptado de Márquez, G. 1983. Estructura de los minerales arcillosos. [Figura 7.3.1]. adaptado de Fernández Loaiza, 1982.

^a meq (miliequivalencia) = 10⁻³ equivalentes. Un equivalente = 6 x 10²³, conocido como número de Avogadro y expresa el número de cargas eléctricas en una mole de solución (Fernández Loaiza, 1982).

2.2.6. Arcillas expansivas.

El conjunto de propiedades inherentes de los minerales arcillosos es transmitido a los mantos de suelo que los contienen. Cuando se cimenta sobre suelos arcillosos hiperactivos, una edificación o cuando se construye un relleno con suelos arcillosos expansivos, la característica geotécnica de las arcillas que más debe analizarse y controlarse es el cambio volumétrico que experimentan debido a modificaciones de humedad, habida cuenta que se producen ciclos de hinchamiento (expansión por ganancia de humedad) y contracción (pérdida de volumen por reducción de humedad), trayendo como consecuencia afectaciones en la edificación, salvo que se adopten previamente las medidas apropiadas para reducir el efecto de cambio de volumen de tales materiales. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1974; Pedroza R. Á. , 1998).

3. ÁREA DE ESTUDIO

De conformidad con lo previsto, la zona base del proyecto es el área metropolitana de Cúcuta integrada por los municipios de Cúcuta, Los Patios, Villa del Rosario, El Zulia, San Cayetano y Puerto Santander, ver Figura 7.

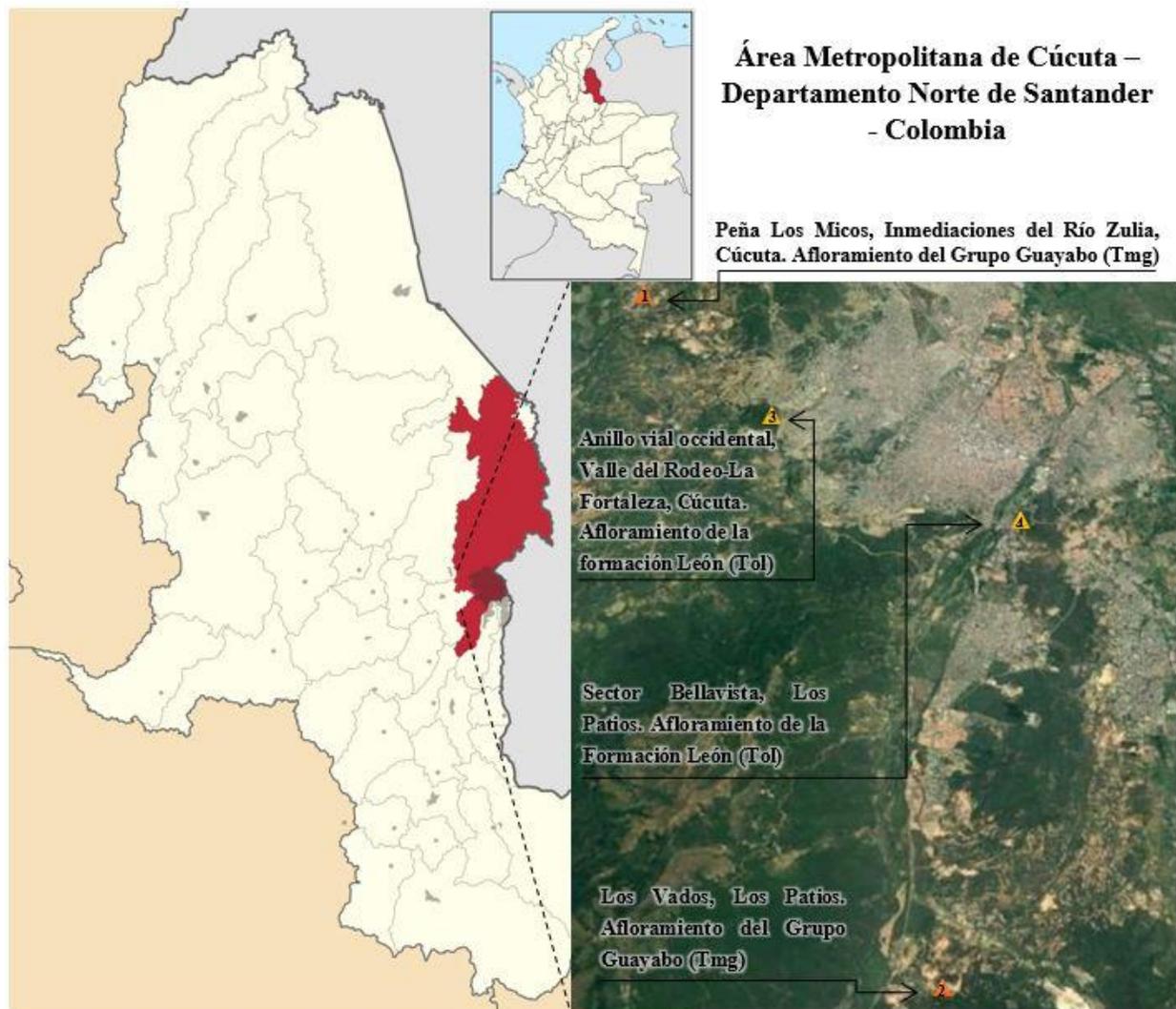


Figura 7. Ubicación geográfica parcial del área metropolitana de Cúcuta y las zonas de estudio, con referencia al departamento N.S. y al país.

Fuente: mapa de Wikipedia, Fotografía satelital Google Earth - Adaptación propia.

Demarcación de las zonas de estudio. Afloramientos del Grupo Guayabo: 1, Vereda Pico de Águila – Cerro Los Micos, al occidente de Cúcuta, en inmediaciones del Río Zulia; 4. Vereda Los Vados – Municipio de Los Patios; Afloramientos de la Formación León: 2. Anillo vial occidental de Cúcuta – Zona Valles del Rodeo-Fortaleza y, 3. Barrio Bellavista, al norte del municipio de Los Patios.

Las áreas de fueron seleccionadas, en función a la proximidad con la ciudad capital, la accesibilidad al afloramiento superficial de las formaciones León y Guayabo, y la referencia de ser sectores de potencial expansión urbana, un total de cuatro (4) puntos de muestreo. Dos puntos de evaluación fueron localizados en el municipio de Los Patios y dos puntos se establecieron en predios del municipio de Cúcuta. Ver Figuras 8, 9, 10 y 11.

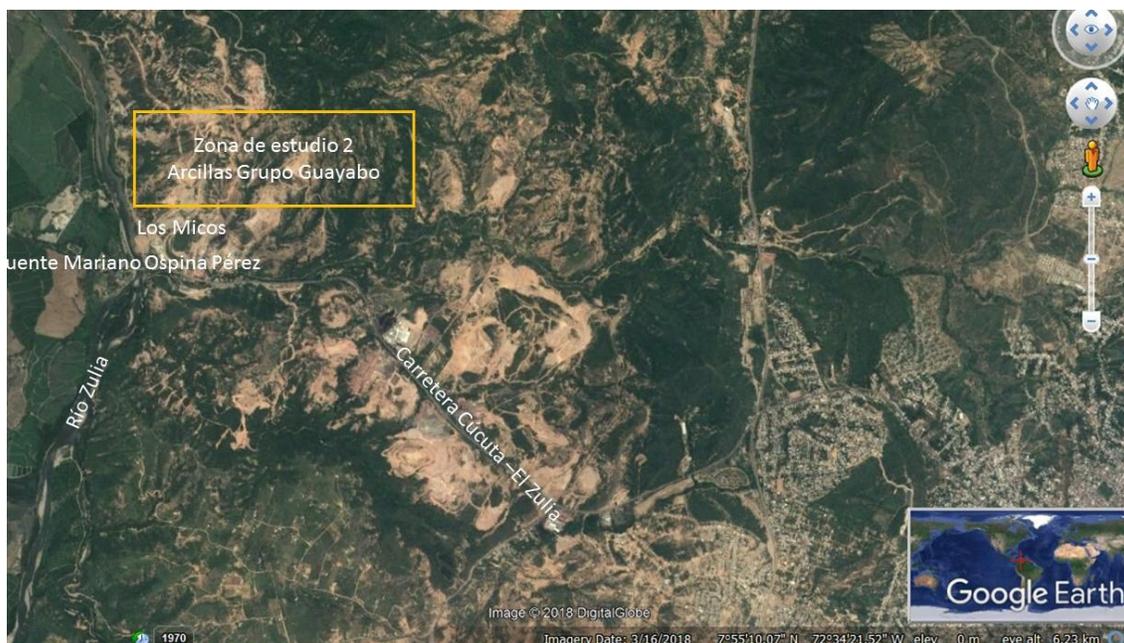


Figura 8. Vereda Pico de Águila, Zona Peña Los Micos -Ladrillera ARCIGRES (frontera Cúcuta-El Zulia). Afloramiento de arcillas de Grupo Guayabo.

Fuente: Google Earth - Adaptación propia.

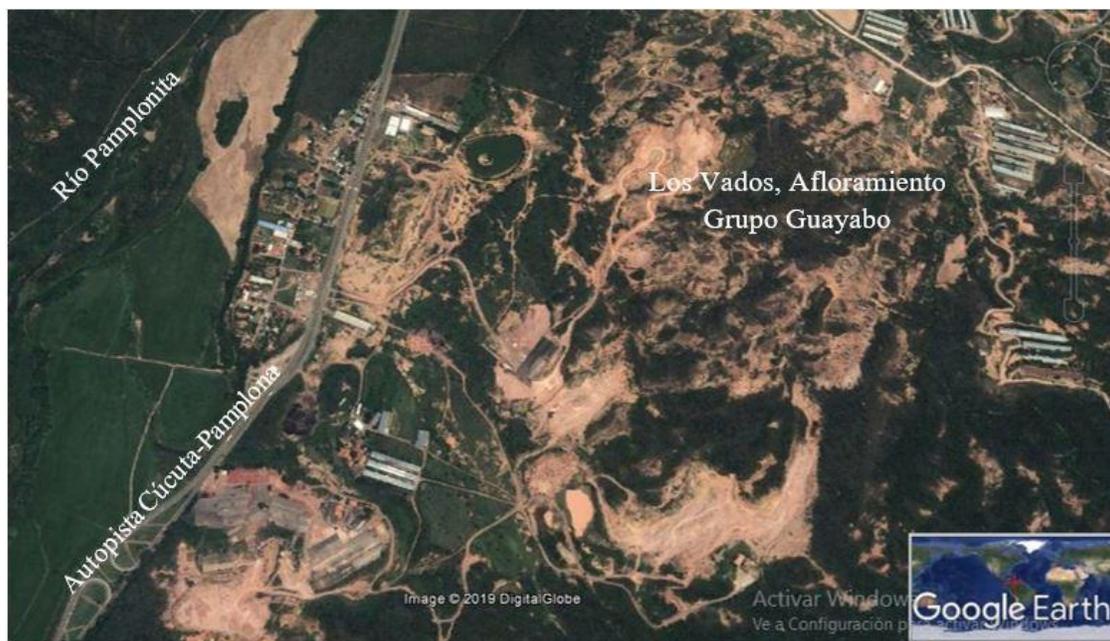


Figura 9. Zona de los chircales – sector de Los Vados, Los Patios, N.S. Afloramiento de arcillas de Grupo Guayabo.

Fuente: Google Earth - Adaptación propia.

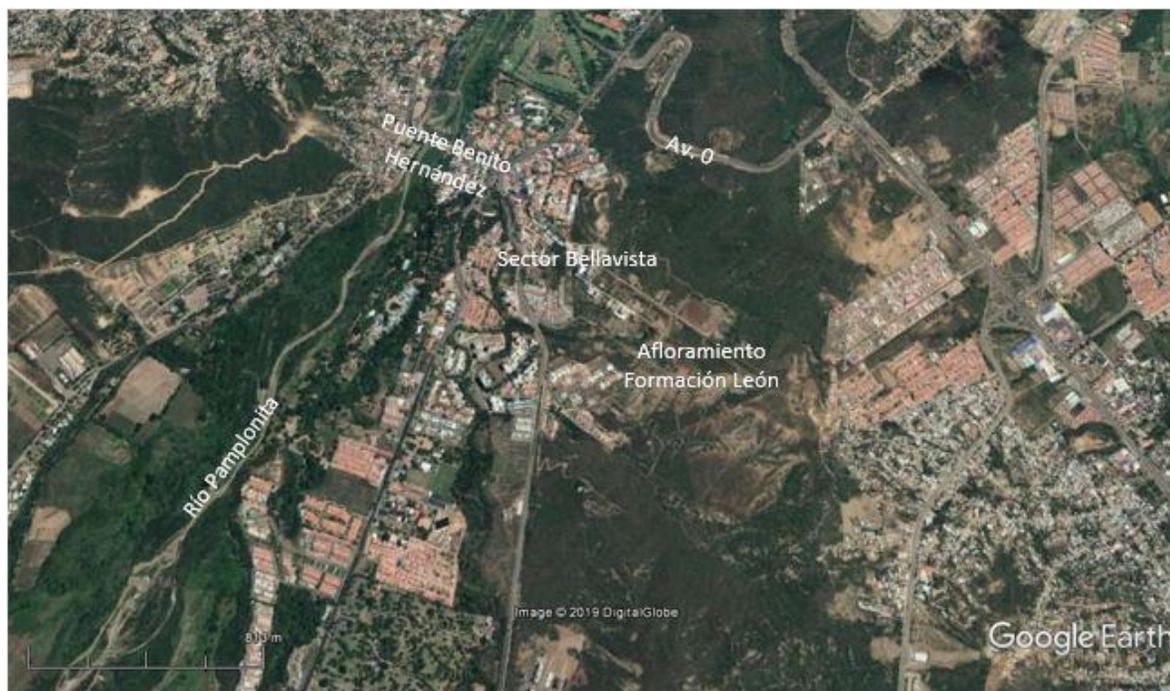


Figura 10. Zona Bellavista, Municipio Los Patios, N.S. Afloramiento de arcillas de la Formación León, Tol.

Fuente: Google Earth - Adaptación propia.

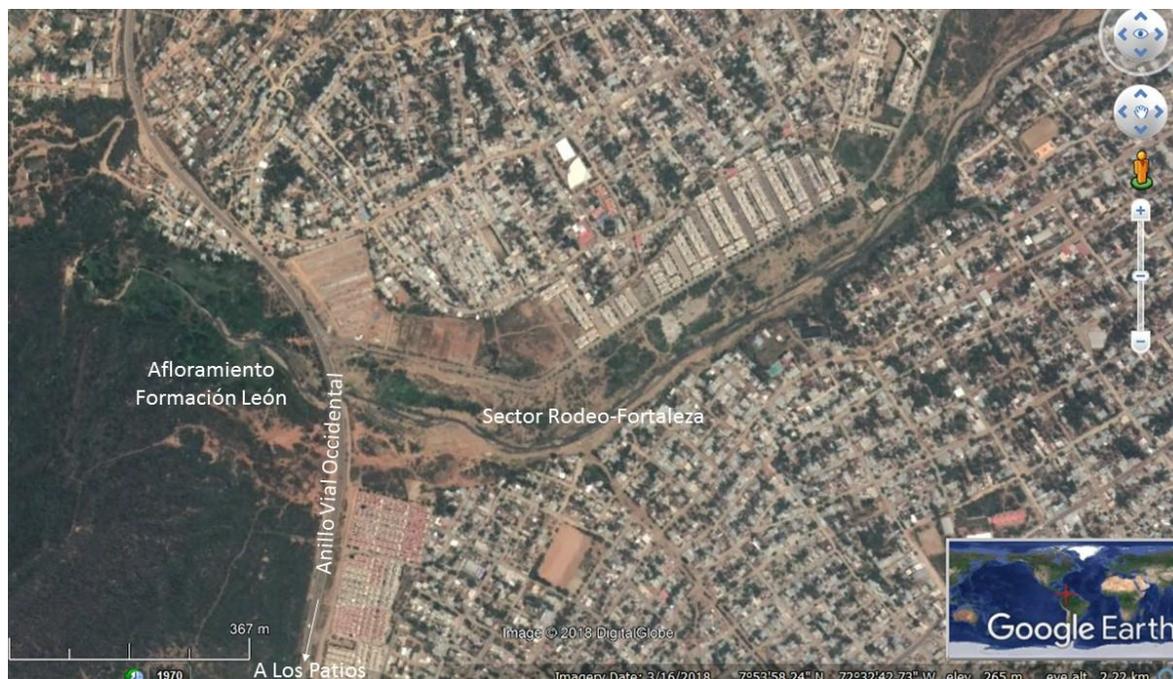


Figura 11. Anillo Vial Occidental - Zona El Rodeo-Fortaleza, Municipio Cúcuta, N.S.
Afloramiento de arcillas de la Formación León, Tol.
Fuente: Google Earth - Adaptación propia.

3.1. DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA

El relieve del área metropolitana de Cúcuta está caracterizado por valles aluviales amplios de los Ríos Pamplonita, Táchira y El Zulia, delimitados por colinas de baja altura, que se extienden principalmente con rumbo sur-norte, influenciados en su morfometría por procesos exógenos (erosión y meteorización) sostenidos durante grandes lapsos de tiempo (Pedroza R. Á. , 1998). Las colinas forman parte de estribaciones de la cordillera oriental colombiana, que en el área de Cúcuta se bifurca para dar paso a la Serranía del Perijá y a los Andes Venezolanos.

En el área de Cúcuta afloran geomédios esencialmente de tipo sedimentario, de edad cuaternaria, terciaria y cretácica. Sin embargo, las corrientes de aguas superficiales antes nombradas, que dan nombre a los valles presentes en el área metropolitana de Cúcuta, arrastran fragmentos pétreos de origen ígneo y metamórfico, además, de los sedimentarios, como

consecuencia del trabajo geológico de los precitados ríos, en las zonas de Pamplona, Salazar, Arboledas, etc., por donde cruzan antes de pasar por los municipios del área metropolitana (Pedroza R. Á. , 1998)

En el sentido de lo expuesto, los procesos denudativos en rocas ígneas y metamórficas, sumados a la erosión diferencial de las rocas sedimentarias, han moldeado el relieve regional y local, dando origen a filas, vigas, crestas homoclinales abruptas, crestones, espinazos y cuestras complementados por los vallecitos, glacis coluviales, abanicos y terrazas, producto de los procesos agradacionales que configuran el paisaje de lomerío del área metropolitana de Cúcuta (CIAT - CGIAR, 2011).

Los ramales de la cordillera con geometría de lomerío son áreas de alturas no mayores a 400 metros, con lomas onduladas a escarpadas, de cimas agudas, conformadas por sedimentos terciarios y/o cretácicos, especialmente areniscas y lutitas en gran proporción; con relieves de cuestras, crestones y flatirones producidos por movimientos en masa, escurrimiento difuso y acción tectónica, de sedimentos con intercalaciones de areniscas y lutitas; glacis inclinados procedentes de depósitos aluvio-coluviales ricos en cuarzo; y vallecitos entre las depresiones de las lomas (CIAT - CGIAR, 2011). Los valles entre montañas y lomeríos delimitan relieves de terrazas y vegas, que tienen como ejes los cauces de los ríos Zulia, Pamplonita y Táchira, topográficamente de planos a inclinados, alargados y de depósitos aluviales heterométricos no consolidados del cuaternario (CIAT - CGIAR, 2011).

3.2. CLIMA

El área de estudio (zona metropolitana de Cúcuta) corresponde a un piso térmico bmst (bosque muy seco tropical), caracterizado por temperaturas superiores a 30°C, precipitación

menor a 1000mm, dando origen a un clima cálido seco, topográficamente cotas inferiores a 500m.s.n.m., alto brillo solar, fuertes vientos, suelo ácido y vegetación xerofítica¹. (Pedroza R, Álvaro, 1983). La zona presenta un déficit de humedad en casi todo el año y, en ella abundan los arbustos espinosos y cactáceos (CIAT - CGIAR, 2011).

3.2.1. Precipitación.

Se caracteriza por tener un régimen bimodal de lluvias y sequía, con períodos lluviosos de marzo a junio y de septiembre a noviembre (CIAT - CGIAR, 2011). El régimen de humedad edáfico característico de las zonas secas, con pluviosidad inferior a 1,000 mm por año, se conoce como Ústico (CIAT - CGIAR, 2011)

3.2.2. Temperatura.

Las temperaturas que superan los 30°C en gran parte del año en el área de Cúcuta y sus zonas aledañas enseñan un ambiente seco propicio para el desarrollo de vegetación xerofítica y cactácea, propia de bosque seco tropical (CIAT - CGIAR, 2011).

3.2.3. Humedad relativa.

La ciudad de Cúcuta y sus alrededores presentan una humedad relativa del 72% (CIAT - CGIAR, 2011), explicado por el poder de captación de vapor de agua alto en la atmosfera y, las corrientes de aire abundantes en la zona. Tales condiciones inciden directamente en los sofocantes calores reinantes.

3.3. HIDROGRAFÍA

Los ríos que conforman los valles del área metropolitana de Cúcuta (Zulia-Pamplonita y Táchira) pertenecen a la cuenca del Lago de Maracaibo, así: el R. Táchira entrega sus aguas al R.

¹ Xerofítica: vegetación arbustácea, leñosa, de tallo delgado.

Pamplonita, éste las lleva hasta el R. Zulia y, éste a su vez, las entrega al Río Catatumbo, el cual desemboca finalmente en el Lago de Maracaibo. Se trata de ríos de régimen torrencial, con sendas avenidas en épocas de lluvia y prácticamente sin agua, en época de sequía. La urbanización del área metropolitana de Cúcuta, dinamizada por la migración del campo a la ciudad, ha desmejorado sustancialmente las microcuencas y acelerado el deterioro de estas. Los ríos Pamplonita y Zulia son fuentes de captación del agua que se potabiliza para consumo humano en la ciudad de Cúcuta. Con crecidas súbitas en épocas lluviosas y poca agua en temporadas de sequía, además, como consecuencia de la densidad poblacional a lo largo de los recorridos de cada río la calidad de sus suelos ha disminuido por la permanente erosión en sus riveras (CIAT - CGIAR, 2011; Pedroza R. Á. , 1998).

3.4. GEOLOGÍA

El área metropolitana de Cúcuta, en el sector centro oriente del Departamento Norte de Santander, está localizada en el vértice del bloque triangular tectónico del Lago de Maracaibo, conformado por las fallas Bucaramanga – Santa Marta, que corre en dirección sureste – noroeste, el conjunto de fallas Boconó-Uribante Caparo-Aguas Calientes, que se extienden nororientesuroeste y el sistema de fallas Montes de Oca, en dirección este-oeste.

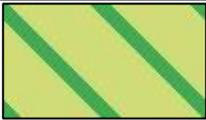
En el vértice sur del bloque triangular se encuentra el macizo de Santander, al cual pertenece el enclave de Bucaramanga, con su nido sísmico, y la ciudad de Cúcuta, entre otras poblaciones (Niebles, Sanguino y Pedroza, 2015).

La Tabla 3 condensa las litologías (cuaternarias, terciarias y cretácicas) definidas en el mapa geológico colombiano aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta. De acuerdo con la descripción geológica que brinda el mapa, cuatro de las unidades lito estratigráficas allí

presentadas, corresponden a ambientes sedimentarios de tipo transicional marino (tm), continental (c) y continental transicional (ct). Dos unidades adicionales a las expuestas están conformadas por sedimentos recientes y, son de tipo aluvión (al) y de abanico (ca).

Tabla 3.

Descripción de las unidades cronoestratigráficas presentes en el área metropolitana de Cúcuta según el Servicio Geológico Colombiano, 2015.

<i>Unidad cronoestratigráfica</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Edad</i>	<i>Descripción</i>
	b6k6-Stm	Albiano-Maastrichtiano	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas.
	E1-Sc	Paleoceno	Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas.
	e6e9-Sct	Bartoniano-Chatiano	Arenitas de grano fino a conglomeráticas interestratificadas con arcillolitas y limolitas. Ocasionalmente, lentes de hierro oolítico y carbón.
	E3N1-Stm	Oligoceno-Mioceno	Intercalaciones de arenitas localmente conglomeráticas, lodolitas y arcillolitas. Ocasionalmente, delgadas capas de carbón.
	Q-al	Cuaternario	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales.
	Q-ca	Cuaternario	Abanicos aluviales y depósitos coluviales.

Nota. Fuente: adaptado de Servicio Geológico Colombiano, SGC. 2015. Mapa geológico de Colombia.

3.4.1. Estratigrafía regional.

El área metropolitana de Cúcuta, localizada hacia el noreste del país, en el punto donde la cordillera oriental se bifurca para dar paso a la cordillera de los andes venezolanos y, a la serranía del Perijá, se desarrolla sobre terrenos cuaternarios y terciarios bañados por los ríos Táchira, Pamplonita y Zulia, y delimitados por el costado oriental con el Estado Táchira de la

República Bolivariana de Venezuela. En términos geológicos, los cascos urbanos de los municipios del área metropolitana en referencia (Cúcuta, Villa del Rosario, Los Patios, El Zulia, San Cayetano) han sido desarrollados sobre afloramientos cuaternarios (especialmente de tipo aluvial y coluvial) y terciarios; a esta última edad corresponden los sedimentos limosos, arenosos, arcillosos, shales y carbonáceos, que integran las formaciones del Grupo Guayabo, de período mioceno, la Formación León, de período Oligoceno y, la formación Mirador del período eoceno. (Flórez G., Medrano, Sarmiento M., & Lozano L., 2005; Pedroza R., Ibarra A., & Ruiz H., 1989).

En terrenos rurales de los distintos municipios del área metropolitana de Cúcuta, afloran igualmente otras formaciones terciarias (Carbonera y Cuervos) y formaciones Cretácicas (Luna y Colón, preferentemente). En las siguientes líneas se presenta una breve descripción de las principales formaciones geológicas aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta.

3.4.1.1. Formación Carbonera, Tec.

Notestein et al. (1944) dio nombre a la Formación Carbonera en razón a la Quebrada Carbonera, afluente del Río Zulia, en el flanco oriental del anticlinal La Petróleá de la Concesión Barco, donde se presenta su sección más representativa. Esta formación la componen una secuencia de lodolitas grises a gris verdosas, con intercalaciones de areniscas arcillosas; presenta capas de carbón en las partes inferior y superior (Royero & Clavijo, 2001). Ward et al. (1973) menciona que en la sección tipo del manto se presentan además algunas capas delgadas de caliza en los intervalos carboníferos y raras zonas glauconíticas de limitada extensión lateral y según De Porta et al. (1974) su espesor total varía entre 410 y 560 m, mientras que Royero & Clavijo (2001) estiman un espesor entre 410 y 720 m.

La Formación Carbonera descansa concordantemente sobre la Formación Mirador; este límite está marcado por la presencia de las primeras areniscas gruesas de la Formación Mirador (INGEOMINAS, 1967). Su contacto superior es concordante con la Formación León y se marca donde ocurre el cambio de las arcillas pizarrosas puras de esta formación a los sedimentos más arenosos de la Formación Carbonera.

Notestein et al. (1944) le asigna a esta unidad Eoceno superior a Oligoceno inferior, con base en estudios paleontológicos de gasterópodos y lamelibranquios en el área de la Concesión Barco, la cual fue confirmada posteriormente por Van der Hammen (1958). Los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente continental a localmente epicontinental (Royero & Clavijo, 2001).

3.4.1.2. Formación León, Tol.

Inicialmente, esta unidad fue definida en 1931 por Hedberg (en De Porta et al., 1974) y, posteriormente, redefinida por Notestein et al. (1944) en el área de la Concesión Barco. La localidad tipo se encuentra en la quebrada León, afluente del río Zulia, donde está compuesta predominantemente por lodolitas grises y gris verdes, con escasas intercalaciones de areniscas de cuarzo, grises, grano fino a medio (Royero & Clavijo, 2001).

INGEOMINAS (1967) en el informe del cuadrángulo G-13 Cúcuta menciona un espesor promedio de 545 m. El contacto inferior con la Formación Carbonera es normal y se marca donde ocurre el cambio de las areniscas de esta a las lodolitas de la Formación León. El contacto superior es concordante con el Grupo Guayabo.

Notestein et al. (1944) con base en fauna y Van Der Hammen (1958) con datos palinológicos establecen una edad Oligoceno medio. De acuerdo con las características

litológicas de esta unidad, Royero (2001) sugiere un ambiente de depositación transicional deltaico.

Los sedimentos de esta formación afloran en diferentes sectores del área metropolitana de Cúcuta. En este estudio se tomaron como referentes las arcillolitas microlaminadas, abigarradas, plásticas, con lentes de yeso embebido entre láminas de arcilla, aflorantes en el anillo vial occidental (sector Valles del Rodeo-Fortaleza) y, en el sector Bellavista, al norte del municipio Los Patios o sur oriente del municipio de Cúcuta. Figuras 7, 10 y 11

3.4.1.3. Grupo Guayabo, Tmg.

Deriva su nombre del cerro Guayabo, en el Distrito Colón, Venezuela. Notestein et al. (1944) emplean el término para el área de la Concesión Barco; Van Der Hammen (1958) tomó como sección tipo para Colombia la sección expuesta en la quebrada León, aunque en esta sección faltaría la parte superior de la unidad. En general está compuesta de base a techo por arcillas arenosas y grises con areniscas (186 m), arcillas y arcillas arenosas con algunas areniscas (181 m), areniscas y localmente arcillas moteadas (436 m) (De Porta, y otros, 1974). Van Houten & James (1984) redefinen el Grupo Guayabo en cercanías de Cúcuta, dividiéndolo de base a techo en tres formaciones: Cúcuta (Lodolitas en capas planas paralelas, con intercalaciones delgadas de areniscas), Cornejo (Lodolitas alternadas con areniscas y capas ferruginosas) y Urimaco (conformada por conglomerados, areniscas y lodolitas moteadas).

Las arcillas del Grupo Guayabo (de período mioceno del terciario) aflorantes en el área metropolitana se componen de una serie alternada de areniscas de grano fino a medio, con media a alta cementación y arcillolitas plásticas de tono pardo, (Pedroza Rojas, 2002).

Aflora extensamente en la plancha 99-Villa del Rosario, especialmente al Este del

Río Pamplonita, la unidad está constituida en general por areniscas de color blanco a gris, grano fino a grueso, micáceas, con intercalaciones de lodolitas grises.

El Grupo Guayabo reposa concordantemente sobre la Formación León; el límite es nítido cuando los niveles de arenas del Grupo Guayabo descansan sobre las shales de la Formación León. La parte superior de la formación está en discordancia angular con los depósitos cuaternarios.

La edad del Grupo Guayabo ha sido considerada del Oligoceno superior-Mioceno, basada en estudios de fósiles (foraminíferos), efectuados por autores como James (1977) y Van Houten y James (1984), entre otros (Royero & Clavijo, 2001).

En la presente investigación fueron tomadas muestras de sedimentos arcillosos del grupo Guayabo aflorantes en la Vereda Pico de Águila, sector La Peña Los Micos y, en Los Vados, al sur del casco urbano del Municipio de Los Patios, al occidente de la ciudad de Cúcuta en frontera con el río Zulia. Ver Figuras 7, 8 y 9.

3.4.1.4. Depósitos cuaternarios (*Qal, Qc, Qt*).

En el área metropolitana de Cúcuta se observan depósitos sedimentarios del cuaternario reciente que cubren discordantemente a los sedimentos terciarios (sector urbano) y, terciario y cretácico (sector rural). Tales sedimentos cuaternarios son variados en su origen y se presentan ampliamente distribuidos a lo largo de los valles de los ríos Zulia, Pamplonita y Táchira y de las principales quebradas que surcan el área. Los depósitos cuaternarios de mayor extensión son diferenciados y mostrados en los mapas confeccionados por el servicio geológico colombiano, entre los que se destacan las siguientes unidades dominantes:

Terrazas y Conos de Deyección (Qt_f), compuestas por cantos subredondeados a redondeados embebidos en una matriz limo arenosa, usualmente de color rojizo, correspondiente

a depósitos no consolidados de abanicos aluviales, terrazas y coluviones; frecuentemente se asocia al pleistoceno.

Los *Depósitos aluviales recientes (Qal)* está integrada por depósitos aluviales o sedimentos arrastrados por las corrientes de agua superficial. Se aprecian a lo largo de las principales corrientes en terrazas bajas, formadas por mezclas de sedimentos redondeados a subredondeados, de diferente gradación y composición, incluidos sobretamaños tipo canto y bloques de diferentes tamaños embebidos en una matriz arcillo arenosa. Es la unidad más joven, que aún continúa sedimentando en los principales cauces de agua. Esta unidad (Qal) se aprecia en los albardones, orillares, entre otros depósitos comunes de sedimentos en los Ríos Pamplonita, Táchira y Zulia y quebradas afluentes.

Otro depósito de sedimentos recientes son los *Coluviones (Qc)*, que se presentan en los pies de las laderas, normalmente son depósitos caóticos y de muy poca extensión; en general, no todos pueden ser cartografiados debido a la escala de trabajo empleada. En Algunos sectores estas unidades se ven afectadas por neotectonismo, por lo cual pueden tener problemas de estabilidad asociada a fallas activas típicas de la tectónica regional. Los depósitos de sedimentos coluviales y derrubios están asociados a procesos denudacionales y fallas, dispuestos en terrenos en pendiente que gravitan direccionados por la gravedad, los cuales son agrupados como depósitos coluviales del cuaternario (Qc). La acumulación de tales productos de procesos exógenos (erosión y meteorización) conforman una morfología ondulada que contrastan con las áreas montañosas y se componen por sobretamaños de diferente composición, embebidos en matriz fina mixta (limo arcilloso). A este grupo pertenecen el complejo de cantos y limos rubificados que yacen en toda el área metropolitana sobre sedimentos terciarios.

Existe igualmente un importante depósito de *terrazas aluviales antiguas y recientes (Qt)*, de composición heterogénea en textura y naturaleza (sobretamaños, gravas y arenas, limos y arcillas), corresponde a la acumulación de sedimentos dejados por las corrientes de agua, que luego cambian de curso. La Figura 12 ilustra una sección del mapa geológico G13, editado por el Servicio Geológico Colombiano (anterior INGEOMINAS), mostrando los sedimentos cuaternarios (Qco, Qal, Qt), y terciarios (grupo Guayabo y Formación León), aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta.

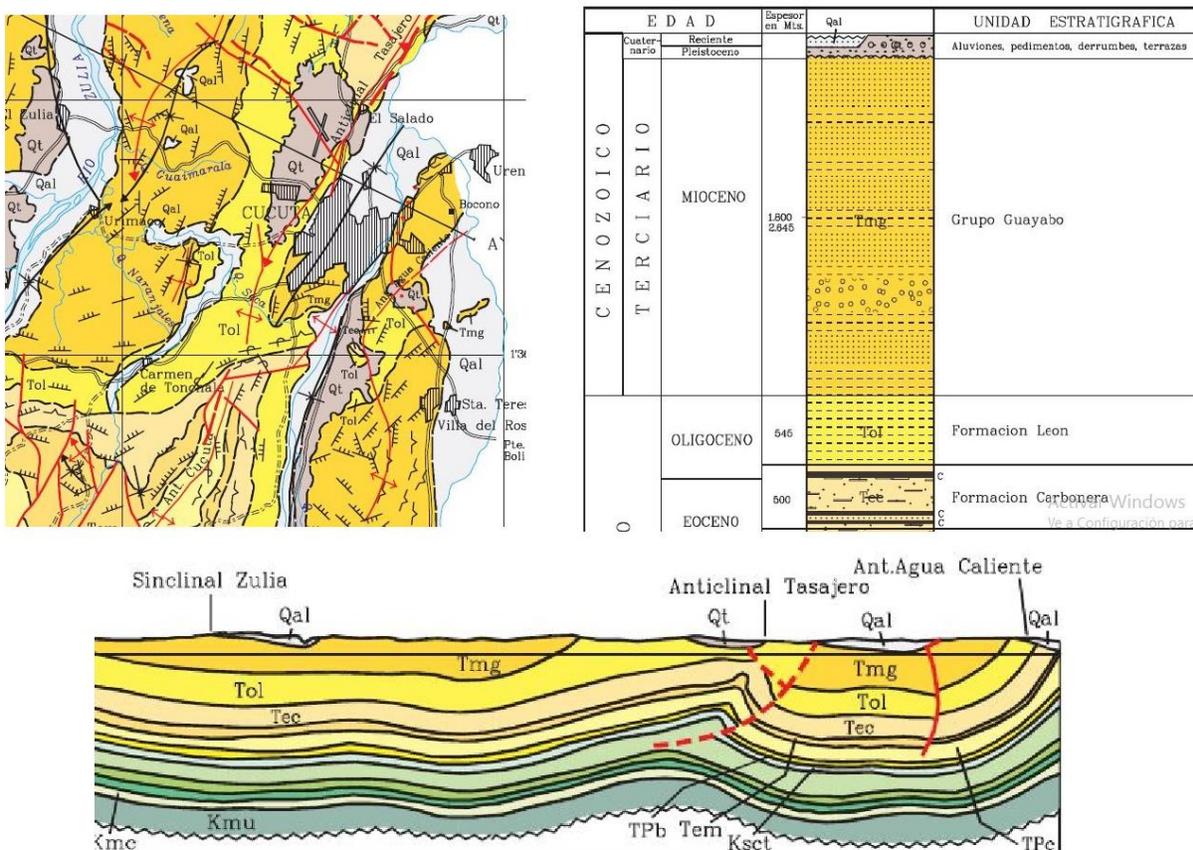


Figura 12. Vista en planta, perfil estratigráfico y corte transversal de la distribución de las unidades geológicas que principalmente afloran en el área metropolitana de Cúcuta. Fuente: adaptado de INGEOMINAS. 1998. Geología del cuadrángulo G-13 Cúcuta.

3.4.2. Estructuras geológicas.

Diederix et al. (2009), reportan las estructuras geológicas más destacadas en el área, las cuales llevan una orientación general NNE, tales como el Sinclinal del Zulia, Anticlinal de la Mucurera, Sinclinal de Oripaya, Anticlinal de Tasajero, Sinclinal de Pamplonita, Anticlinal de Ricaurte, Falla Tasajero, Falla Tasajero Norte, y las fallas de Cúcuta, Aguascalientes y El Lomito.

De tales estructuras geológicas, se destaca la Falla Tasajero (sin evidencia de actividad reciente), la cual es una falla de cabalgamiento con extensión de 37.5 km, con dirección de buzamiento azimutal de 295° y, con un desplazamiento estimado en 2 km aproximadamente. Esta estructura geológica conecta la deformación compresiva acumulada por las fallas de Las Mercedes, Icuperena, Aguardiente y Sistema de Fallas del Zulia al occidente de la plancha 88 – Cúcuta, con la Falla de Piedemonte Occidental que se extiende a Venezuela. Al sur de la plancha 88, se registran las fallas de Aguascalientes, Cúcuta y El Lomito, de carácter neotectónico, como una extensión de la Falla de Boconó de rumbo-dextral. Ver Figura 13.

En la Figura 13, el simbolismo numérico está referido a las siguientes estructuras geológicas: 1. Falla Tasajero Norte, 2. Falla Tasajero, 3. Falla Cúcuta, 4. Falla Aguascalientes, 5. Falla El Lomito, 6. Falla Puerto Nuevo, 7. Falla Piedemonte Occidental, 8. Falla San Faustino, 9. Falla Las Blanquitas, 10. Sinclinal de Cúcuta, 11. Anticlinal Tasajero, 12. Anticlinal y sinclinal de Santa Rosa, 13. Sinclinal de Oripaya, 14. Anticlinal Mucurera, 15. Anticlinal de La Floresta, 16. Sinclinal del Zulia.

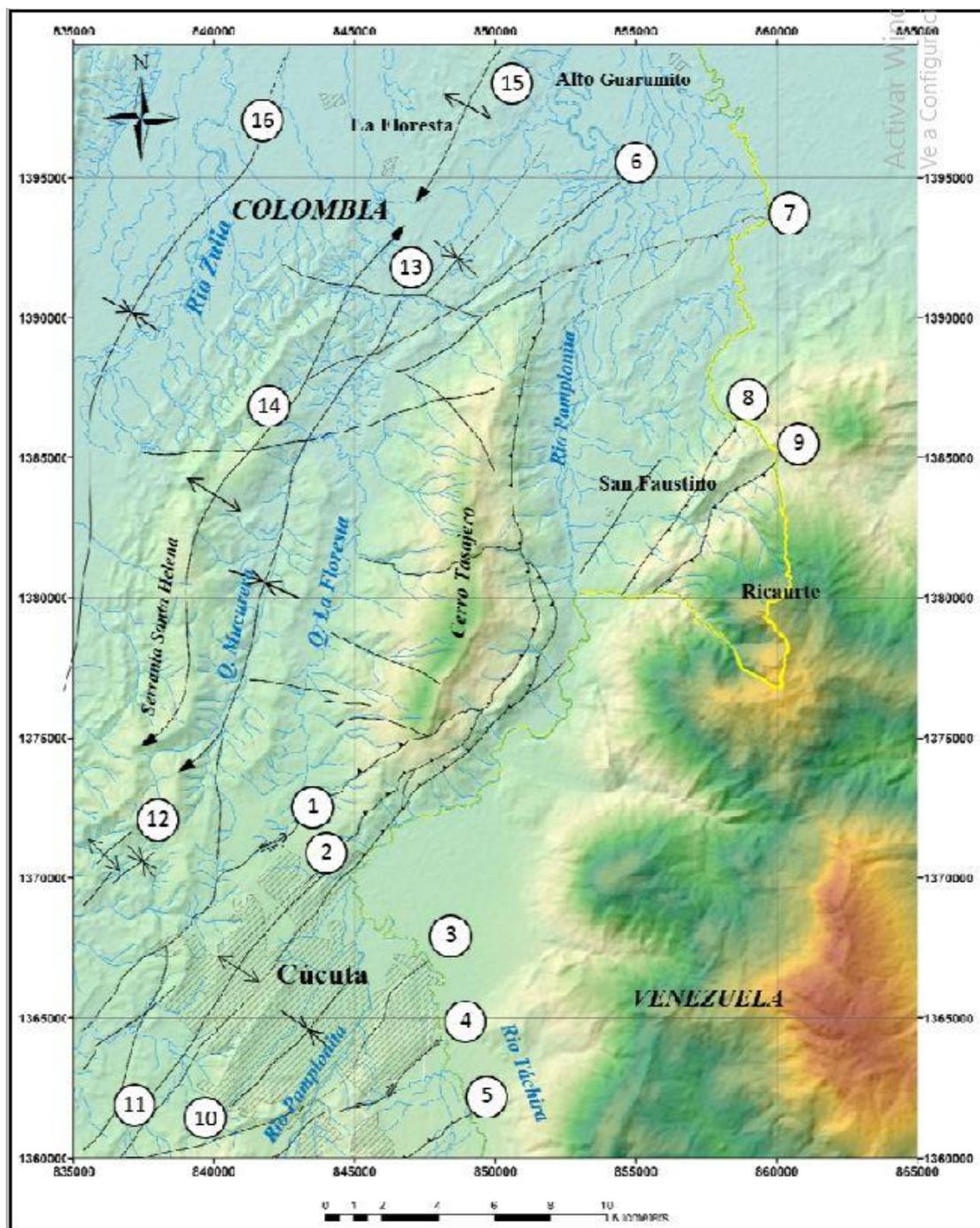


Figura 13. Estructuras geológicas destacadas en la plancha 88 sobre un modelo digital de elevación.

Fuente: Servicio Geológico Colombiano: Geología de la Plancha 88 – Cúcuta a escala 1:100.000 Departamento de Norte de Santander – Colombia. 2016. Estructuras principales en la plancha 88 sobre modelo digital de elevación. [Figura 60].

Oviedo Reyes (2015) registra el detalle neotectónico propuesto por Diederix et al. (2009) quienes proponen que el Sistema de Fallas de Boconó en Colombia lo integran dos trazas principales: la Falla Palo-Colorado definida por Boinet en 1985, (citado en Diederix., 2009) y nombrada por Diederix et al. (2009) como Falla Palo Colorado-Boconó y la Falla Aguascalientes. Por su parte, Audemard (2014) plantea que la Falla de Boconó continúa en territorio colombiano como el Sistema de Fallas de Chinácota – Bramón (Ver Figura 14).

Clavijo (1994) señala que la región situada al oriente del departamento de Norte de Santander se caracteriza por fallas inversas y pliegues amplios (anticlinales, sinclinales). Las fallas de Las Mercedes, Gramalote, Aguardiente son las estructuras que más influencia en la deformación de la región a causa de la compresión regional con una fuente ubicada en el occidente del país por el Bloque Choco-Panamá. Clavijo (1994) considera a la Falla de Aguardiente como un Sistema de Fallas de tipo inverso y de cabalgamiento. En la zona estudiada por Oviedo Reyes (2015), recuadro punteado en la Figura 14, el fallamiento pone en contacto rocas del Cretácico inferior con rocas del cretácico superior y en la franja norte rocas del cretácico inferior con rocas del Paleógeno. El bloque levantado concuerda topográficamente con la Serranía de Aguardiente que presenta la topografía más alta en la zona de estudio.

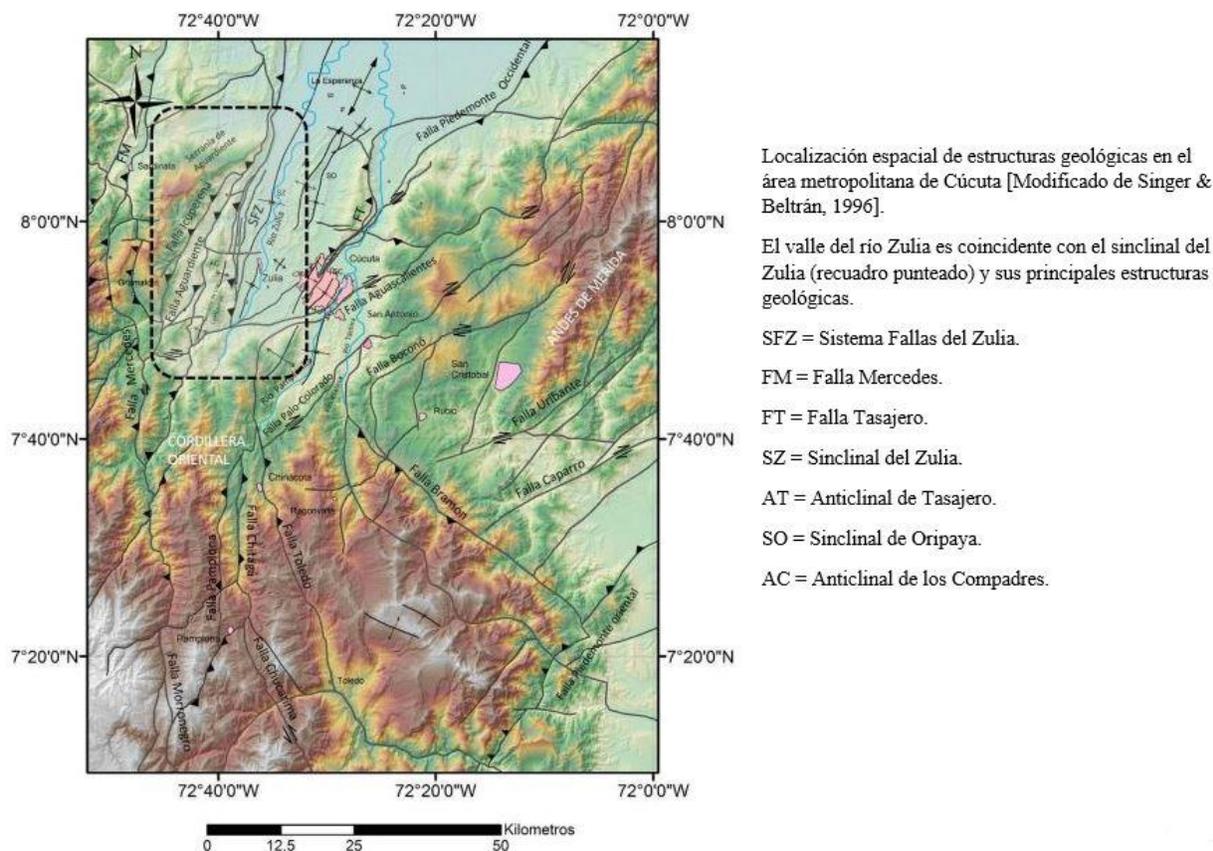


Figura 14. Mapa de ubicación espacial de los principales lineamientos de falla en la zona de estudio evaluada por Oviedo Reyes, 2015.

Fuente: adaptado de Oviedo Reyes, 2015. Mapa de localización y distribución de los principales trazos de falla en la zona de estudio propuesta. [Figura 2-4].

3.5. DEFINICIÓN GEOTÉCNICA DE LOS GEOMATERIALES OBJETO DE ANÁLISIS

Los dos geomateriales de prueba (arcillas del G. Guayabo y arcillas de la Formación León), procedentes de los sitios previamente indicados, son secuenciales en la escala de tiempo geológico y corresponden a sedimentos de edad terciaria; el primero más joven, data del período mioceno y el segundo de los nombrados, un poco más antiguo, corresponde al período oligoceno.

Salvo los materiales cuaternarios (Qt, Qco, Qal), conformados por mezclas de sobretamaños, gravas, arenas y finos combinados, en diferentes proporción, textura y naturaleza,

especialmente dispuestos en terrazas y en terrenos en pendiente, en una amplia zona de la geografía del área metropolitana de Cúcuta afloran las formaciones León y las que integran el Grupo Guayabo. En forma aproximada, los cascos urbanos de las poblaciones que conforman el área metropolitana mencionada pueden estar desarrollados en un 30% sobre sedimentos cuaternarios y en un 70% sobre los sedimentos arenosos y arcillolíticos de las formaciones terciarias aquí relacionadas. A partir de información producto de desarrollos investigativos llevados a cabo en la UFPS por diferentes autores [Peña R. G. et al. (2016), Flórez G. C. et al. (2005), Pedroza R. (Pedroza R. Á. , 1998)], se presentan, en la Tabla 4, algunas características generales tipo de cada una de las dos arcillas evaluadas en la presente investigación:

Tabla 4.

Comparación de propiedades físico químicas promedio de las arcillas aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta.

<i>Característica</i>	<i>Arcillas</i>	
Grupo o Formación de procedencia	Grupo Guayabo	Formación León
Acepciones de descripciones litológicas	<p>Capas masivas de arcillolita, alternadas con capas de arenisca.</p> <p>Arenas friables de color pardo a gris claro, limolitas arcillolitas, y arcillas arenosas grises con algunos horizontes de arcillas verdes y abigarradas.</p> <p>Arcillolitas abigarradas y lutitas pardas y grises con intercalaciones de arenisca arcillosa en parte conglomerática.</p>	<p>Capas microlaminadas de arcillolita, con lentes de yeso y ocasionalmente carbonáceos embebidos entre láminas.</p> <p>Shales gris y pardo, moteado, con niveles de areniscas arcillosas.</p> <p>Está compuesta casi en su totalidad de arcillas pizarrosas de color gris a gris verdoso que presentan horizontes limolíticos hacia la parte baja y alta de la misma.</p>
Clasificación en cuanto a plasticidad	Arcillas delgadas o magras (debido a la mezcla natural con sedimentos más gruesos tipo arena).	Arcillas grasas. Untuosas en estado húmedo y friables en condición seca.

Esesor	El grupo tiene un promedio de 800m de espesor habiéndose encontrado espesores hasta de 2640 m al sureste de Cúcuta.	El espesor tiene un promedio de 545 m habiéndose observado espesores mayores más al norte en donde la Formación se vuelve más arenosa.
Período	Mioceno - Terciario	Oligoceno -Terciario
Color	Frecuente de tono pardo amarillento.	Abigarradas, amplio espectro de colores, con predominio del gris al gris verdoso y ocasionalmente púrpura.
LL	LL Arcilla F.L > LL Arcilla G. G	
IP promedio	IP Arcilla F.L > IP Arcilla G. G	
Actividad (A) expansiva	A Arcilla F.L > A Arcilla G. G	
Masa de suelo	Sedimentos finos de baja a media compresibilidad, baja a alta plasticidad.	Sedimentos finos de media alta compresibilidad, media a alta plasticidad.
% finos (PT200)	Máximo del 80%	Mínimo del 90%
Composición básica	Aluminosilicatos hidratados con presencia de algunas impurezas como sodio, hierro, potasio, calcio, titanio, entre otros.	Aluminosilicatos hidratados con presencia de algunas impurezas destacándose el yeso (sulfato de calcio), carbono, sodio, hierro, potasio, calcio, titanio.
Minerales de arcilla probables presentes	Illita - Caolinita	Illita - Montmorillonita
Contenido de materia orgánica	Bajo	Bajo
Susceptibilidad a la erosión (SE)	SE) Arcillas G. G < SE) Arcillas F. L	

Nota. Fuente: autores, con datos adaptados de Peña R. G. et al. (2016), Flórez G. C. et al. (2005), Pedroza R. Álvaro (1998).

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. TIPO DE ESTUDIO

La investigación adelantada, cuyos resultados son presentados en este informe, es de tipo descriptivo – experimental – correlacional, de acuerdo con los criterios de Hernández S. et al. (2006). Se realizaron pruebas de laboratorio orientadas a construir la curva de retención de humedad de las arcillas procedentes de las Formaciones León y Guayabo aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta, empleando las técnicas de papel filtro y placa de succión; fue medido el grado de relación y, evaluada la manera cómo interactúan las variables objeto de estudio entre sí. Dada la novedad del tema investigado, en el ámbito local, el estudio adelantado constituye una base de referencia para futuras investigaciones que deseen profundizar el tema de manera más rigurosa y elaborada. El proyecto incluye discusión y análisis de información y predicción e identificación de las relaciones existentes entre las distintas variables involucradas.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1. Población.

Los geomateriales arcillosos terciarios que conforman el Grupo Guayabo y la formación León, aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta, departamento Norte de Santander, constituyen la población universo analizada en este proyecto.

4.2.2. Muestra.

Dada la dificultad para establecer el tamaño de la población, esta fue asumida como infinita y, en procura de que cada elemento de la población tuviera igual oportunidad de ser seleccionado en la muestra, se planteó un muestreo de tipo aleatorio (Martínez Bencardino,

2012). Fue adoptado un nivel de confianza del 90% ($Z = 1.65$, de la Tabla 6), equivalente a tener un margen de error máximo aceptable del 10% ($e = 0.1$, de la Tabla 6), se estableció una probabilidad del 50% ($p = 0.5$) de que las muestras de arcilla procedentes de la misma formación presentan una curva de retención de humedad similar y que existe una probabilidad del 50% de que tal premisa no sea cierta, ($q = 0.5$).

Tabla 5.

Niveles de confianza para calcular el tamaño de la muestra.

<i>Variables</i>	<i>Niveles de confianza</i>				
	95%	90%	85%	80%	75%
Z^a	1.96	1.65	1.44	1.28	1.15
Z^2	3.84	2.72	2.074	1.64	1.33
e^b	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
e^2	0.0025	0.01	0.0225	0.04	0.0625

Nota. Fuente: adaptado de Murray R., 1976. Áreas bajo la curva normal tipificada de 0 a Z. [Apéndice C].

^a Z = variante estadística que expresa el nivel de confianza, la cual permite determinar el área bajo la curva probabilística de la tabla de distribución normal ordinaria (Murray R., 1976).

^b e = error de muestreo, complemento del nivel de confianza expresado en porcentaje (Martínez Bencardino, 2012).

Fue aplicada la ecuación (1) para estimar el tamaño de la muestra:

$$(1) \quad \eta_o = \frac{z^2 * p * q}{e^2} \rightarrow \eta_o = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2} \rightarrow \eta_o = 68.06$$

Para una confiabilidad del 90%, el tamaño de la muestra resultó ser 70 (aproximada al entero cercano), de esta manera, fueron tomadas 35 muestras por cada una de las unidades arcillosas de las formaciones geológicas evaluadas. De los especímenes del Grupo Guayabo, 21 fueron tomados en el sector de Los Vados, municipio de Los Patios y 14, procedieron de la vereda Pico de Águila, al occidente del municipio de Cúcuta; de las correspondientes a la formación León, 14 fueron extraídas del anillo vial occidental de Cúcuta, sector entre Valles del

rodeo y La Fortaleza y, del sector Bellavista, al norte del municipio de Los Patios. La Figura 15 presenta en paralelo los puntos de muestreo sobre imagen satelital de Google Earth y la geología según el Cuadrángulo Geológico G13 de Cúcuta, editado por INGEOMINAS (actual Servicio Geológico Colombiano).

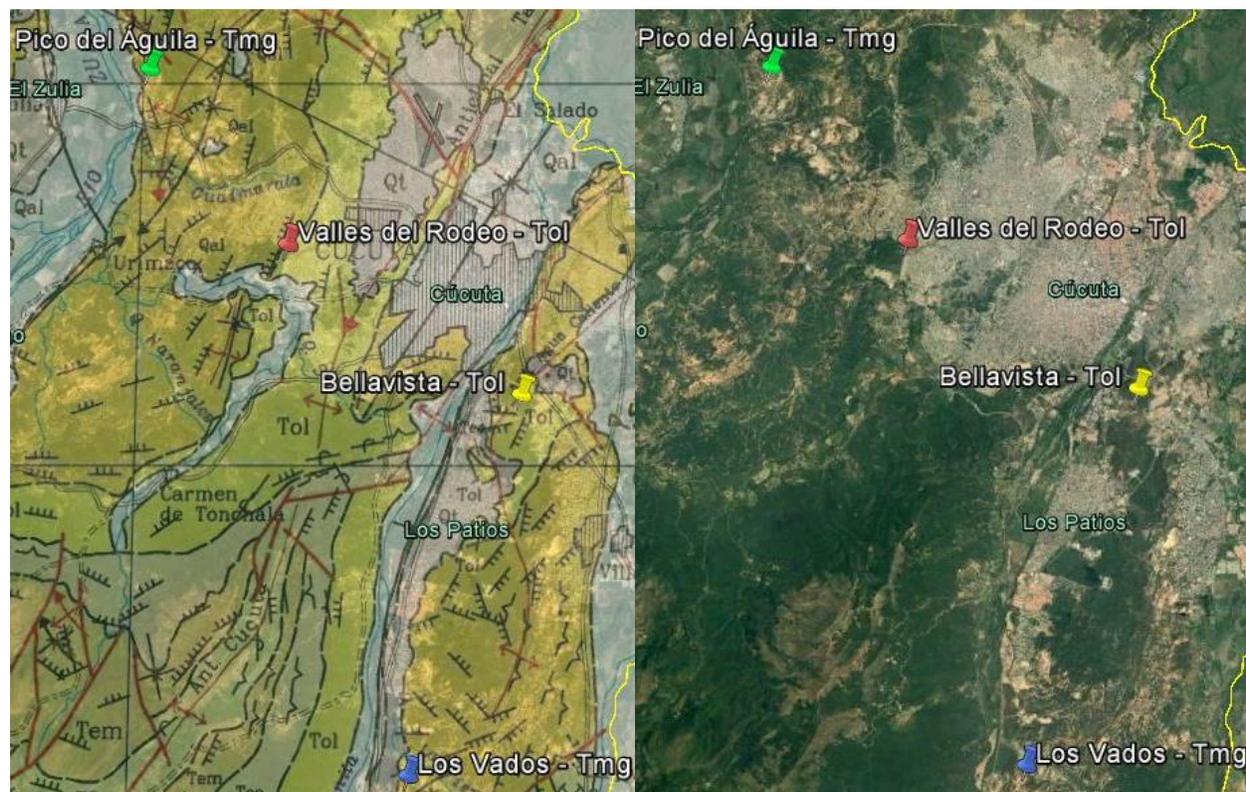


Figura 15. Ubicación de los sitios de muestreo en una superposición en Google Earth del cuadrángulo G-13.

Fuente: adaptación de INGEOMINAS. 1998. Geología del cuadrángulo G-13 Cúcuta; Google Earth – Adaptación propia.

4.3. FUENTES DE INVESTIGACIÓN

4.3.1. Fuentes secundarias.

Las fuentes secundarias de información corresponden a las referencias bibliográficas consultadas en bibliotecas y bases de datos, contenidas en libros, periódicos, páginas web y otros

materiales documentales (trabajos de grados, revistas especializadas, enciclopedias, artículos científicos), a los cuales se accedió a lo largo de la investigación.

4.3.2. Fuentes primarias.

Datos obtenidos directamente mediante la ejecución de ensayos de laboratorio y jornadas de campo, en el marco de la presente investigación.

5. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. EXPLORACIÓN Y TOMA DE MUESTRAS

En esta unidad se presenta el desarrollo de campo, el cual conllevó la exploración in situ y toma de muestras para ensayos. La elección de los sitios de estudio mencionados en líneas previas y descritos a continuación, obedeció a los siguientes criterios: Accesibilidad a afloramientos de las dos formaciones geológicas dentro del perímetro del área metropolitana de Cúcuta; representatividad de los sitios de muestreo de las arcillas de uso común en la región; áreas, relativamente amplias potencialmente urbanizables.

5.1.1. Urbanización Bellavista.

Los terrenos de expansión urbana situados al oriente de la urbanización en referencia, la cual se localiza al norte del Municipio de Los Patios, jurisdicción a la que pertenece, corresponden a uno de los cuatro sectores evaluados.

Al sitio se accede, desde la ciudad de Cúcuta, ingresando a la Urbanización, por la calle principal desde la Avenida Juana Rangel de Cuéllar (si se ha tomado la Avenida Cero), en inmediaciones del sector conocido como Pinar del Río. También, viniendo por la Avenida Libertadores, debe cruzarse el puente Benito Hernández para arribar a Pinar del Río y desde allí buscar la calle principal de Bellavista. El área de exploración y muestreo queda ubicada en la cumbre de la urbanización en terrenos que se extienden en dirección hacia zona rural del municipio de Villa del Rosario. En el área (que pertenece al municipio de Los Patios) aquí referida, la cual se encuentra urbanizada y hace parte de la zona de expansión, afloran sedimentos arcillosos de la Formación León (Tol). Este sector se caracteriza por el desarrollo de

varios complejos residenciales de alto valor económico, clasificados como estrato VI y es, uno, de los más valorados del municipio de Los Patios.

Bellavista es barrio fronterizo entre los municipios de Los Patios y Cúcuta y, entre los Municipios de Los Patios y Villa del Rosario. El sector explorado dista, en línea recta, aproximadamente 500m de la vía nacional que conduce de Cúcuta a Pamplona, por el costado occidental del barrio.

La Figura 16 ilustra la zona de exploración y muestreo en el Barrio Bellavista, Los Patios, N.S. Un total de 21 calicatas (apiques poco profundos) fueron espacialmente distribuidos.

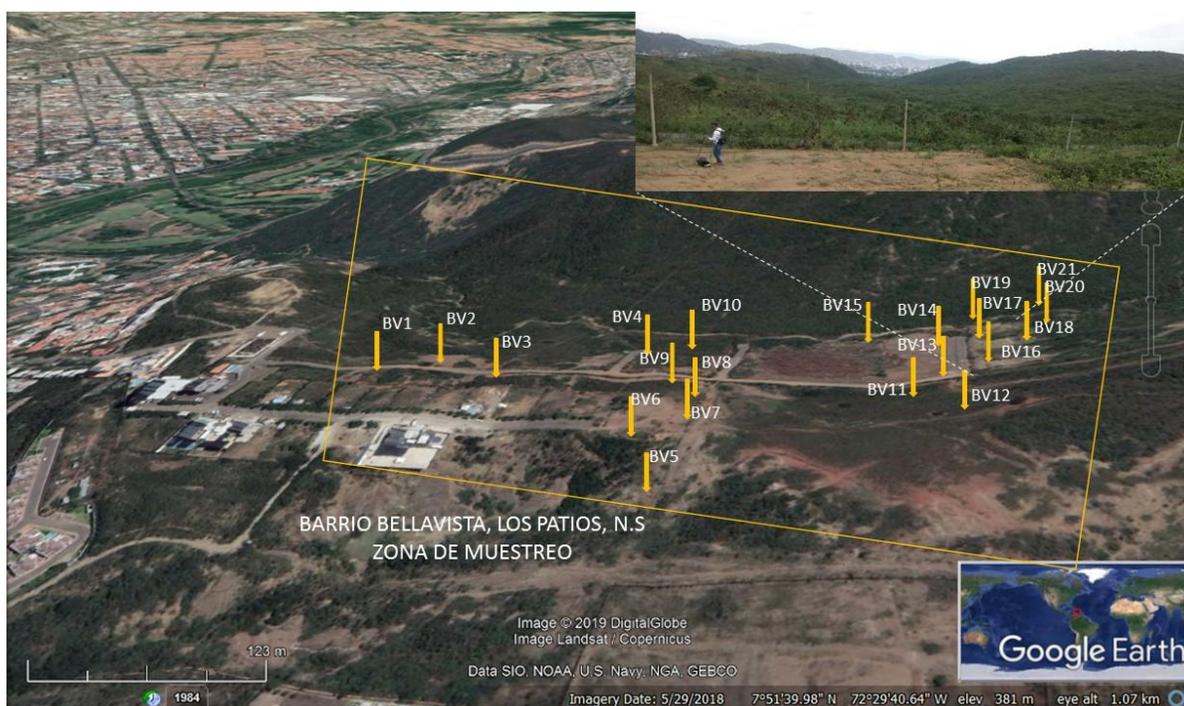


Figura 16. Área de extracción de muestras en Bellavista, Los Patios.

Fuente: Google Earth - Adaptación propia.

5.1.2. Los Vados, Vereda Pisa Real, Los Patios, N.S.

En los predios de la Industria Cerámica La Española, ubicada en el sector Los Vados, del municipio Los Patios, sobre la margen izquierda de la vía nacional Cúcuta-Pamplona-Bogotá,

afloran arcillas del Grupo Guayabo. En este punto de exploración y muestreo fueron localizadas 21 calicatas, las cuales fueron distribuidas según se ilustra en la Figura 17, en tres sitios dentro de los actuales frentes de explotación.



Figura 17. Distribución de calicatas de muestreo en el sector Los Vados, Los Patios, NS.
Fuente: Google Earth - Adaptación propia.

En la Figura 18 se muestran detalles de cada uno de los frentes de explotación y zonas en las cuales fueron extraídas las muestras de prueba.



Figura 18. Detalle de los frentes de explotación en Los Vados, de los cuales fueron extraídas las muestras.

Fuente: adaptación propia.

Nota. A = primer frente de explotación; B = segundo frente de explotación; C = tercer frente de explotación.

5.1.3. Valles del Rodeo – La Fortaleza, Cúcuta, N.S.

En dos sectores del sector del anillo vial occidental de la ciudad, fueron extraídas muestras arcillosas de la Formación León. El primer punto de muestreo se localizó en predios de la urbanización Valles del Rodeo y el segundo, a la entrada al barrio La Fortaleza. Sobre los taludes viales del corredor, que dejaron expuestos los geomateriales, se realizaron las zanjas calicatas de muestreo. En total se extrajeron catorce (14) muestras.

El sector donde se erige el Barrio La Fortaleza se caracteriza por ser zona de transición entre el Grupo Guayabo y la Formación León. Todas las muestras correspondieron a arcillolitas de la segunda de las formaciones nombradas. La Figura 20 ilustra los perfiles de los taludes

viales que sirvieron de cortes de muestreo en el sector Fortaleza.



Figura 19. Distribución de apiques en Valles del Rodeo (A) y en La Fortaleza (B). Anillo vial occidental de Cúcuta, N.S.

Fuente: Google Earth - Adaptación propia.



Figura 20. Sección en cajón del anillo vial occidental de Cúcuta. Taludes de muestreo, a la altura del Barrio La Fortaleza.

Fuente: adaptación propia.

5.1.4. Vereda Pico de Águila, Cúcuta.

En el Cerro Peña Los Micos, en la Vereda Pico de Águila, al occidente de Cúcuta, en inmediaciones del puente Ospina, sobre el río Zulia, fueron extraídas catorce (14) muestras de arcillas del Grupo Guayabo. El sector de muestreo está siendo explorado explotado por la ladrillera ARCIGRES. Las calicatas se distribuyeron en dos (2) frentes de explotación y algunas muestras se extrajeron en puntos entre los dos frentes como se observa en la Figura 21, en la cual se ha hecho una aproximación de detalle del geomaterial en el sitio de explotación



Figura 21. Distribución de apiques en Pico de Águila, Cúcuta.

Fuente: Google Earth - Adaptación propia.

En total se realizaron setenta (70) calicatas de exploración y muestreo, excavadas manualmente. En común, todos los puntos de muestro fueron localizados sobre afloramientos intervenidos, ya por operaciones de explotación minero industrial, ya por desarrollos

urbanísticos. De ahí, que la profundidad de las calicatas no superó los 0.5m. Las muestras extraídas fueron de tipo alterada, y correspondieron a diez (10) kg de material por sondeo.

5.2. CARACTERIZACIÓN DE GEOMATERIALES

Por caracterización de geomateriales se define, en este proyecto, la descripción de las características geotécnicas de las muestras de ensayo, determinadas mediante pruebas físicas de laboratorio.

El plan de ensayos para clasificación básica y determinación de las propiedades índices de los geomateriales siguió lo regulado en las normas INVIAS, edición del 2013, las cuales son apropiaciones colombianas de la reglamentación estipulada por la Asociación Americana para ensayos y materiales, ASTM. A cada una de las muestras le fueron determinados los ensayos señalados en la Tabla 6.

Tabla 6.

Ensayos de laboratorio empleados para determinar propiedades índices.

<i>Ensayo</i>	<i>Norma INVIAS</i>	<i>Norma ASTM</i>
Expansividad – aparato de Lambe	E – 120 – 13	
Humedad natural	E – 122 – 13	D 2216
Granulometría – método del hidrómetro	E – 123 – 13	D 422
Límite líquido	E – 125 – 13	D 4318
Límite plástico	E – 126 – 13	D 4318
Límite de Contracción	E – 127 – 13	D 427
Gravedad específica	E – 128 – 13	D 854

Se señalan a continuación algunas observaciones pertinentes a la forma como se realizaron las pruebas, las cuales fueron practicadas en el Laboratorio de pétreos de la Facultad de Ingeniería, de la UFPS, Cúcuta.

5.2.1. Humedad natural, ω (%).

Se procuró minimizar el tiempo transcurrido entre la toma de muestras y el pesaje para determinar el contenido de agua. Por cada punto de muestreo, fueron ejecutadas tres (3) determinaciones de humedad.

5.2.2. Límite líquido, LL (%).

Preparadas las muestras de conformidad con la norma indicada, se determinaron por cada ensayo, cuatro (4) puntos de humedad para dibujar la curva de fluidez, estimando el contenido de agua para los “intervalos de golpes contra la base, de la cazuela de Casagrande”, en los rangos: 30-40, 25-30, 20-25 y menor a 20.

5.2.3. Límite plástico, LP (%).

Para cada muestra se tomaron tres (3) mediciones de humedad para determinar el LP. Con los valores de LL y LP se determinó el índice de plasticidad de cada una de las muestras.

5.2.4. Límite de contracción, LC (%).

Este índice permite estimar el grado de hiperactividad de la arcilla. La humedad definida como límite de contracción conlleva algunas incertidumbres; de ahí, su poca aplicabilidad en la actualidad. La prueba para su determinación incluye errores debido a las burbujas de aire que contiene la muestra de suelo seco, el agrietamiento durante el secado y, el pesaje; además, existe exposición del operador al mercurio, pese a las medidas preventivas adoptadas.

En la determinación del límite de contracción, la cantidad de contracción es dependiente de la compresibilidad del suelo, del máximo valor de presión capilar, del tamaño del grano y, de

la fábrica inicial del suelo. Algunos investigadores han reportado que, las arcillas limosas y arenosas, muestran límites de contracción mayores que el límite plástico, contraviniendo la desigualdad de límites aceptadas ($LC < LP < LL$) y, por ende, la definición de límite de contracción como el menor contenido de humedad al que una muestra de suelo no reducirá volumen con posterior secado (Osorio, 2010).

No obstante, lo anteriormente expuesto, en arcillas altamente sensibles en estado natural inalterado, el límite de contracción es frecuentemente mayor que el límite plástico debido a la estructura del suelo. Karlsson (1977). Según este autor, la sensibilidad de la arcilla respecto del límite de contracción en comparación con el límite plástico es como se indica en la Tabla 7.

Tabla 7.

Sensibilidad de la arcilla en función del límite de contracción.

<i>Límite de Contracción (LC) vs Límite Plástico (LP)</i>	<i>Sensibilidad de la arcilla</i>
LC >>>LP	Alta
LC =LP	Media
LC <<<LP	Suelos orgánicos

Nota. Fuente: adaptado de Karlsson, 1977.

La Tabla 8 muestra la calificación que se puede hacer del grado de expansividad de una arcilla en función del LC.

Tabla 8.

Grado de expansividad en función de LC.

<i>Rango de LC</i>	<i>Grado de expansividad</i>
LC < 8	Alta
$8 \leq LC \leq 12$	Media
LC > 12	Baja

Nota. Fuente: adaptado de Pedroza Rojas. 2002. Grado de expansividad = f (Límite de contracción).

5.2.5. Gravedad específica, G_s .

La gravedad específica en suelos es un tipo particular de densidad relativa, definida como la relación entre la densidad de la componente sólida del geomaterial y la densidad del agua. Es un parámetro adimensional básico en la solución de problemas de fase de masas de suelo, en los cálculos de los ensayos de granulometría por sedimentación, en la determinación de la compresibilidad y del potencial de expansión de los sedimentos, para graficar la recta de saturación máxima en la prueba de compactación Proctor, en ejercicios de identificación de los minerales que componen una masa de suelos, entre otras aplicaciones.

En este proyecto, los picnómetros utilizados fueron calibrados teóricamente aplicando la ecuación (Lambe W. , 1951):

$$W_2 = W_B + V_B(1 + \Delta T * \epsilon)(\gamma_T - \gamma_a)$$

Donde: W_2 = peso del agua + picnómetro; W_B = peso del picnómetro limpio y seco; V_B = Volumen calibrado del picnómetro a T_c ; $\Delta T = T - T_c$, T = temperatura en °C de W_2 , T_c = temperatura de calibración del picnómetro (20°C), ϵ = coeficiente térmico de expansión cubica para vidrio = 0.1×10^{-4} por °C; γ_T = peso unitario del agua a T ; γ_a = peso unitario del aire a T (0.0012g/cm³) (Lambe W. , 1951).

5.2.6. Granulometría – método del hidrómetro.

Dado el carácter fino de los sedimentos de ensayo, la granulometría fue determinada mediante el método del hidrómetro. Los resultados (% de arena, limo y arcilla presentes en las muestras) fueron utilizados para clasificar el material mediante el uso del triángulo textural del United States Department of Agriculture (USDA). La Figura 22 muestra diferentes sistemas de clasificación de texturas de partículas de suelo y se destaca en ella, los tamaños que emplea el sistema USDA.

Dimensión de la partícula elemental (mm)	Attemberg – (Sistema Internacional)	U.S. Dep. De Agricultura	Ex – U.R.S.S.
<0,001	Arcilla	Arcilla	Arcilla
<0,002			Limo fino
0,005	Limo	Limo	Limo medio
0,01			Limo grueso
0,02			Arena muy fina
0,05			Arena fina
0,1	Arena fina	Arena fina	Arena fina
0,25		Arena fina	Arena media
0,2		Arena gruesa	Arena gruesa
0,5	Arena gruesa	Arena gruesa	Arena gruesa
1,0		Arena muy gruesa	Arena gruesa
2,0		Grava fina	Grava
3,0	Grava fina	Grava	Grava
5,0		Grava	Grava
10,0	Grava	Grava	Grava
20,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
>20,0			Grava gruesa y piedras

Granulometría utilizada en el sistema triangular de texturas

Figura 22. Algunos sistemas de clasificación de texturas de partículas de suelo.

Fuente: adaptado de Constantinidis & Metteo. 1970. (Bonifiche ed irrigazioni: principi idrologici, idraulici ed agropedologici).

El sistema USDA se empleó como referencia para describir y complementar la textura de las muestras e identificación de las muestras.

La Figura 23 enseña el triángulo de textura utilizado en clasificación de sedimentos.

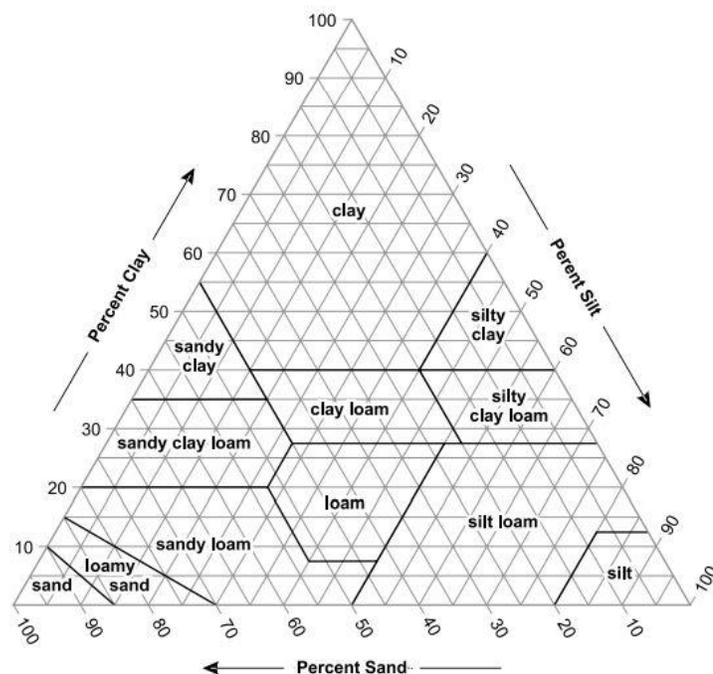


Figura 23. Triángulo de texturas de la USDA.

Fuente: USDA. 2018. USDA textural showing the percentages of clay, silt and sand in the basic texture classes. [Figure 3-7].

El procedimiento del ensayo fue realizado conforme a los lineamientos de la norma I.N.V. E – 123, con la variante de haber utilizado un agente dispersante diferente (trípolfosfato sódico) como aditivo y, de darle a cada muestra un mínimo de dieciséis (16) horas para saturación plena, antes de la ejecución del ensayo. El trípolfosfato sódico usado como agente dispersante permitió preparar un (1) litro de solución con 18.8 gr del químico (Apuntes Ingeniería Civil, 2011).

El hidrómetro mostrado en la Figura 24 fue empleado para el ensayo; corresponde a un 152 H, con la escala de gramos de muestra por litro de suspensión.



Figura 24. Hidrómetro 152 H.

Fuente: autores.

5.2.7. Expansión – aparato de Lambe.

Es una prueba para identificar suelos con potencial expansivo. En el marco del proyecto, la condición de humedad utilizada para la compactación correspondió al LP, para un proceso de moldeo de la probeta equivalente una capa compactada con cinco (5) golpes. El ensayo permite medir el índice de expansión y, mediante la ubicación de estos puntos en una gráfica normalizada de índice de expansión contra (cambio potencial de variación volumétrica: CVP, o potencial de expansión), se estima el valor de CVP y se procede a hacer la respectiva calificación del potencial de expansión de una muestra cómo se ilustra en la Tabla 9.

Tabla 9.

Calificación del CVP.

<i>Rango de CVP</i>	<i>Calificación de CVP</i>
0 – 2	No crítico
2 – 4	Marginal
4 – 6	Crítico
CVP > 6	Muy crítico

Nota. Fuente: adaptado de INVIAS. 2013. Índice de expansión vs. Cambio Volumétrico Potencial (CVP). [Figura 120 – 1.].

5.2.8. Parámetros de correlación.

La determinación de los límites de Atterberg, la humedad natural y, el contenido de finos ($< 2\mu\text{m}$), fueron empleados para determinar algunos índices descriptivos de los sedimentos finos cohesivos, tal y como se ilustra en la Tabla 10.

Tabla 10.

Definición de parámetros de correlación.

<i>Parámetro</i>	<i>Definición</i>	<i>Correlación</i>
Índice de plasticidad	$I_p = LL - LP$	Resistencia, compresibilidad, compactibilidad.
Índice de liquidez	$I_L = \frac{\omega - LP}{I_p}$	Compresibilidad, resistencia del suelo y estado de esfuerzos.
Índice de compresión	$Cc = 0.007(LL - 10)$	Potencial de compresibilidad.
Índice de consistencia relativa	$CR = \frac{LL - \omega}{I_p}$	Comportamiento de suelos fino-saturados, consistencia.
Actividad de las arcillas	$A = \frac{I_p}{\% \text{ partículas } < 2\mu}$	Potencial de expansividad.

Nota. Fuente: adaptado de http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_2498.html. (Osorio, 2010).

5.2.8.1. Índice de plasticidad, I_p .

Es el más relevante de los parámetros y determina el rango de contenido de agua en los que un suelo se comporta plásticamente (INVIAS, 2013). Distintos autores han presentado descripciones de la plasticidad de los geomateriales, según el rango en que cae el índice de

plasticidad estimado como la diferencia entre los valores de los límites líquido y plástico. En la Tabla 11 se muestra una adaptación de los autores, de tales calificación de plasticidad.

Tabla 11.

Valores de plasticidad en función del I_p .

Índice de plasticidad, I_p (=LL-LP)	Descripción de la plasticidad	Tipo de suelos
$I_p < 4$	Muy baja a nula	Limosos de baja compresibilidad y muy baja a nula plasticidad: (ML)
$4 \leq I_p \leq 7$	Baja	De transición. Limos arcillosos y arcillo limosos de baja compresibilidad y baja plasticidad: (CL-ML)
$7 < I_p \leq 15$	Media	Arcillas, Limos y Orgánicos (Compresibilidad baja a alta; plasticidad media): CL, CH, ML, MH, OL, OH
$15 < I_p \leq 25$	Alta	Arcillas, Limos y Orgánicos (Compresibilidad media a alta; plasticidad alta): CL, CH, ML, MH, OL, OH
$I_p > 25$	Muy alta	Arcillas, Limos y Orgánicos (Compresibilidad media a alta; plasticidad muy alta): CL, CH, ML, MH, OL, OH

Nota. Fuente: autores, con adaptación de datos de Pedroza Rojas, 2002; Sowers, G. & Sowers, G. B., 1979; Lambe & Whitman, 1994; Marquez Cardenas, 1983.

5.2.8.2. Índice de liquidez, I_L .

Este índice califica la consistencia del suelo y su comportamiento. La Tabla 12 presenta criterios interpretativos de este índice. En el límite plástico, el índice de liquidez es cero (0) y, en el límite líquido, dicho índice toma un valor igual a la unidad.

Tabla 12.

Relación de la consistencia, resistencia y comportamiento del suelo con el I_L .

I_L	Consistencia	q_u^* (kN/m²)	Comportamiento del suelo ^a
< 0.2	Dura	> 400	Se puede penetrar solo con instrumentos filosos; forma terrones de gran dificultad para pulverizar.
0.2 – 0.35	Muy firme	200 – 400	Se penetra con gran esfuerzo.
0.35 – 0.5	Firme	100 – 200	Se penetra a mano con dificultad.
0.5 – 0.65	Mediana	50 – 100	Difícilmente moldeable.
0.65 – 0.8	Blanda	25 – 50	Se moldea fácilmente a mano.

0.8 – 1	Muy blanda	0 – 25	Se escurre entre los dedos cuando se le presiona.
> 1	Fluida		Suelo saturado. Se comporta como líquido viscoso.

Nota. Fuente: adaptado de Das, 2015. Relación general de consistencia y esfuerzo de compresión no confinada de las arcillas. [Tabla 10.3].

* q_u = Resistencia a la compresión no confinada (Das, 2015).

^a Fuente: adaptado de <http://uningenierocivil.blogspot.com/2011/03/limites-de-atterberg-indice-de.html>. (Civil, 2011).

Los valores consignados en la Tabla 12 han sido incluidos en el continuo de humedad graficado y que se muestra en la Figura 25.

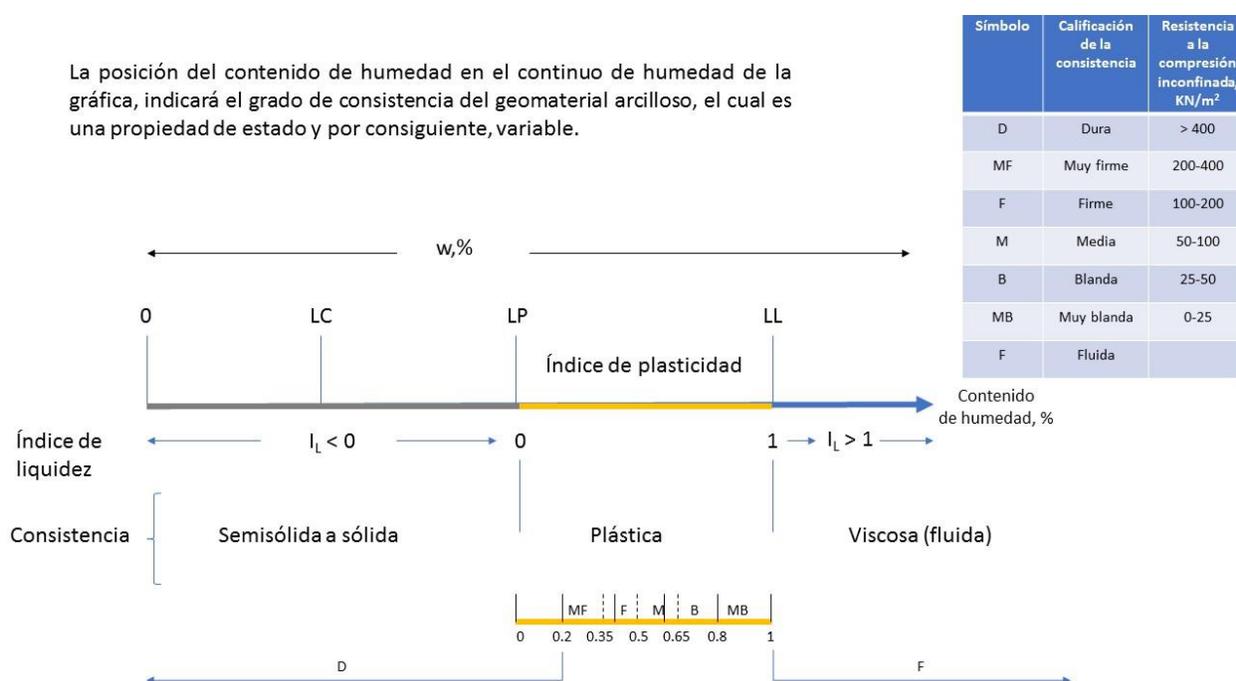


Figura 25. Evaluación de la consistencia de los suelos finos en el continuo de humedad, con base en el índice de liquidez.

Fuente: autores, con adaptación de datos de Das, 2015.

En suelos de carácter plástico, el I_L es un referente para estimar el grado de consolidación o la historia de esfuerzos a la que se ha sometido el suelo. Si I_L es cercano a cero, sugiere que el geomaterial presenta un Grado de consolidación, (OCR) > 1 y es pre-consolidado (OC); es decir, que en su historia geológica ha soportado presiones mayores a las que registra al momento de la exploración. Si I_L es cercano a uno, tendrá un $OCR < 1$ e indica que el suelo es normalmente

consolidado (NC) o subconsolidado (UC), significando que la presión actual de sobrecarga es la máxima carga que ha soportado en toda su historia o, dicho de otra forma, no ha experimentado presiones mayores a las que tiene al momento de extracción de la muestra (Osorio, 2010).

5.2.8.3. Índice de compresión, C_c .

El índice de compresión (C_c) corresponde a la pendiente de la parte virgen de la curva de consolidación “ e vs $\text{Log } \sigma$ ” y, está definida como la relación entre el incremento de relación de vacíos (Δe) correspondiente al incremento $\Delta \text{Log } \sigma$, en la fracción virgen de dicha curva.

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \text{Log } \sigma}$$

Terzaghi correlacionó este valor índice (C_c : índice de compresión) con el Límite Líquido, así: Para suelos sobreconsolidados ($\text{OCR} > 1$), y, para suelos normalmente consolidados ($\text{OCR} < 1$), . La Tabla 13 muestra la correlación entre los diferentes parámetros geotécnicos anteriormente referenciados.

Tabla 13.
Correlación entre C_c y LL .

Límite Líquido, %	$OCR^* < 1$		Descripción de la compresibilidad	Tipos de suelos finos según la compresibilidad
	Arcillas normalmente consolidadas	Arcillas sobreconsolidadas		
< 30	$C_c = 0.009(LL - 10)$	$C_c = 0.007(LL - 7)$	Baja	CL, ML, OL
$30 < LL \leq 50$	$0.18 < C_c \leq 0.36$	$0.16 < C_c \leq 0.30$	Media	CL, ML, OL
$LL > 50$	$C_c > 0.36$	$C_c > 0.30$	Alta	CH, MH, OH

Nota. Fuente: autores, con adaptación de datos de Márquez, G. 1983. Compresibilidad. [Cuadro 12.6.2]; Pedroza Rojas, 2002.

* OCR = Grado de consolidación.

5.2.8.4. Índice de consistencia relativa, CR.

El índice de consistencia relativa, CR, definido como es un parámetro útil en el estudio de comportamiento de suelos finos – saturados y, está correlacionado con el índice de liquidez y la resistencia a la compresión inconfiada, conforme lo muestra la Figura 25.

Para una humedad natural igual al límite plástico, el grado de consistencia CR es la unidad y, cuando el contenido de humedad se hace igual al Límite líquido, el grado de consistencia se hace nulo. Esto, es, el geomaterial in situ presentará consistencia semisólida a sólida para valores de $CR > 1$, consistencia plástica para $0 \leq CR \leq 1$ y consistencia fluida o viscosa para $CR < 0$. La Figura 26 es la equivalente para CR de la Figura 25, la cual se basa en el índice de liquidez.

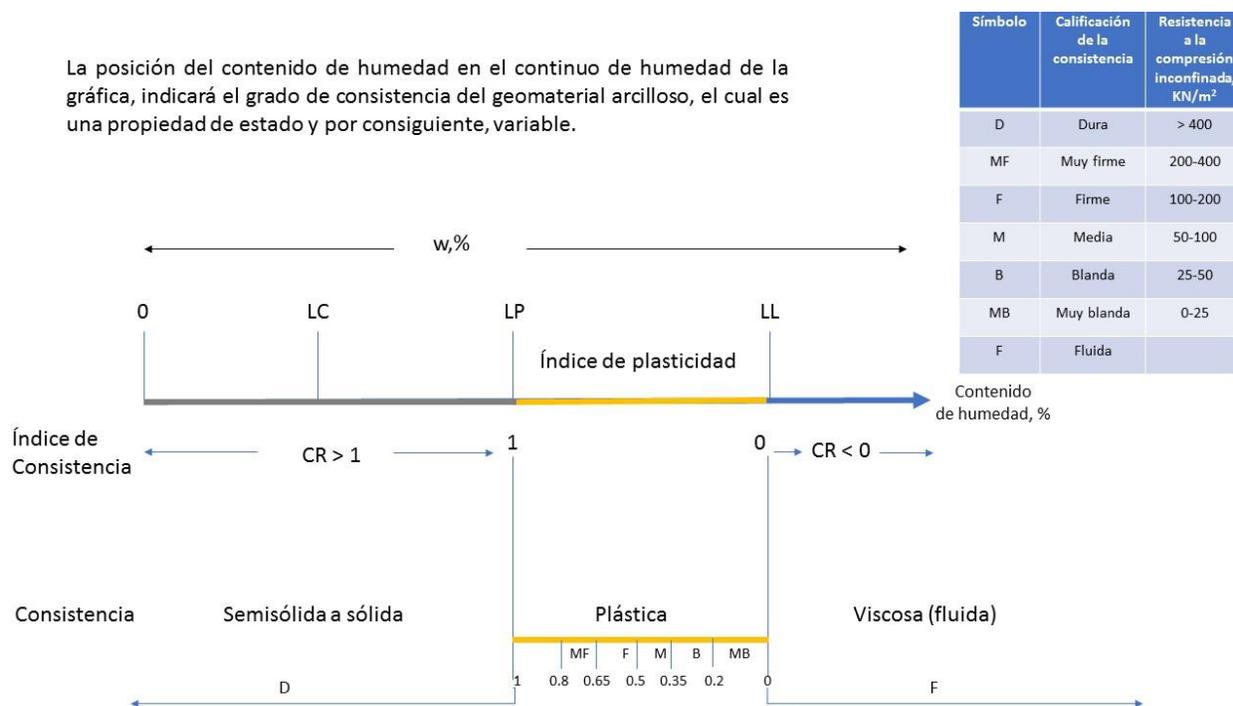


Figura 26. Evaluación de la consistencia de los suelos finos en el continuo de humedad con base en el índice de consistencia.

Fuente: autores, con adaptación de datos de Das, 2015.

5.2.8.5. *Actividad de las arcillas, A.*

La actividad (A) es un valor índice que permite valorar el grado de hiperactividad de los suelos finos cohesivos, en cuanto hace referencia a su susceptibilidad de modificar su volumen al variar su contenido de agua. La Actividad (A) está definida como $A = \frac{IP}{\%Finos < 2\mu m}$ (Skempton, 1953). El denominador de la expresión corresponde al porcentaje de sedimentos con textura de arcilla (< 0.002mm) del geomaterial que pasa el Tamiz 40. El índice plástico se obtiene, conforme fue señalado, como la diferencia entre los límites líquido y plástico.

Un alto valor de actividad se correlaciona con un geomaterial de alta plasticidad, alta cohesión, alto potencial expansible y bajo ángulo de fricción interna (Marquez Cardenas, 1983). La Tabla 14 muestra la clasificación de las arcillas y sus valores en función de la actividad.

Tabla 14.

Características de las arcillas según su actividad.

<i>Actividad</i>	<i>Calificativo</i>	<i>Tipo de arcilla</i>	<i>Nivel de expansividad</i>
$A < 0.75$	Inactivas	Caolinita ($A = 0.32$)	Bajo
$0.75 \leq A \leq 1.25$	Normales	Ilita ($A = 0.9$)	Medio
$A > 1.25$	Activas	Montmorillonita ($A > 7$)	Alto

Nota. Fuente: adaptado de Holtz & Kovacs, 1981. 2.8 Activity; Márquez, G. 1983. 7.3 Minerales arcillosos. [Pág. 78].

5.2.8.6. *Correlación entre los Límites de Atterberg con el carácter de los minerales de arcilla presentes en el suelo fino evaluado.*

Mitchell, 1976, aplicó sobre la Carta de Plasticidad de Casagrande (1948), información relativa la composición mineralógica de las arcillas cuyos valores límites habían sido evaluados, definiendo de esta manera una forma fácil de correlacionar los Límites de Atterberg con el tipo de mineral arcilloso presente (Holtz & Kovacs, 1981). La Figura 27 ilustra la Carta de Plasticidad de Casagrande modificada por Mitchell, 1976, la cual permite evaluar el Límite de

Contracción. Identificado el punto de intersección (I) de las dos líneas (A y U) de Casagrande, se forma un ángulo. Cualquier línea que una el punto de intersección (I) con un punto que simbolice el suelo ensayado dentro de la carta de plasticidad, cortará el eje de las abscisas (LL) en el Límite de contracción teórico del suelo. Los puntos que queden junto a la Línea U corresponderán a suelos arcillosos con minerales montmorilloníticos; los suelos que queden junto a la línea A por encima, presentarán minerales Illíticos y los que queden junto a esta línea por debajo de la misma, exhibirán minerales caoliníficos.

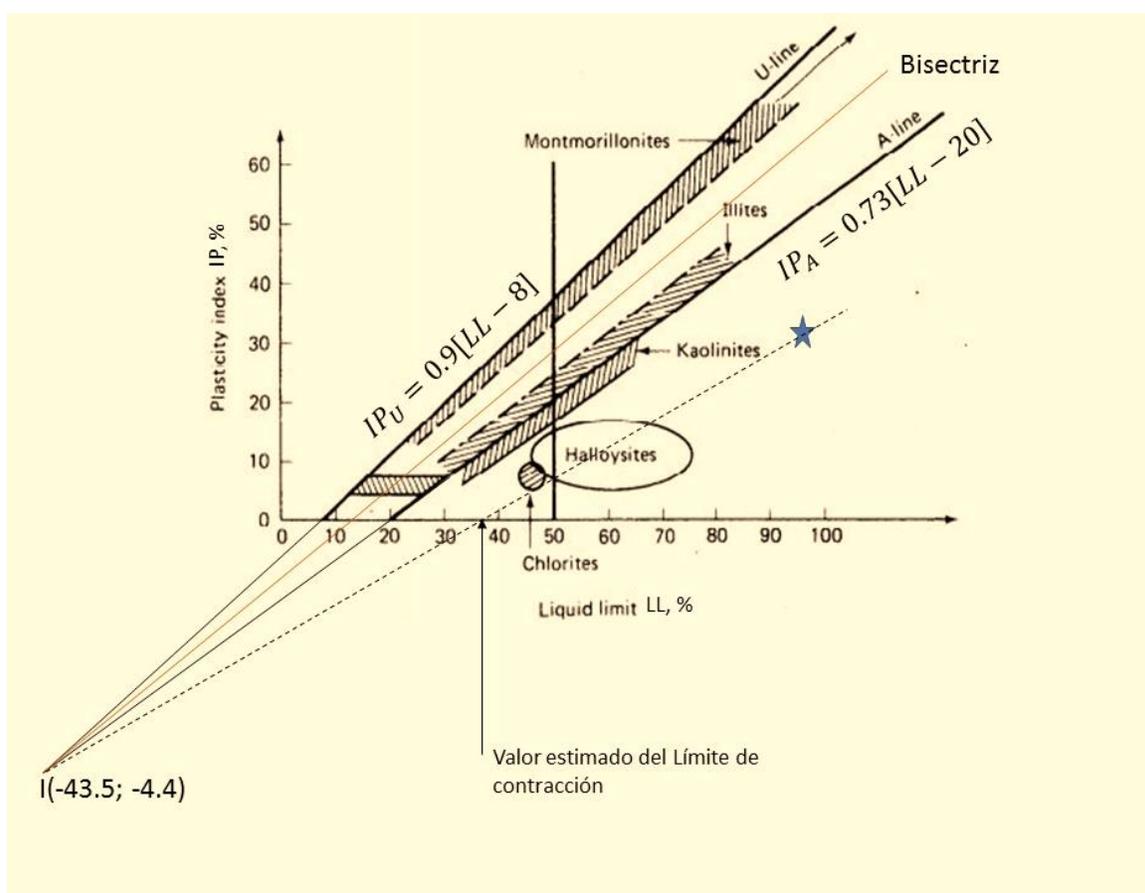


Figura 27. Carta de plasticidad de Casagrande (1948), modificada por Mitchell, 1976. Fuente: adaptada por autores, de Holtz & Kovacs. 1981. Location of common clay mineral son Casagrande's plasticity chart. [Fig. 4.14].

5.2.9. Criterio de elección de muestras para evaluación de succión.

La relación agua-arcilla, en términos de la hiperactividad que el geomaterial desarrolla al variar su contenido de humedad, constituye una variable que demanda estudio y análisis en proyectos de ingeniería. La expansión de los suelos arcillosos asociado a ganancia de humedad es dependiente de la naturaleza de los minerales de arcilla presentes en la masa térrea.

Los materiales arcillosos con Límite líquido alto, Índice de plasticidad alto, Límite de contracción bajo y actividad alta, experimentan alta susceptibilidad a cambio volumétrico. Tales suelos utilizados como geomedio de cimentación tienden a presentar problemas suelo-estructura, cuando son sometidos a cambios cíclicos de humedad.

Las arcillas con límites líquidos altos (>50), tienen mayor capacidad de retención de humedad que aquellas con límite líquido bajos. Con este criterio, se seleccionaron, de entre las muestras evaluadas, las cuatro ejemplares con mayores límites líquidos para proceder a medir su capacidad de succión.

En geotecnia clásica se prevalece el estudio de suelos (cohesivos y granulares) originados en ambientes sedimentarios, que estén en condiciones extremas: secos o totalmente saturados; por consiguiente, representan sistemas bifásicos (suelo-aire o suelo-agua). La condición seca sugiere que el contenido de humedad es cero (por consiguiente, el Volumen total de la masa de suelo es igual al volumen del suelo seco más el volumen del aire) y, la condición saturada supone que el contenido de humedad es diferente de cero (pudiendo ser o no menor a 100%), pero con volumen de aire nulo; esto es: volumen total igual al volumen de agua más el volumen de suelo.

Las masas de suelo bajo el nivel freático registran condición de saturación total ($S=100\%$; $V=V_v + V_s$; $V_v = V_w$). La condición de suelo seco ocurre en suelos situados por encima del nivel de agua, más allá de la franja capilar, en condición de contenido de humedad nula y, por

consiguiente, las fases interactuantes son la sólida y la gaseosa. En tales casos, el aire ocupa los espacios vacíos del suelo. De existir agua en estado discontinuo, no afecta el comportamiento del suelo (Lambe & Whitman, 1991).

En el área metropolitana de Cúcuta, las arcillas evaluadas (Grupo Guayabo y Formación León) ha sido descritos como sedimentos de origen lacustre y/o ambiente marino de circulación restringida. Gran parte de los afloramientos arcillosos mencionados registran procesos de meteorización y, dadas las condiciones de bosque muy seco tropical con vientos altos que caracteriza la región de Cúcuta, frecuentemente tienen baja humedad (diferente de cero). Se trata entonces de suelos trifásicos (estados sólidos, líquido y gaseoso); suelos parcialmente saturados sujetos a factores ambientales (clima, régimen de lluvias, procesos de evaporación y transpiración y condiciones topográficas).

El carácter trifásico de los suelos parcialmente saturados plantea analizar sus propiedades y comportamiento considerando su conformación estructural y reclama trascender los conceptos normalmente aplicados de la geotecnia básica. Aspectos como la hiperactividad de las arcillas relacionada con las variaciones de humedad y, su consecuente comportamiento deformacional de cambio volumétrico, los impactos en la variación de la resistencia mecánica de tales suelos, el efecto en la dinámica del agua a través de estos medios porosos, entre otros aspectos, pasan a ser de orden prioritario en los análisis requeridos para suelos parcialmente saturados.

Pese a que se han hecho valiosos como importantes avances en geotecnia de suelos parcialmente saturados y se han desarrollado técnicas y procedimientos para estudiar sus diferentes variables, aún está en ciernes el campo científico al respecto y se continúa apoyando los análisis de tales suelos con el uso de la geotecnia clásica.

El estudio de la succión localmente podemos mencionar trabajos a nivel de pregrado como el de Corrales (1996), que involucra la succión en el análisis de estabilidad de taludes, Piedrahita (2001) y Goez (2002) que analizaron algunas propiedades de resistencia de los suelos parcialmente saturados y el trabajo de Vargas (2005) sobre la influencia de la succión en suelos expansivos. A nivel de posgrado, Meza (2005), hizo un estudio experimental de la influencia de la succión en el cambio de volumen de dos suelos arcillosos.

5.2.10. Ensayo de papel filtro.

La medición de la succión, en esta investigación, siguió lo normado en el ensayo de papel filtro, según el procedimiento descrito en la norma I.N.V. E 159 - 13 del INVIAS, vinculada a la norma americana ASTM D 5298. El ensayo se basa en el uso de papel filtro (con características especiales) como sensor pasivo para determinar la succión en muestras de suelo. Fueron seleccionadas cuatro (4) muestras, una por cada sitio de muestreo, para hacerle el estudio de succión que, permitiera posteriormente construir las correspondientes curvas de retención de humedad.

5.2.11. Ensayo de placa de succión.

Otálvaro C. & Cordão-Neto, (2011) describe para el ensayo de placa de succión, el siguiente procedimiento: i) Saturar de la cerámica porosa de alto valor de entrada de aire; ii) Emplazar el cuerpo de prueba en el anillo porta muestras; iii) Saturar el cuerpo de prueba por capilaridad; iv) Colocar el anillo porta muestras en la celda; v) Aplicar la succión deseada, manteniendo presión de aire igual a cero mediante la tapa perforada superior y deslizando la bureta hacia abajo de la posición de la celda para aplicar una pequeña presión negativa; vi) Abrir la válvula conectada con la bureta aplicando la succión; vii) Registrado el cambio de volumen en función del tiempo, corrigiendo la succión debido al cambio en la columna de agua de la bureta.

5.3. GENERACIÓN DE LAS CURVAS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD

La curva de retención de humedad es la relación existente entre el contenido de agua y la succión en un suelo y, se define mediante la Curva Característica de Succión en el Suelo. (SWCC, Soil Water Characteristic Curve), cuya interpretación es esencial para la comprensión de la geomecánica de suelos parcialmente saturados. La investigación, además de hallar las curvas características de succión, se ha enfocado a establecer la relación entre la SWCC de los suelos ensayados con sus correspondientes propiedades físicas.

En el plano cartesiano se dibujan las variables: “cantidad de agua en el suelo” vs “succión”, para dibujar la curva característica de succión del suelo; la primera variable se grafica en el eje de las ordenadas y, puede ser expresada en función de la humedad gravimétrica (w), del grado de saturación (S) o, de la humedad volumétrica (q). En las abscisas se grafica la succión total. En ingeniería geotécnica la curva SWCC se representa en términos de la succión matricial, debido a que en gran medida los problemas ingenieriles frecuentes resultan de los cambios ambientales (succión matricial). Por su parte, los cambios en la succión osmótica son importantes para evaluar el comportamiento del suelo ante condiciones de alteración del contenido de sales del suelo debido a contaminación química (Fredlund & Rahardjo, 1993). Ha sido establecido en diferentes investigaciones que, un mismo suelo no tiene una única curva SWCC; la geometría y posición son diferentes según sea la trayectoria de humedecimiento o de secado del suelo, dando origen al fenómeno de "histéresis". La relación contenida de agua-succión y, por ende, la forma de la SWCC es influenciada por la distribución de los tamaños de poros, la distribución de tamaños de partículas, la densidad, el contenido de arcilla y la mineralogía del suelo (Lu & Likos, 2004).

5.4. SIMULACIONES NUMÉRICAS

Los datos obtenidos en el laboratorio constituyeron la información de entrada al programa software SWRC-fit desarrollado por Seki (2007) para modelar la curva de retención de humedad con los planteamientos teóricos más utilizados [Métodos de Van Genuchten, Brooks-Corey y Fredlund-Xing (Too, Omuto, Baimah, & Obiero, 2014)]. Este programa usa un ajuste no lineal para trazar la SWRC, y mediante el método de mínimos cuadrados determina los parámetros de ajuste de los modelos matemáticos. Tales simulaciones se desarrollan con el propósito de tener una referencia de comparación con las curvas obtenidas en laboratorio.

En la Tabla 15 se condensan los modelos matemáticos empleados en esta investigación y la descripción de los parámetros de ajuste de cada uno.

Tabla 15.

Descripción de los modelos matemáticos.

<i>Brooks & Corey</i>	<i>Van Genuchten</i>	<i>Fredlund & Xing</i>
$\theta = \theta_r + (\theta_s + \theta_r) \times \left[\frac{h}{h_b} \right]^\lambda$	$\theta = \theta_r + (\theta_s + \theta_r) \times [1 + (\alpha h)^n]^m$	$\theta = \theta_r + (\theta_s + \theta_r) \times \left\{ Ln \times \left[e + \left(\frac{h}{a} \right)^n \right] \right\}^m$
<i>Parámetros de ajuste</i>		
θ_r = Contenido de agua residual, definido como el contenido volumétrico de agua en el que un cambio en la succión produce un cambio insignificante en el contenido de agua (Burger & Shackelford, 2001).		
θ_s = Contenido de agua saturado, definido como el máximo contenido volumétrico de agua (Burger & Shackelford, 2001).		
h_b = Valor de entrada de aire o succión de desplazamiento (Burger & Shackelford, 2001).	$\alpha = 0.078(\theta_s)^{-1.26}$, Ghanbarian-Alavijeh et al., (2010); parámetro de escala inversamente proporcional al diámetro medio de poro (Yang & You, 2013).	a = representa el punto de inflexión en la SWRC y equivale a $1/\alpha$, siendo α del modelo de Van Genuchten, (Burger & Shackelford, 2001) .
λ = índice de distribución de tamaño del poro (Burger & Shackelford, 2001); dicho índice equivale a la pendiente de la curva (Diccionario de Geotecnia);	$n = \lambda + 1$ donde λ es el parámetro de Brooks & Corey, Ghanbarian-Alavijeh et al., (2010).	n = controla la pendiente en el punto de inflexión de la SWRC, (Burger & Shackelford, 2001).

$$\lambda = \frac{m}{1-m} (1 - 0.5^{1/m}),$$

donde m es el parámetro de Van Genuchten, y,
 $\lambda = n - 1$, donde n es el parámetro de Van Genuchten, Ghanbarian-Alavijeh et al., (2010).

$m = 1 - 1/n$ (Burger & Shackelford, 2001; Yang & You, 2013); $0 < m < 1$, (Yang & You, 2013).

$m =$ parámetro relacionado con θ_r , (Burger & Shackelford, 2001).

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1. DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES ÍNDICE

El Anexo 1 contiene las tablas resumen de los resultados de todas las propiedades analizadas. El Anexo 2 presenta los formatos de los datos tomados experimentalmente para cada propiedad índice. A continuación, se hace una interpretación de cada propiedad examinada, por zonas de muestreo y, según la formación geológica de procedencia de las muestras.

6.1.1. Humedad natural, ω (%).

La Tabla 16 registra los valores promedios de contenido de humedad hallados.

Tabla 16.

Contenidos de humedad promedio, %.

<i>Geología</i>	<i>Arcillas de la Formación León</i>		<i>Arcillas del Grupo Guayabo</i>	
<i>Sector</i>	Bellavista	Valles del Rodeo	Los Vados	Pico de Águila
<i>Contenido de humedad promedio, %</i>	14.34	5.11	6.72	3.39
<i>Condición climática prevalente el día del muestreo</i>	Soleado	Soleado	Soleado	Parcialmente nublado
<i>Característica del punto de sondeo</i>	Urbanismo	Talud anillo vial	Frente de Explotación a cielo abierto	Frente de Explotación a cielo abierto

Salvo las muestras de suelo de la Formación León, procedentes del sector Bellavista, que registraron un valor de humedad (14.34%) más alto y distante al valor promedio hallado para los otros tipos de suelo (variando entre 3.39% y 6.72%), estos valores promedio de la humedad para las muestras de Valle del Rodeo, Los Vados y Pico de Águila, son comparables y relativamente

bajos. Varios factores pueden explicar estos resultados, entre las que se destaca la existencia de cobertura vegetal en la fuente Bellavista y la exposición a la intemperie de las otras tres fuentes, dada la condición de explotación o de talud no protegido.

Por otra parte, se observa que la diferencia [R] mostrada en la Tabla 16 entre los valores máximo y mínimo de las humedades, son relativamente iguales para cada tipo de sedimento según su geología, así: R para las arcillas de la F. León del Barrio Bellavista (6.179) es relativamente próxima a R para las arcillas de la misma formación del sector El Rodeo (5.053). De igual forma, la R para las arcillas del G. Guayabo de Pico de Águila (6.124) es similar al R para las arcillas de esta génesis geológica del sector Los Vados (8.288).

Tabla 17.

Caracterización estadística – Humedad natural.

<i>Sitios de muestreo</i>	\bar{x}	<i>Me</i>	x_{\min}	x_{\max}	<i>R</i>	S^2	<i>S</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Curtosis</i>
Tol ^a	14.342	14.228	11.155	17.334	6.179	2.709	1.646	-0.009	-0.713
Tmg ^b	6.722	6.416	2.198	10.486	8.288	6.290	2.508	-0.105	-0.815
Tol ^c	5.110	5.511	2.772	7.825	5.053	1.571	1.571	-0.167	-0.996
Tmg ^d	3.399	2.743	1.181	7.305	6.124	3.883	1.971	0.999	0.008

Nota.

^a Bellavista; ^b Los Vados; ^c Valles del Rodeo; ^d Pico de Águila.

De la Tabla 17 se colige que: el afloramiento Bellavista registró mayores valores de humedad, en el rango 11.16 a 17.33%; por su parte, la fuente El Rodeo, indicó una variación de este parámetro entre 2.77 y 7.82%. La humedad natural, para la totalidad de las muestras de la Formación León varió en el rango 2,77% a 17.33% (el valor mínimo, lo presentaron los especímenes tomados en El Rodeo y, el valor máximo, las muestras de Bellavista).

En cuanto a las muestras del Grupo Guayabo, las extraídas de Los Vados variaron su humedad entre 2.2% y 10.49% con promedio de 6.42%; en tanto que las muestras procedentes de Pico de águila mostraron un rango de humedades entre 1.18 y 7.31%, con un promedio de

2.74%. La humedad natural, para la totalidad de las muestras del G. Guayabo varió en el rango 1.18% a 10.49% (el valor mínimo, lo presentaron los especímenes tomados en el Pico del águila y, el valor máximo, las muestras de Los Vados).

6.1.2. Límite líquido, LL (%).

Tabla 18.

Límites líquidos promedio, %.

<i>Geología</i>	<i>Arcillas de la Formación León</i>		<i>Arcillas del Grupo Guayabo</i>	
<i>Sector</i>	Bellavista	Valles del Rodeo	Los Vados	Pico de Águila
<i>Contenido de humedad promedio, %</i>	53.48	34.37	43.54	32.15
<i>Condición climática prevalente el día del muestreo</i>	Soleado	Soleado	Soleado	Parcialmente nublado
<i>Característica del punto de sondeo</i>	Urbanismo	Talud anillo vial	Frente de Explotación a cielo abierto	Frente de Explotación a cielo abierto

Tabla 19.

Caracterización estadística - LL, por zonas de muestreo.

<i>Sitios de muestreo</i>	\bar{x}	<i>Me</i>	x_{\min}	x_{\max}	<i>R</i>	S^2	<i>S</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Curtosis</i>
Tol ^a	56.484	53.797	39.282	82.235	42.953	121.773	11.035	0.672	0.480
Tmg ^b	43.535	44.636	24.988	61.182	36.194	110.275	10.501	-0.071	-0.895
Tol ^c	34.374	34.310	25.993	53.859	27.866	57.080	7.555	1.353	2.349
Tmg ^d	32.154	32.949	23.858	39.041	15.183	27.272	5.222	-0.277	-1.347

Nota.

^a Bellavista; ^b Los Vados; ^c Valles del Rodeo; ^d Pico de Águila.

Tabla 20.

Caracterización estadística - LL, por formaciones.

Formaciones	\bar{x}	Me	x_{\min}	x_{\max}	R	S^2	S	Asimetría	Curtosis
Tol	47.640	51.150	25.993	82.235	56.242	214.232	14.637	0.396	-0.407
Tmg	38.983	36.965	23.858	61.182	37.324	107.303	10.359	0.518	-0.591

De las tablas 19 y 20 se deduce que: las arcillas de la F. León presentan un límite líquido variando entre 26% (valor mínimo en las muestras del Rodeo) y 82.24% (valor máximo en las muestras de Bellavista. La media para los especímenes de Bellavista fue de 53.8% (sugiriendo alta compresibilidad); la media para las muestras del Rodeo fue de 34.31% (indicando compresibilidad media).

Respecto de las muestras del Guayabo, el valor mínimo de las muestras de Los Vados (24.99%) estuvo muy próximo al valor mínimo encontrado en las muestras del Pico de águila (23.86%); en ambos materiales, señalan baja compresibilidad. Sin embargo, el valor máximo del LL de este tipo de arcillas fue claramente diferentes en las dos muestras; 61.18% (alta compresibilidad) en las muestras de Los Vados y 39.04% (compresibilidad media) en las muestras de Pico de águila.

Los rangos de variación del LL hacen ver distintas composiciones químicas mineralógicas en un mismo afloramiento. Naturalmente existe meteorización mecánica y química diferencial, lo cual afecta la composición y, por ende, las propiedades índices.

Las arcillas de la Formación León, según el LL, varían de media a alta compresibilidad (tanto en el afloramiento de Bellavista como en el sector El Rodeo). Por su parte, las arcillas del Grupo Guayabo registran compresibilidad baja a alta en el afloramiento de Los Vados y de baja a media en el afloramiento Pico de Águila. De acuerdo con estos resultados, las arcillas Tol de Bellavista sugieren tener mayor afinidad con el agua que las arcillas del sector El Rodeo y, las

arcillas Tmg de Los Vados tienen mayor afinidad con el agua que las correspondientes arcillas del Pico de Águila.

La diferencia composicional de cada arcilla puede explicar la variación: la formación León contiene lentes de yeso entre láminas de arcilla; el Grupo Guayabo no tiene yeso interlaminado, pero, las capas de arcillolita se presentan en forma alternada con capas de sedimentos granulares arenosos y frecuentemente hay migración de granos de arena hacia las capas de arcilla y viceversa.

6.1.3. Límite plástico, LP.

Las humedades de los límites plásticos quedaron condesadas en menor rango que los límites líquidos, obteniéndose para Bellavista, Los Vados, Valles del Rodeo y Pico de Águila porcentaje de humedades para LP de 22.95%, 17.12%, 15.92% y 15.067% respectivamente.

Tabla 21.

Caracterización estadística - LP, por zonas de muestreo.

<i>Sitios de muestreo</i>	\bar{x}	<i>Me</i>	x_{\min}	x_{\max}	<i>R</i>	S^2	<i>S</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Curtosis</i>
Tol ^a	22.947	22.619	20.054	28.262	8.208	5.621	2.371	0.890	0.135
Tmg ^b	17.121	16.946	13.896	21.679	7.783	5.123	2.263	0.264	-1.036
Tol ^c	15.924	14.935	11.688	23.632	11.944	10.117	3.181	1.033	1.168
Tmg ^d	15.627	15.067	12.543	19.579	7.036	3.928	1.982	0.517	-0.386

Nota.

^a Bellavista; ^b Los Vados; ^c Valles del Rodeo; ^d Pico de Águila.

Los especímenes de la formación León (fuente Bellavista) revelan un rango de variación del límite plástico entre 20.05% y 28.2%; las muestras de esta formación procedentes de Valles del Rodeo registraron una variación del límite plástico entre 11.69% y 23.63%. Por su parte, las arcillas del Guayabo indicaron un rango 20.05 a 28.26% (en sector Los Vados) y 11.69% a

23.63% (sector Pico de águila). Se aprecia que los valores de Límite plástico son mayores en las arcillas de la F. León que en las arcillas del G. Guayabo; no obstante, los valores promedio del límite plástico de los diferentes conjuntos de muestras son relativamente próximos o similares. Independiente de la fuente de extracción, las humedades que corresponden a Límite plástico resultaron superiores al contenido de humedad natural encontrado en las muestras captadas, significando que los sedimentos se encontraban en estado de consistencia semisólida a sólida.

Tabla 22.

Caracterización estadística - LP, por formaciones.

<i>Formaciones</i>	\bar{x}	<i>Me</i>	x_{\min}	x_{\max}	<i>R</i>	S^2	<i>S</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Curtosis</i>
Tol	20.138	20.643	11.688	28.262	16.574	19.362	4.400	-0.261	-0.745
Tmg	16.523	16.509	12.543	21.679	9.136	5.067	2.251	0.386	-0.761

6.1.4. Límite de contracción, LC.

Tabla 23.

Caracterización estadística - LC, por zonas de muestreo.

<i>Sitios de muestreo</i>	\bar{x}	<i>Me</i>	x_{\min}	x_{\max}	<i>R</i>	S^2	<i>S</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Curtosis</i>
Tol ^a	8.061	7.782	3.778	14.481	10.703	6.424	2.535	0.606	0.761
Tmg ^b	9.714	9.345	6.558	15.353	8.795	3.798	1.949	1.331	2.593
Tol ^c	7.775	7.797	5.267	10.275	5.008	2.447	1.564	-0.067	-0.876
Tmg ^d	10.405	10.092	8.512	14.102	5.590	2.287	1.512	1.107	1.310

Nota.

^a Bellavista; ^b Los Vados; ^c Valles del Rodeo; ^d Pico de Águila.

Las arcillas de la F. León mostraron un rango de LC variando entre 3.78 y 14.48% (B. Bellavista), con promedio de 7.78% y, de 5.27 a 10.28% (Valles del Rodeo), con promedio de 7.8%. Para las arcillas del G. Guayabo, tal variación fue 6.56% a 15.35 (Sector Vados), con promedio de 9.35% y de 8.51% a 14,10% con promedio de 10.09%. (Pico de Águila). En términos interpretativos del LC con la expansividad de tales geomateriales, las arcillas de la F.

León procedentes de Bellavista tienen un registro bajo a alto de susceptibilidad a cambios volumétricos. Las arcillas de esta formación procedentes del Rodeo sugieren una variación de expansividad media a alta. Por su parte, las arcillas del G. Guayabo revelan expansividad baja a alta (en el sector Los Vados) y baja a media en el sector Pico de Águila. Se destaca que la fuente Pico del águila es más arenosa.

En todos los casos, el límite de contracción fue menor al límite plástico, lo cual según Karlsson, (1977) sugiere que se trata de sedimentos de naturaleza, origen o contenido importante de orgánicos. No olvidar que, los investigadores geólogos han asociado tales formaciones sedimentarias a ambientes marinos de circulación restringida o lacustres.

En general, los valores más altos de LC correspondieron a las muestras del G. Guayabo, sugiriendo que son relativamente menos hiperactivas que las correspondientes arcillas de la F.

León. Ver Tabla 24.

Tabla 24.

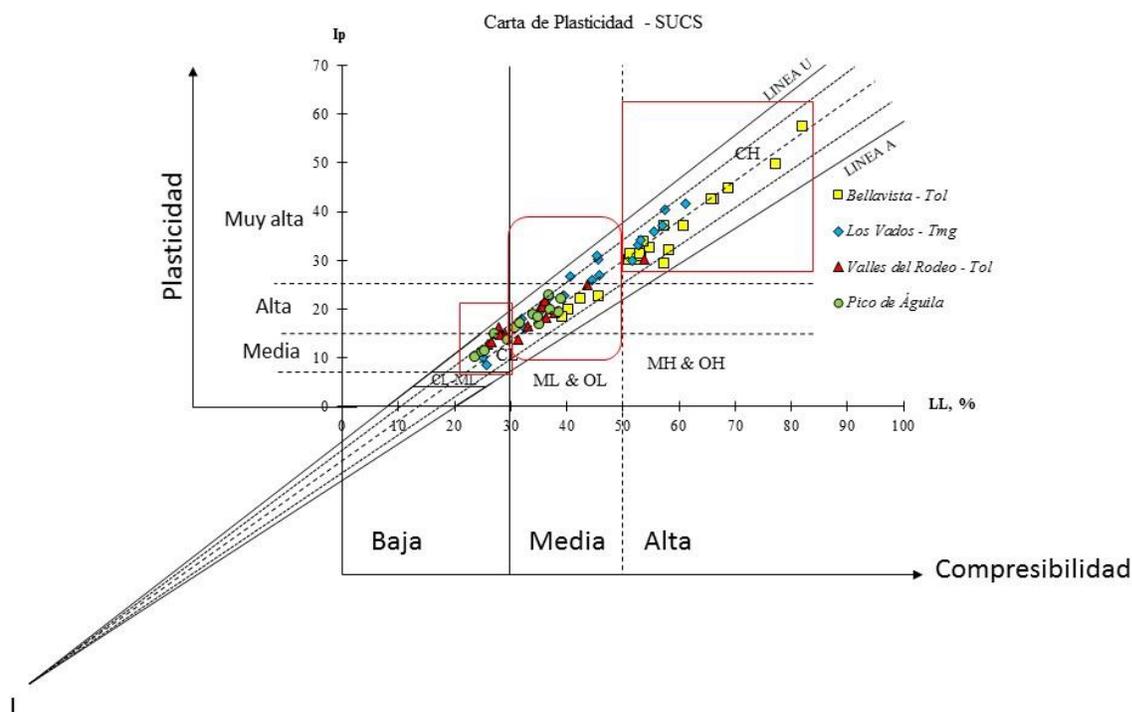
Caracterización estadística - LC, por formaciones.

<i>Formaciones</i>	\bar{x}	<i>Me</i>	x_{\min}	x_{\max}	<i>R</i>	S^2	<i>S</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Curtosis</i>
Tol	7.946	7.782	3.778	14.481	10.703	4.735	2.176	0.616	1.183
Tmg	9.992	9.585	6.558	15.353	8.795	3.221	1.795	1.055	1.655

6.1.5. Parámetros índices.

6.1.5.1. Índice de plasticidad, I_p .

La Gráfica 1 ilustra la distribución de las muestras ensayadas en la carta de plasticidad de Casagrande, modificada por Mitchell, 1976.



Gráfica 1. Distribución en la carta de plasticidad de Casagrande de los puntos LL, I_p de todas las muestras.

Como puede observarse, todas las muestras clasificaron como arcillas (situadas arriba de la Línea A). Las muestras del G. Guayabo de la fuente Pico de Águila (ícono verde) calificaron de baja a media compresibilidad y media a alta plasticidad; en ambos conceptos con predominio medio. Las correspondientes de esa formación del sector Los Vados (ícono azul) indicaron un mayor rango de compresibilidad (baja a alta), con predominio alto y más amplio rango de plasticidad (media a muy alta, con predominio muy alto). Las muestras de la F. León, del sector Bellavista (ícono amarillo) presentan media a alta compresibilidad, con tendencia alta y alta a muy alta plasticidad, con predominio muy alto. Por su parte, las arcillas del sector Rodeo (ícono rojo), presentaron baja a alta compresibilidad, con dominio bajo a medio y media a muy alta plasticidad, con predominio medio a alto.

En la Gráfica 1 se aprecia que, mayoritariamente, las muestras se localizaron en el centro de la franja conformada por las líneas A y U, lo cual sugiere, según el criterio de Mitchell, 1976, que contienen minerales de arcilla Ilítico; algunas contadas muestras (especialmente de la fuente Vados – G. Guayabo) estuvieron más hacia el lindero U y algunas estuvieron (de la fuente Bellavista-F. León), se acercaron hacia la línea A (por encima).

Cinco muestras del G. Guayabo (cuatro del sector Los Vados y una, de Pico de águila) clasificadas como arcillas CL, con baja compresibilidad ($LL < 30\%$) mostraron algún contenido de sedimento particulado areno limoso, dando un comportamiento más magro. Igual conducta mostraron tres muestras de la F. León procedentes del Rodeo. El resto de las muestras de distinto sitio de origen exhibieron un comportamiento más graso.

En el sistema de clasificación unificado (SUCS), las muestras por zonas de muestreo se clasifican conforme se presenta en la Tabla 25.

Tabla 25.

Clasificación de las muestras por el sistema unificado, SUCS.

<i>Fuente</i>	<i>Descripción</i>	<i>Clasificación Sistema Unificado</i>
Bellavista	Capas microlaminadas de sedimentos finos plásticos, de color pardo a gris verdoso, con lentes de yeso interestratificado, de media a alta compresibilidad, de alta a muy alta plasticidad, de actividad expansiva baja a media y de consistencia semisólida a sólida in situ, al momento de exploración. Arcillas.	CL CH (dominantes) – plasticidad muy alta
El Rodeo	Capas microlaminadas de sedimentos finos plásticos, de color pardo a gris verdoso, con lentes de yeso interestratificado, de baja a alta compresibilidad (dominio medio), de baja a muy alta plasticidad (dominio medio),	CL (dominantes) – compresibilidad media y plasticidad alta. CH

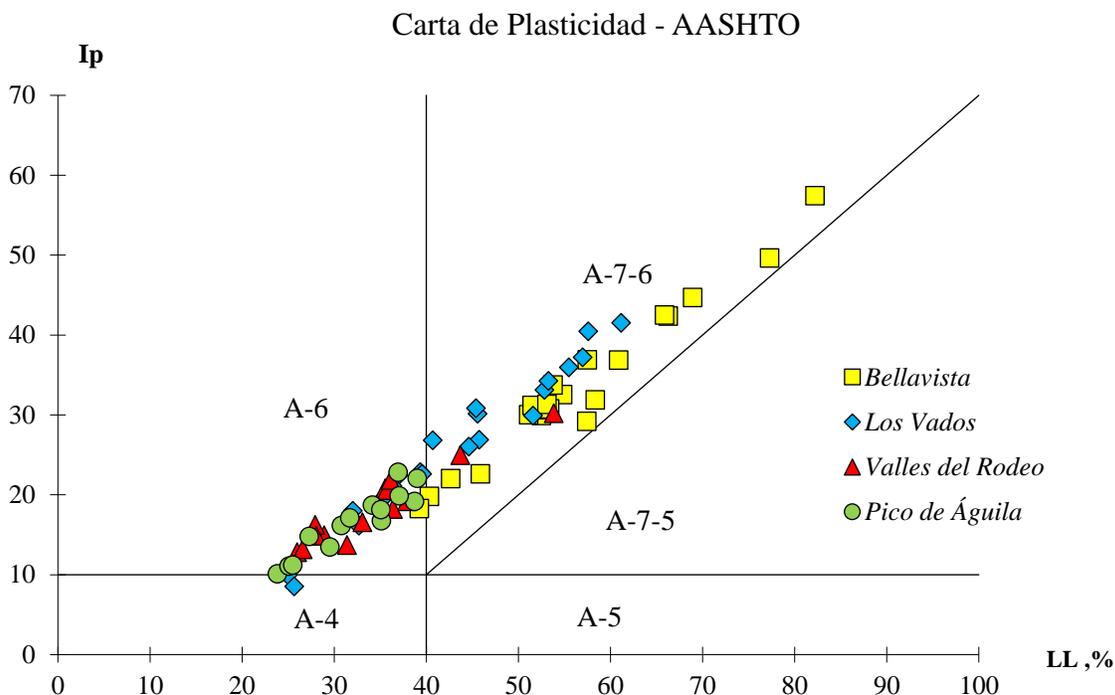
	de actividad expansiva baja a media y de consistencia sólida in situ, al momento de exploración. Arcillas.	
Los Vados	Capas de arcillas intercaladas con estratos de arenisca, de color pardo rojizo y gris claro; de baja a alta compresibilidad (dominio medio) y plasticidad baja a muy alta (dominio muy alto), consistencia sólida in situ al momento de muestreo. Arcillas	CL CH (dominantes) – plasticidad muy alta.
Pico de Águila	Capas de arcillas intercaladas con estratos de arenisca, de color pardo rojizo y gris claro; de baja a media compresibilidad (dominio medio) y plasticidad baja a media (dominio medio), consistencia sólida in situ al momento de muestreo. Arcillas	CL (dominantes) – plasticidad media CH

La Gráfica 2 ilustra la localización de las arcillas en la Carta de Plasticidad para finos adaptada por el sistema AASHTO. Las arcillas Tmg del Pico de águila clasifican como suelos A6 y, con excepción de cuatro muestras que resultaron en ese mismo grupo clasificatorio, de dos que calificaron como A4, las restantes del sector Los Vados, calificaron como A-7-6.

En cuanto hace referencia a las arcillas de la Formación León, salvo dos del sector Rodeo calificadas como A-7-6, las restantes de dicha fuente clasifican como A6. De las muestras del sector Bellavista, salvo una definida como A6 y una de transición A6, la mayoría clasifican como A-7-6.

Las muestras tipo A4 se describen en dicho sistema de clasificación como suelos limosos de plasticidad moderada a nula, mezclados con un considerable porcentaje de arena; los sedimentos del grupo A6 se definen en dicho sistema como arcillas plásticas susceptibles a

cambios volumétricos, con algo de arena en su estructura; las muestras A-7-6 se definen como arcillas plásticas con alto potencial de expansión.



Gráfica 2. Distribución en la carta de plasticidad para AASHTO de los puntos LL, Ip de todas las muestras.

De las setenta (70) muestras ensayadas y clasificadas en el sistema unificado, cuarenta y cinco (45) clasificaron como arcillas de baja a media compresibilidad (CL) y veinticinco (25) resultaron ser de alta compresibilidad (CH). En el sistema AASHTO, dos (2) muestras clasificaron como A4, treinta y cuatro (34) lo hicieron como A6 y, treinta y cuatro (34) resultaron A7-6.

La distribución porcentual de las arcillas según clasificación y fuente de extracción ha sido indicada en la Tabla 26.

Tabla 26.

Clasificación SUCS, AASHTO y distribución porcentual de las muestras.

	<i>Sitio de muestreo</i>	<i>SUCS</i>			<i>AASHTO</i>		
		x_i^a	f_i^b	$h_i(\%)^c$	x_i	f_i	$h_i(\%)$
Tol	Bellavista	CL	4	6%	A-4	0	0%
					A-6	1	1%
		CH	17	24%	A-7-6	20	29%
	Valles del Rodeo	CL	13	19%	A-4	0	3%
					A-6	12	10%
		CH	1	1%	A-7-6	2	17%
Tmg	Los Vados	CL	14	20%	A-4	2	0%
					A-6	7	17%
		CH	7	10%	A-7-6	12	3%
	Pico de Águila	CL	14	20%	A-4	0	0%
					A-6	14	20%
		CH	0	0%	A-7-6	0	0%
Total		70	100%		70	100%	

Nota.

^a variable; ^b frecuencia; ^c frecuencia en %.

6.1.5.2. Índices de liquidez (I_L) y, de compresión (C_c).

La Tabla 27 condensa los valores mínimo, máximo y promedio del índice de liquidez de la totalidad de las muestras. De conformidad con los valores del índice de liquidez presentados en su totalidad menores a cero, sugiere que los geomateriales registraron al momento de muestreo consistencia semisólida a sólida (semi dura a dura, en correspondencia con los valores de índice de consistencia superiores hallados) tendría una resistencia a la compresión inconfiada del orden o superior a los 400 kN/m², puesto que todos los valores de I_L son menores a 0.2.

Tabla 27.

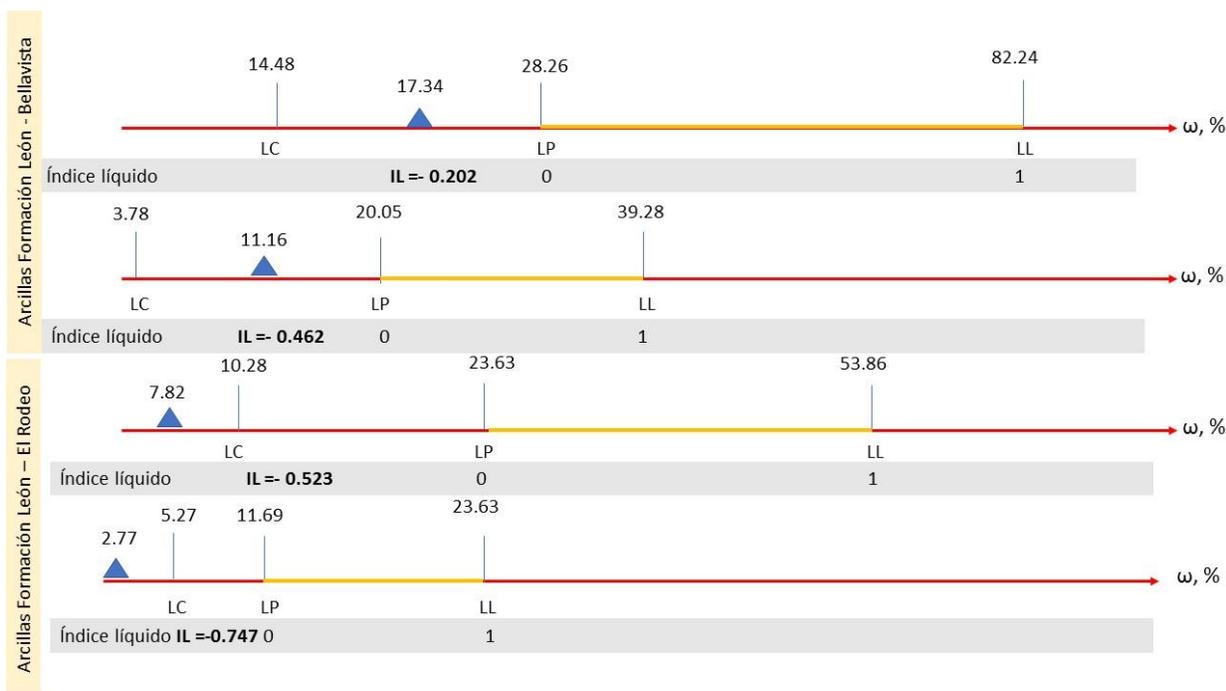
Caracterización estadística – I_L .

Sitios de muestreo	\bar{x}	Me	x_{\min}	x_{\max}	R	S^2	S	Asimetría	Curtosis
Tol ^a	-0.267	-0.243	-0.545	-0.165	0.380	0.007	0.086	-1.867	4.497
Tmg ^b	-0.447	-0.377	-1.079	-0.222	0.858	0.053	0.230	-1.737	2.647
Tol ^c	-0.607	-0.539	-1.027	-0.364	0.662	0.041	0.203	-0.734	-0.595
Tmg ^d	-0.781	-0.712	-1.165	-0.498	0.667	0.047	0.217	-0.914	-0.328

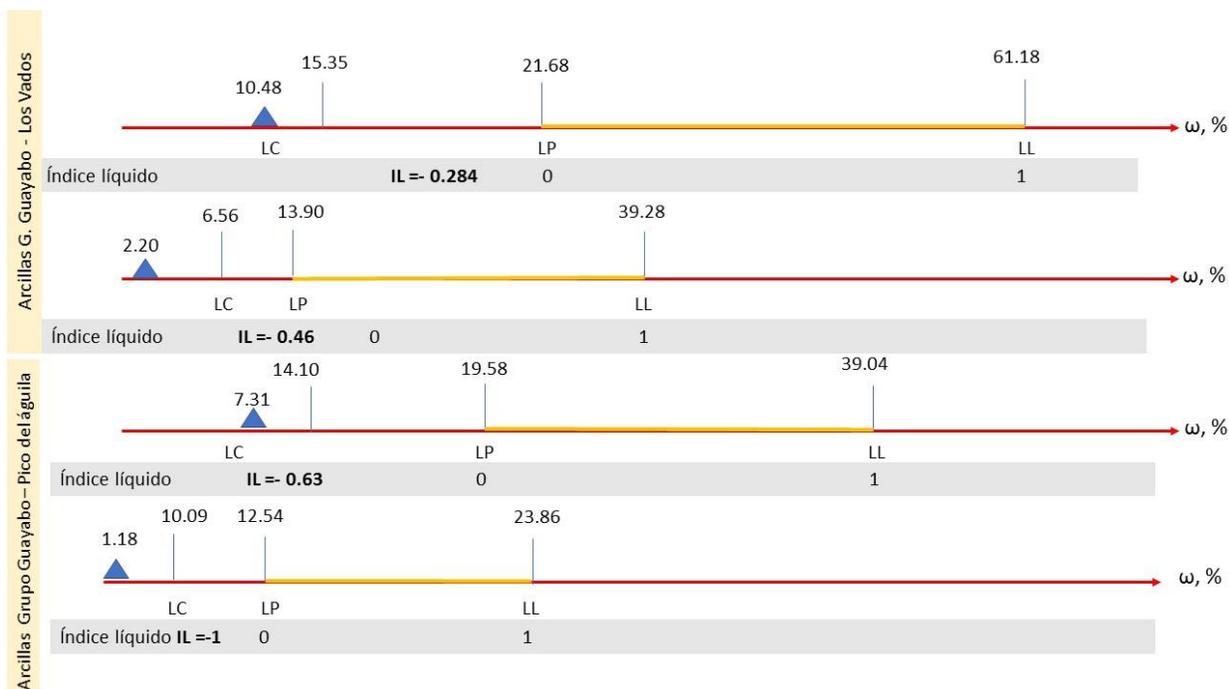
Nota.

^a Bellavista; ^b Los Vados; ^c Valles del Rodeo; ^d Pico de Águila.

En las Gráficas 3 y 4 se presentan los continuos de humedad de cada arcilla ensayada, según geología de la fuente de extracción, elaboradas con los valores máximo y mínimo registrados.



Gráfica 3. Continuo de humedad de las arcillas de la Formación León.



Gráfica 4. Continuo de humedad de las arcillas del G. Guayabo.

En esta gráfica el ícono triangular azul significa la condición de humedad natural de los sedimentos al momento de la operación de muestreo. Los valores de índice de liquidez próximos y menores a cero sugieren arcillas pre-consolidadas, esto es que en el pasado estuvieron sometidas a cargas litostáticas superiores a las que registran en la actualidad. Explicable si se tiene en cuenta, que en todas las áreas exploradas se nota la ocurrencia de procesos de erosión y/o corte artificial de sedimentos. En esas circunstancias, las arcillas evaluadas se relacionan con valores de $OCR > 1$, consecuentemente, sus valores correspondientes de índice de compresión en términos del Límite líquido pueden ser estimados con la expresión.

$$C_c = 0.007[LL - 7]$$

Y, por consiguiente, el rango de variación del índice de compresión para las arcillas de la F. León, sector Bellavista oscila entre 0.23 y 0.53 (media a alta); las correspondientes arcillas del sector El Rodeo, variaron esta propiedad entre 0.11 y 0.32 (baja a alta).

Por su parte, las arcillas Tmg-Los Vados mostraron una variación del índice de compresión de 0.23 a 0.37 (media a alta) y las del Pico del águila, oscilaron este parámetro entre 0.12 y 0.22 (baja a media).

6.1.5.3. Actividad de las arcillas, A.

En esta investigación fue calculada la actividad de las arcillas según el planteamiento de Skempton, (1953), aplicando la expresión $A = \frac{IP}{\%Finos < 2\mu m}$, (Holtz & Kovacs, 1981). En los anexos I y II se registran los valores de índice de plasticidad, % de finos empleados para calcular la de cada muestra. Según Carlos Crespo (2004), la actividad de la arcilla obtenida en la forma señalada define arcillas relativamente inactivas, tipo caoliníticos cuando la actividad (A) es menor a 0.5; arcillas con actividad normal, tipo Ilítico, si la actividad es igual o mayor a 0.5 y menor a uno (1) y arcillas progresivamente más activas, tipo montmorilloníticos, si la actividad es superior a uno (1).

De acuerdo con este criterio, veintiséis (26) de setenta (70) muestras, equivalente a 37.14% de las muestras evaluadas registraron una actividad en el rango 0.5 a 1.0, siendo 0.85 el mayor valor obtenido; lo cual califica dichas muestras como arcillas con actividad normal, tipo Ilítico; el restante 62.85% exhibió una actividad menor a 0.5, calificada como relativamente inactiva. En términos de la interpretación original de Skempton (Tabla 14), sesenta y ocho de setenta (97.1%) mostraron una actividad menor a 0.75, lo cual las relaciona como inactivas y de expansividad baja y sólo 2.9% de las muestras con actividad mayor o igual a 0.75 y menor a 1.25, asociadas a arcillas con actividad normal y grado de expansividad medio.

En función del Límite de contracción, el 32.85% de las muestras ensayadas presentaron un límite de contracción menor a 8, sugiriendo alta expansividad; el 41.42% de las muestras exhibió un límite contracción en el rango 8 a 10, asociado a expansividad media y el 25.71% de

las muestras restantes revelaron un límite de contracción superior a 10, lo cual plantea baja expansividad. Las muestras en función de su actividad se catalogan 68 de ellas como inactivas y solo dos tienen actividad normal.

6.1.6. Granulometría – método del hidrómetro.

Tres de las cuatro muestras-fuentes clasificaron en el triángulo de textura como arcillas y sólo la muestra del G. Guayabo, procedente de Pico de Águila clasificó como arcilla limosa marga, detrítica. La distribución porcentual de cada tamaño matiza la calidad del sedimento.

La muestra de sedimento de la F. León, procedente del sector Bellavista registró una mayor fracción arcillosa (65.99%), seguida del 33.7% de limo; comúnmente se califica como arcillas limosas con menos del 1% de arena. Las muestras de dicha formación aflorantes en El Rodeo podrían ser definidas como arcillas limo arenosas, con 43.35% de arcilla, 39.72% de limo y 16.94% de arena.

Por su parte, las muestras de sedimentos del G. Guayabo extraídas de Los Vados con 58.23% de arcillas, 28.44% de limos y 13.33% de arenas, podrían igualmente denominarse arcillas limo arenosas. Las arcillas Tmg traídas del Pico del Águila definida en el triángulo de textura como arcilla limosa marga, mostró 46.2% de limo, 35.3% de limo y 18.17% de arena.

La Tabla 28 consigna los valores promedios de la composición textural de las muestras de suelo ensayadas, según sitio de procedencia y, de manear específica, la clasificación en el triángulo de texturas, las setenta (70) muestras analizadas revelaron la clasificación que se indica en la Gráfica 5.

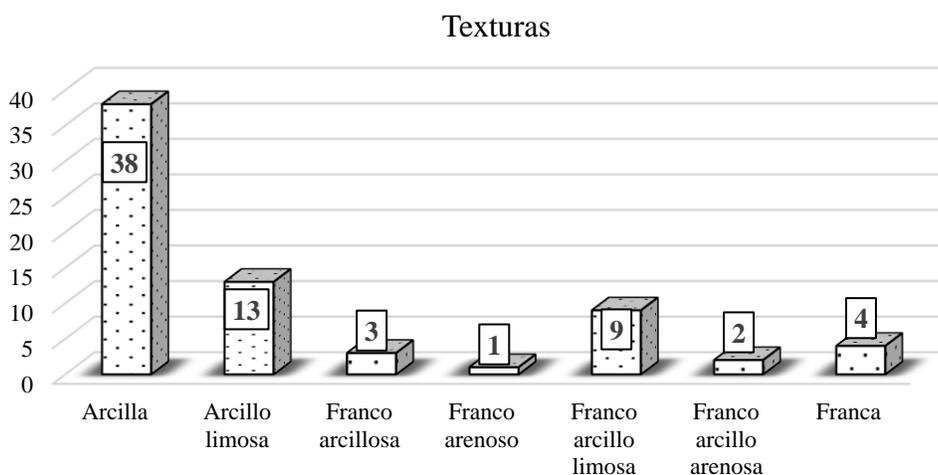
Tabla 28.

Distribución promedio de tamaño de grano por zonas de muestreo.

<i>Sitios de muestreo</i>	\bar{x} de % arenas	\bar{x} de % limos	\bar{x} de % arcillas
Tol ^a	0.26	33.70	65.99
Tmg ^b	13.33	28.44	58.23
Tol ^c	16.94	39.72	43.35
Tmg ^d	18.17	46.20	35.63

Nota.

^a Bellavista; ^b Los Vados; ^c Valles del Rodeo; ^d Pico de Águila.



Gráfica 5. Clasificación de las muestras por textura.

6.1.7. Gravedad específica, G_s .

La Tabla 29 condensa los valores estadísticos de la variable Gravedad específica (G_s).

Las arcillas de la F. León presentaron un rango $2.51 \leq G_s \leq 2.7$ con promedio de 2.6 para las muestras procedentes del sector Bellavista y, un rango $2.51 \leq G_s \leq 2.64$, con promedio de 2.55, para las traídas del sector El Rodeo. Las arcillas del G. Guayabo, presentaron un rango $2.5 \leq G_s \leq 2.64$ con promedio de 2.56 para las muestras procedentes del sector Lo Vados y, un rango $2.52 \leq G_s \leq 2.69$, para las traídas del sector Pico de Águila.

Tabla 29.

Caracterización estadística – Gs.

<i>Sitios de muestreo</i>	\bar{x}	<i>M e</i>	x_{\min}	x_{\max}	<i>R</i>	S^2	<i>S</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Curtosis</i>
Tol ^a	2.6	2.6	2.51	2.7	0.19	0.004	0.063	0.187	-1.221
Tmg ^b	2.57	2.56	2.5	2.64	0.14	0.002	0.039	0.082	-0.444
Tol ^c	2.55	2.55	2.51	2.64	0.13	0.001	0.037	1.066	0.946
Tmg ^d	2.56	2.56	2.52	2.69	0.17	0.002	0.044	2.076	5.942

Nota.

^a Bellavista; ^b Los Vados; ^c Valles del Rodeo; ^d Pico de Águila.

Los rangos de variación de Gs son, para los dos tipos de arcilla, relativamente similares; como se aprecia el valor mínimo varió entre 2.5 y 2.52 y el valor máximo osciló entre 2.64 y 2.7.

Estos valores revelan la influencia composicional de las muestras de suelo evaluadas, las cuales, pese a ser clasificadas como arcillas en función de su plasticidad, en su conjunto pueden describirse como sedimentos detríticos, con una fracción importante de limos y arenas; de ahí que el valor promedio esté rondando por 2.6.

6.1.8. Expansión – aparato de Lambe.

Las muestras de la F. León – sector Bellavista presentaron un promedio de potencial de cambio volumétrico (CVP), de 4.38 y, de 2.81 para las extraídas del sector El Rodeo. Las muestras del G. Guayabo – sector Los Vados indicaron un valor promedio de CVP igual a 3.63 y de 2.01 para las procedentes de la vereda Pico de Águila. Ver Tabla 30. En la Tabla 31 se incluyen algunas propiedades características de las muestras seleccionadas.

Tabla 30.

Caracterización estadística – CVP.

<i>Sitios de muestreo</i>	\bar{x}	<i>Me</i>	x_{\min}	x_{\max}	<i>R</i>	S^2	<i>S</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Curtosis</i>
Tol ^a	4.381	4.352	3.293	5.565	2.272	0.437	0.661	0.245	-0.842
Tmg ^b	3.628	3.674	0.817	4.952	4.135	1.080	1.039	-1.241	1.691
Tol ^c	2.809	3.430	0.742	3.915	3.173	1.542	1.242	-0.805	-1.181
Tmg ^d	2.067	1.775	0.742	4.758	4.016	1.524	1.234	0.862	-0.066

Nota.

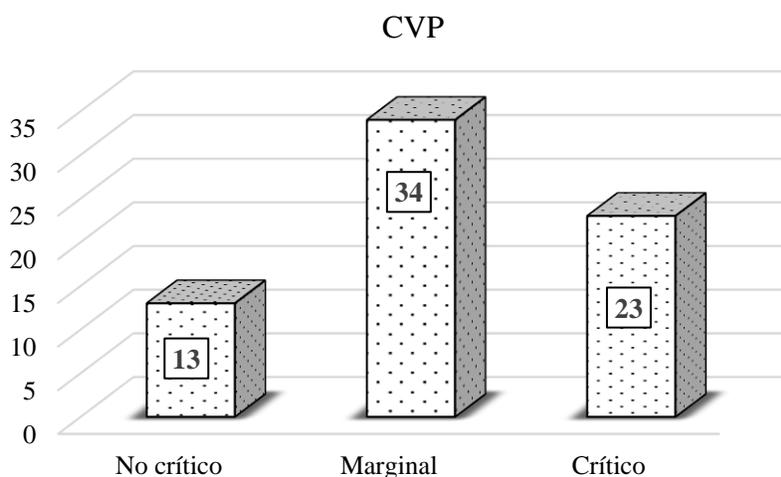
^a Bellavista; ^b Los Vados; ^c Valles del Rodeo; ^d Pico de Águila.

Tabla 31.

Interpretación de los valores promedio de cambio potencial volumétrico encontrados de las muestras evaluadas.

<i>Geología</i>	<i>Formación León</i>		<i>Grupo Guayabo</i>	
<i>Fuente</i>	<i>Bellavista</i>	<i>El Rodeo</i>	<i>Los Vados</i>	<i>Pico del águila</i>
<i>Mínimo</i>	3.293 - Marginal	0.742 - No crítico	0.817 – No crítico	0.742 – No crítico
<i>Valor Máximo</i>	5.565 - Crítico	3.915 - Marginal	4.952 - Crítico	4.758 - Crítico
<i>Promedio</i>	4.352 - Crítico	2.809 - Marginal	3.628 - Marginal	2.067 - Marginal
<i>Interpretación del CVP</i>	Marginal a Crítico con promedio Crítico	No crítico a Marginal con promedio marginal	No crítico a Marginal con promedio marginal	No crítico a Marginal con promedio marginal

Se colige de la tabla 31 que, el sector Bellavista con afloramiento de suelos arcillosos de la Formación León acusa un potencial expansivo promedio calificado como crítico; las restantes zonas revelan un CVP promedio marginal. En la Gráfica 6 se presenta un diagrama de barra mostrando la distribución de CVP que revelaron la totalidad de las muestras. Trece 13 de las 70 muestras (18.6%) enseñaron un CVP no crítico; 48.57% (34 de 70 muestras) indicaron un CVP marginal y 32.86% (23 de 70 muestras) exhibieron CVP crítico.



Gráfica 6. Potencial de expansión de las muestras.

6.1.9. Criterio de elección de muestras para evaluación de succión.

Se planteó la medición de la succión sólo a cuatro (4) muestras, una por cada sitio de muestreo, para hacerle el estudio de succión que, permitiera posteriormente construir las correspondientes curvas de retención de humedad. La selección de las muestras para ser sometidas a las técnicas de papel filtro y placa de succión fue realizada adoptando el criterio de elegir, de cada grupo, aquella muestra que hubiera exhibido el mayor valor de límite líquido.

Una vez hecha la caracterización de los geomateriales, la respectiva medición de las propiedades índice y con las muestras seleccionadas para medir succión, La discusión sobre la formulación de criterios rectores para elegir la muestra para evaluación de succión, giró en torno a los siguientes dos elementos, considerados como cruciales:

i. La inexistencia de medios de financiación de la investigación distinta a los recursos propios del tesista y al apoyo recibido de los directores del proyecto, la poca posibilidad de obtener el papel filtro en el país y la no existencia del equipo del ensayo de placa de succión en la región.

ii. El ensayo de papel filtro es un procedimiento que demanda alta rigurosidad, con precisión en el pesaje de 0.0001 g., de conformidad con el procedimiento normado. Dada la variedad de recursos de error en la determinación de los ensayos (control de tiempo, equipo, medio ambiente, manipulación de las muestras, mediciones, etc) existe alta probabilidad de error. Consecuentemente, aplicar una curva por muestra, podría dar lugar a que las cuatro (4) mediciones registren alta dispersión, haciendo que los resultados finales no ofrezcan conclusiones claras.

Tales consideraciones orientaron la definición y debate de dos alternativas, para decidir entre ellas, la más apropiada:

i. Hacer un (1) ensayo de succión a cada una de las cuatro (4) muestras seleccionadas. La desventaja de esta alternativa es que no se tendrían datos referentes comparativos para el mismo tipo de suelo, debido a que no se tienen para el área metropolitana de Cúcuta, las curvas de referencia precedentes. La presente investigación resulta ser la primera en su género que estudia la succión con las técnicas de papel filtro y placa con los geomateriales arcillosos de la región. Este aspecto limita la posibilidad de construir una sola curva para una determinada muestra, debido a que se reduce la precisión de la información obtenida y se incrementa el rango de error; consecuentemente, una sola curva no es suficiente soporte para constituirse en información confiable de futuras referencias.

ii. Invertir todos los recursos disponibles (cuatro pruebas de succión) en una sola muestra, de manera de poder establecer comparaciones para corroborar el grado de confianza y la validez de las succiones medidas y, estipular el sesgo (error sistemático innato del método de ensayo).

El tener varias iteraciones de un mismo método para la determinación una determinada propiedad (succión), aumenta la probabilidad de determinar un intervalo consolidado de valores

en el que se halle el dato real de dicha propiedad (INVIAS, 2013), haciendo más efectivo y fiable el ensayo. En esencia, la repetición de una misma prueba reduce la probabilidad de que los errores cometidos durante el ensayo, de carácter humano o procedimental, afecten los resultados finales.

En debate amplio de los integrantes del equipo investigador se optó por la segunda de las alternativas, dejando la recomendación que, habida cuenta que se tiene avanzada la caracterización de las arcillas de las otras tres muestras de igual número de sitios, podría continuarse el estudio con nuevas investigaciones y nuevos tesisistas procurando buscar los recursos financieros que soporten el desarrollo total de las nuevas pesquisas.

Para escoger la muestra tipo a ser evaluada en términos de succión y posterior construcción de la correspondiente curva de retención de humedad, se decidió escoger inicialmente una muestra de cada sitio explorado, adoptando el criterio de elegir, de cada grupo, el espécimen que hubiera exhibido el mayor valor de límite líquido y, de estas, la que procediera de un área geográfica de mayor extensión para futuro desarrollo urbano.

De esta manera, las muestras que clasificaron fueron: la muestra #8 del sector Bellavista, con un LL = 82.35%; la muestra # 22 del sector Los Vados, con un LL = 61.182%; la muestra # 48 de Valles del Rodeo con LL = 53.859%; y la muestra 4 del sector Pico de Águila con LL = 39.041%.

Con excepción de la muestra del Grupo Guayabo-Sector Pico del águila, la cual clasificó como Arcilla de compresibilidad media y plasticidad alta (CL), las restantes muestras seleccionadas corresponden a arcillas de alta compresibilidad y, muy alta plasticidad. Salvo la muestra de la formación León - sector Valles del Rodeo, la cual presentó un potencial de cambio volumétrico, CVP, de tipo marginal, las demás muestras registran un CVP interpretado como

crítico. En términos de los criterios de Crespo, las muestras de Bellavista (formación León) y, la del sector Los Vados (G. Guayabo) mostraron actividad normal ($0.5 \leq A \leq 1$); por su parte, las muestras de El Rodeo (F. León) y de Pico del águila (G. Guayabo) exhibieron inactividad relativa.

De conformidad con el criterio de seleccionar las muestras de mayor compresibilidad (aquellas que exhibieron mayor límite líquido) se aprecia que, las muestras que cumplen tal requisito son: la extraída del sector Bellavista, perteneciente al Grupo León (con LL=82.24%) y la muestra tomada en el sector Los Vados, perteneciente al Grupo Guayabo (con un LL=61.18%).

Las dos muestras pertenecen a formaciones geológicas aflorantes en el municipio de Los Patios; sin embargo, el área más extensa y de futuro desarrollo urbano en dicha municipalidad corresponde al área sur, en donde afloran las arcillas del Grupo Guayabo (sector Los Vados). De acuerdo con tales consideraciones, se resolvió aplicar prueba de succión a las muestras de arcilla del sector Los Vados y cuyas características geotécnicas índices han sido resaltadas en la Tabla 32.

Tabla 32.

Propiedades índices de las muestras seleccionadas para ensayo de succión.

Fuente	Geología	LL (%)	LP (%)	LC (%)	I _P	Clasificación		Granulometría – Hidrómetro ^e			A ^f	Actividad de la arcilla. Crespo	G _s	Expansión – Lambe	
						SUCS	AASHTO	% Arena	% Limo	% Arcilla				CVP ^g	
Bellavista	Tol	82.24	24.81	9.99	57.43	CH	A-7-6	-	32.26	67.74	0.85	Normal- Illita	2.53	4.09	Crítico
El Rodeo	Tol	53.86	23.63	5.51	30.23	CH	A-7-6	3.59	25.74	70.67	0.43	Rel. inactiva	2.51	3.61	Marginal
Los Vados	Tmg	61.18	19.65	8.48	41.53	CH	A-7-6	-	18.31	81.69	0.51	Normal- Illita	2.56	4.37	Crítico
Pico de Águila	Tmg	30.80	14.67	8.51	22.06	CL	A-6	11.01	43.43	45.56	0.48	Rel. inactiva	2.52	4.76	Crítico

Nota.

^e Tamaños de partículas: para arenas > 0.05mm, para limos entre 0.05mm – 0.002mm y para arcillas < 0.002mm; ^f Actividad; ^g Cambio Volumétrico Potencial.

De la manera expuesta fueron realizadas cuatro pruebas de medición de succión a la muestra de arcilla (CH) perteneciente al Grupo Guayabo y, procedente del sector Los Vados, en el municipio de Los Patios, N.S. Con base en los resultados de los ensayos de succión se procedió a construir las correspondientes cuatro (4) curvas de retención de humedad del geomaterial evaluado.

6.1.10. Ensayo de papel filtro.

La Tabla 33 contiene los valores de humedad gravimétrica (%) y succión (kPa) de las cuatro (4) mediciones hechas a la muestra de Los Vados.

La Tabla 33 contiene los valores de humedad gravimétrica (%) y succión (kPa) de las cuatro (4) mediciones hechas a la muestra de Los Vados. La muestra evaluada, en estado natural registró: $G_s = 2.56$ y, $\omega = 10.49\%$. El valor de la relación de vacíos fue estimado utilizando la ecuación de Rendón-Herrero (1963), $C_c = 0.141G_s^{1.2} \left(\frac{1+e_n}{G_s}\right)^{2.38}$ con base en el índice de compresión hallado en función del límite líquido obtenido para la arcilla evaluada. Como dicha arcilla fue catalogada como de alta compresibilidad y sobreconsolidada, el índice de compresión (C_c) se obtuvo con la ecuación $C_c = 0.007[LL - 7]$. Para, $LL = 61.18\%$, $C_c = 0.3793$. Con este valor de índice de compresión, $G_s = 2.56$ y, $w = 10.49\%$, el valor de la relación de vacíos natural (según la expresión de Rendón-Herreros (193), es: 1.414. El valor del grado de saturación (S) correspondiente a la humedad natural, según la expresión $G_s * \omega = S * e$, es: 11.14%. Con una relación de vacíos de 1.414 y, un $G_s = 2.56$, la humedad de saturación (estimada para un grado de saturación, $S = 100\%$) es 55.23%.

Tabla 33.

Valores de humedad gravimétrica y succión, técnica del papel filtro.

SWRC – 1		SWRC – 2		SWRC – 3		SWRC – 4	
Humedad Suelo (%)	Succión (kPa)						
0.0474476	47562.3879	0.0376046	36920.6805	0.0415407	114.308715	0.0417286	50.0609586
0.1230485	43330.2926	0.1034955	37875.6349	0.1066708	658.03557	0.1090304	128.212319
0.0622437	19932.7411	0.093618	10641.0822	0.0921413	846.526997	0.0779165	425.904007
0.0751854	18694.3451	0.0799888	18810.2652	0.0799888	2970.51249	0.0718746	518.903717
0.026017	11430.5244	0.0428647	8670.81092	0.0338838	8494.47396	0.0313878	4115.99984
0.0947304	12070.4306	0.1042537	12338.214	0.1007155	1339.01029	0.0886829	2060.19354
0.0909836	4489.63613	0.119374	4418.41412	0.1017696	2404.92546	0.1025109	1147.20615
0.1182855	5802.73338	0.1044705	4528.09271	0.1118914	553.462072	0.0955056	351.00206
0.1223254	3382.99036	0.1107854	3826.65481	0.1141286	27.2244325	0.1198561	5044.97007
0.1363824	5342.18911	0.1406045	5487.05717	0.1246659	27.8159219	0.1220524	30.2527067
0.1462846	330.194718	0.1550505	277.446464	0.142505	271.368539	0.1462641	68.4429922
0.1542849	1972.85408	0.1562543	1992.9416	0.1554054	99.934259	0.1367602	44.7994352
0.158525	1166.33738	0.1369112	1612.62203	0.1368865	37.2481624	0.1252288	80.797498
0.1737209	1495.96416	0.1791944	1724.8461	0.2031282	101.922771	0.1883278	158.574787
0.1710931	358.097337	0.2002666	350.796359	0.2025415	30.0091665	0.2146008	30.2808814

6.1.11. Ensayo de placa de succión.

Fue realizado, con la mayor rigurosidad, un ensayo de placa de succión, el cual fue replicado a las cuatro curvas. En la Tabla 34 se registran los valores de humedad y succión resultantes de esta técnica

Tabla 34.

Valores de humedad gravimétrica y succión, técnica de placa de succión.

Humedad Suelo (%)	Succión (kPa)
0.316885	0.1635
0.304755	0.2635
0.2766133	0.3635
0.2703057	0.5635
0.2673945	0.9635
0.2610869	1.6635
0.234886	3.1635

Esta técnica se emplea para succiones bajas; es decir, para humedades altas. Fueron tomados siete (7) puntos de humedad para medir succión, los cuales se distribuyeron en el rango de humedad comprendido entre la humedad de saturación y los valores mayores de humedad tomados para el ensayo de papel filtro. El orden secuencial inalterado en los valores, descendente para la humedad y ascendente para la succión, confirma la premisa de la precisión que proporciona este ensayo

6.2. GENERACIÓN DE LAS CURVAS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD

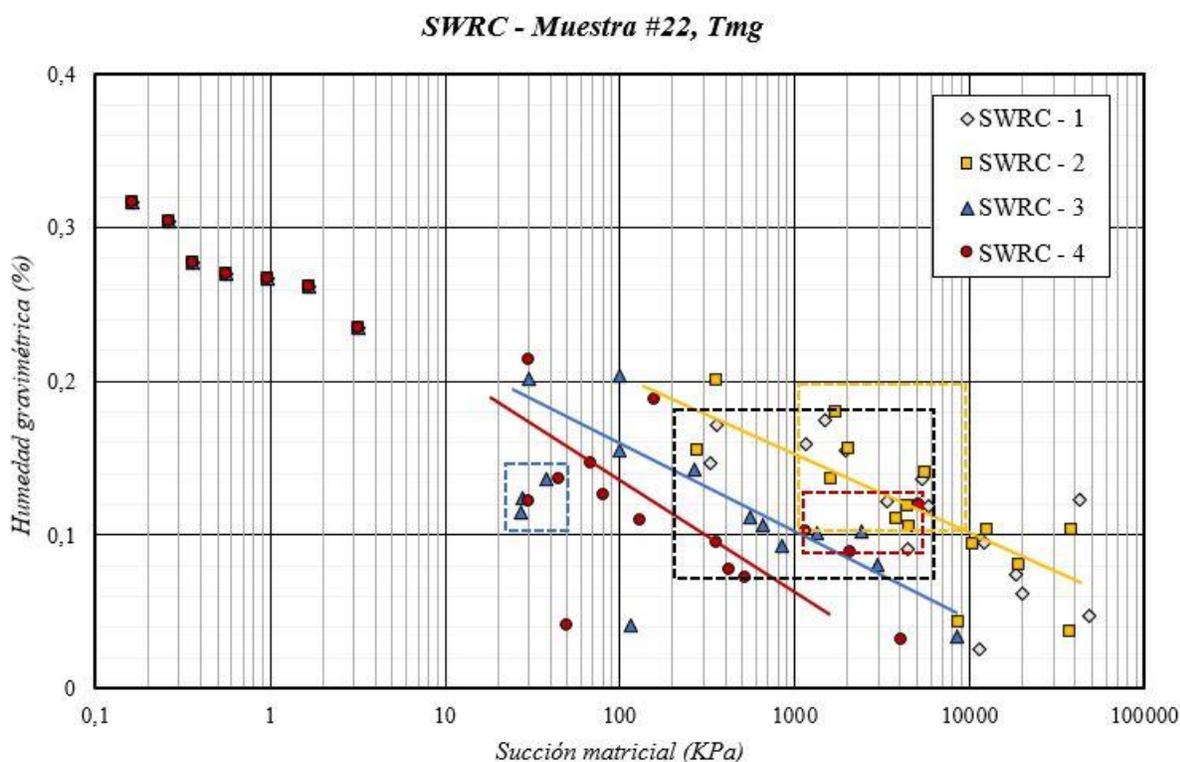
En la Tabla 35 están consignados los valores de humedad y succión medidos en los ensayos de papel filtro y placa de succión con los que se generaron las curvas de retención de humedad para la muestra #22, del G. Guayabo, extraída en el sector Los Vados.

Tabla 35.

Compilado de valores de succión vs humedad.

SWRC – 1		SWRC – 2		SWRC – 3		SWRC – 4	
Succión (kPa)	Humedad Suelo (%)						
0.1635	0.316885007	0.1635	0.316885007	0.1635	0.316885007	0.1635	0.316885007
0.2635	0.304754973	0.2635	0.304754973	0.2635	0.304754973	0.2635	0.304754973
0.3635	0.276613295	0.3635	0.276613295	0.3635	0.276613295	0.3635	0.276613295
0.5635	0.270305677	0.5635	0.270305677	0.5635	0.270305677	0.5635	0.270305677
0.9635	0.267394469	0.9635	0.267394469	0.9635	0.267394469	0.9635	0.267394469
1.6635	0.261086851	1.6635	0.261086851	1.6635	0.261086851	1.6635	0.261086851
3.1635	0.234885978	3.1635	0.234885978	3.1635	0.234885978	3.1635	0.234885978
358.0973374	0.171093095	350.7963589	0.200266554	30.00916654	0.202541475	30.2808814	0.214600825
1495.964157	0.173720914	1724.846105	0.179194352	101.9227705	0.203128174	158.5747874	0.188327842
1166.337385	0.158524969	1612.622031	0.136911207	37.24816236	0.136886529	80.79749802	0.125228829
1972.854078	0.154284929	1992.941597	0.156254263	99.934259	0.155405405	44.79943523	0.136760166
330.1947177	0.146284617	277.446464	0.15505047	271.3685394	0.142504965	68.44299224	0.14626413
5342.189105	0.136382365	5487.057169	0.140604468	27.81592188	0.12466589	30.25270665	0.122052417
3382.990359	0.122325421	3826.65481	0.110785383	27.22443249	0.114128567	5044.970071	0.119856145
5802.733379	0.118285517	4528.09271	0.104470459	553.4620721	0.11189145	351.00206	0.095505618
4489.636129	0.090983607	4418.414115	0.119374048	2404.925461	0.101769607	1147.206154	0.102510894
12070.43062	0.094730409	12338.21402	0.104253716	1339.010294	0.100715503	2060.193545	0.088682947
11430.52439	0.026016999	8670.810917	0.04286468	8494.473957	0.033883752	4115.99984	0.031387774
18694.34506	0.075185365	18810.26524	0.079988832	2970.512487	0.079988832	518.9037174	0.071874566
19932.74108	0.062243702	10641.08216	0.093617951	846.5269972	0.092141312	425.9040067	0.077916487
43330.29264	0.123048527	37875.63488	0.103495545	658.0355696	0.106670765	128.2123187	0.109030411
47562.38794	0.047447644	36920.68049	0.037604636	114.3087153	0.041540737	50.06095856	0.041728571

La Gráfica 7 presenta la ubicación en el plano cartesiano humedad vs succión, estableciendo escala aritmética en el eje de humedades y, escala semilogarítmica en el eje de succión matricial.



Gráfica 7. Distribución de los puntos de succión vs humedad, muestra #22, Tmg.

Puede observarse que los puntos correspondientes a SWRC – 1 y SWRC – 2 muestran una tendencia de distribución similar (trazo amarillo), y registran una concentración mayoritaria de puntos en el área demarcada por valores de succión comprendidos en el rango 1000 kPa y 10000 kPa, correspondientes a valores de humedad oscilando entre 10% y 20% (recuadro amarillo punteado). SWRC – 3, tiene una tendencia más baja en valores de succión (línea azul) respecto a SWRC – 1 y 2; sin embargo, registra alguna dispersión con succiones menores a 40 kPa (recuadro azul punteado), mientras que la tendencia que siguen otros puntos muestra

succiones mayores a 200 kPa con la misma variación del porcentaje de humedad. Con relación al grupo SRWC 4, se aprecia una tendencia principal de la distribución por debajo de SWRC – 3 (línea roja), pero con puntos dispersos en succiones mayores 1000 kPa (recuadro rojo punteado). La concentración de las cuatro (4) distribuciones en magnitud es bastante representativa en un rango de succión entre 200 kPa y 6000 kPa, y de humedad entre 7% y 18% (recuadro negro punteado). En síntesis, pese a que las gráficas corresponden a una misma muestra, se aprecian tres tendencias principales de los puntos y, dos de ellas, con alta similitud.

6.3. SIMULACIONES NUMÉRICAS

6.3.1. Modelación matemática en el software SWRC-fit.

Fue empleado el programa SWRC-fit , el cual exige el ingreso de valores de θ_r y θ_s , parámetros éstos compartidos por los tres modelos matemáticos; consecuentemente, serán los mismos valores para los modelos representados por cada curva.

En las Tabla 36 se compilan los parámetros de ajuste obtenidos con SWRC-fit para la modelación de SWRC – 1, SWRC – 2, SWRC – 3 y SWRC – 4.

Tabla 36.

Parámetros de ajuste de SWRC-fit.

	<i>Brooks & Corey (1964)</i>		<i>Van Genuchten (1980)</i>		<i>Fredlund & Xing (1994)</i>	
<i>SWRC – 1</i>	θ_r	0.0474	θ_r	0.0474	θ_r	0.0474
	θ_s	0.3169	θ_s	0.3169	θ_s	0.3169
	hb	0.19492	α	2.8039	a	229530
	λ	0.13892	n	1.1496	m	12.323
					n	0.2614
	R^2	0.88252	R^2	0.88530	R^2	0.90952

SWRC – 2	θ_r	0.0376	θ_r	0.0376	θ_r	0.0376
	θ_s	0.3169	θ_s	0.3169	θ_s	0.3169
	hb	0.18243	α	3.0757	a	536.87
	λ	0.12414	n	1.1329	m	3.0529
	R^2	0.88732	R^2	0.88955	n	0.29804
SWRC – 3	θ_r	0.0415	θ_r	0.0415	θ_r	0.0415
	θ_s	0.3169	θ_s	0.3169	θ_s	0.3169
	hb	0.24127	α	1.9615	a	1.9515
	λ	0.18563	n	1.2143	m	1.0681
	R^2	0.84953	R^2	0.8559	n	0.72244
SWRC – 4	θ_r	0.0417	θ_r	0.0417	θ_r	0.0417
	θ_s	0.3169	θ_s	0.3169	θ_s	0.3169
	hb	0.27261	α	1.631	a	2.2636
	λ	0.20323	n	1.24	m	1.1455
	R^2	0.83262	R^2	0.84235	n	0.75335

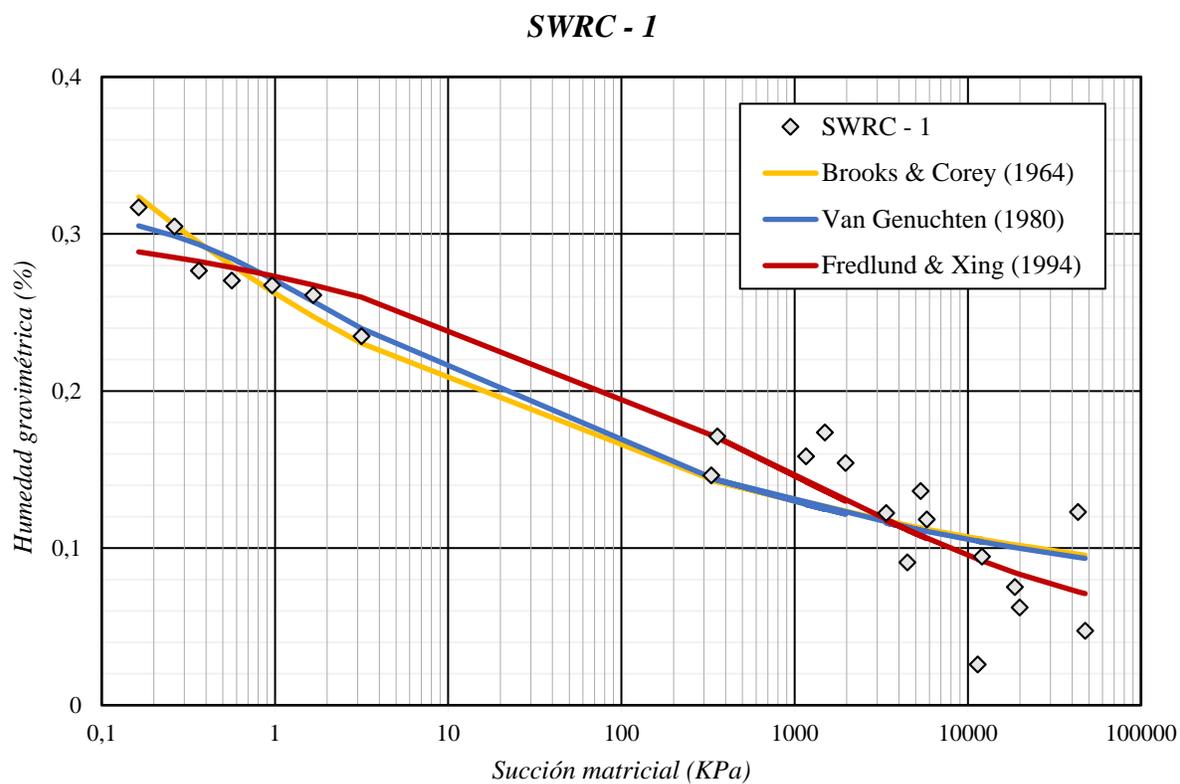
Nota. Fuente (Seki, 2007).
 R^2 = desviación estándar

Se aprecia que, en términos del valor de la desviación estándar, el modelo Van Genuchten es el que mejor se ajusta a la curva SWRC – 3, con una correlación de 0.8559. Para las curvas restantes, el modelo Fredlund & Xing registra un mejor ajuste, con valores de correlación de 0.90952, 0.91318 y 0.8443 para SWRC – 1, SWRC – 2 y SWRC – 4, respectivamente.

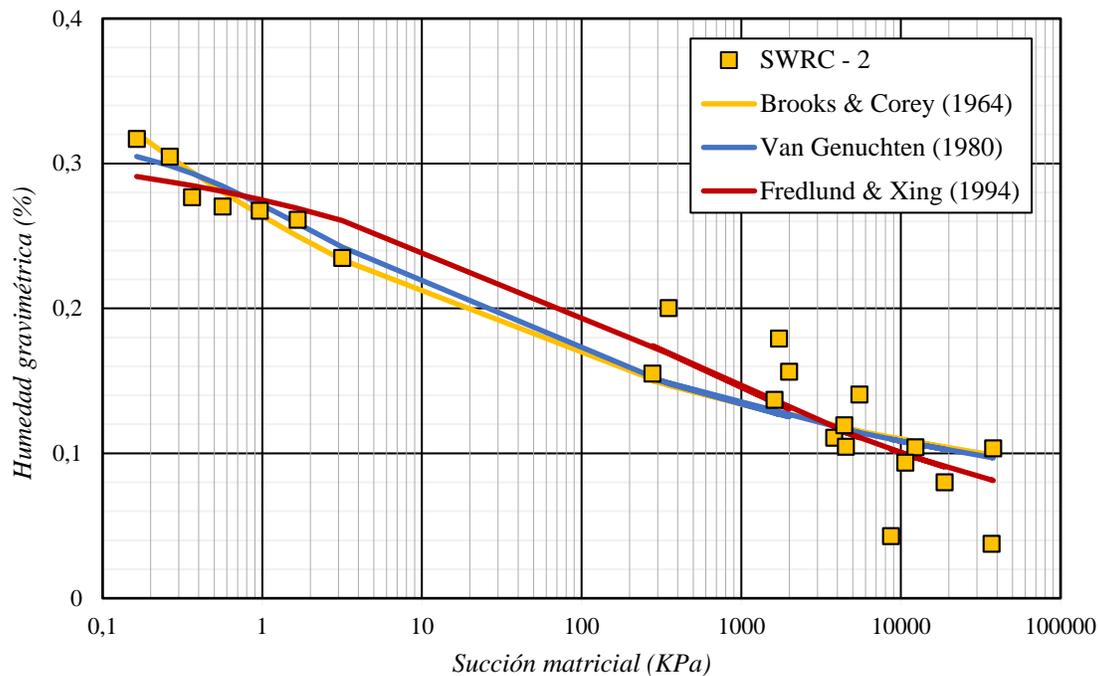
6.3.2. Comparativo entre las SWRC experimentales y SWRC teóricas.

Las Gráficas 8, 9, 10 y 11 representan las curvas de retención de humedad resultantes de las modelaciones matemáticas empleada en esta investigación. Cada gráfica contiene la

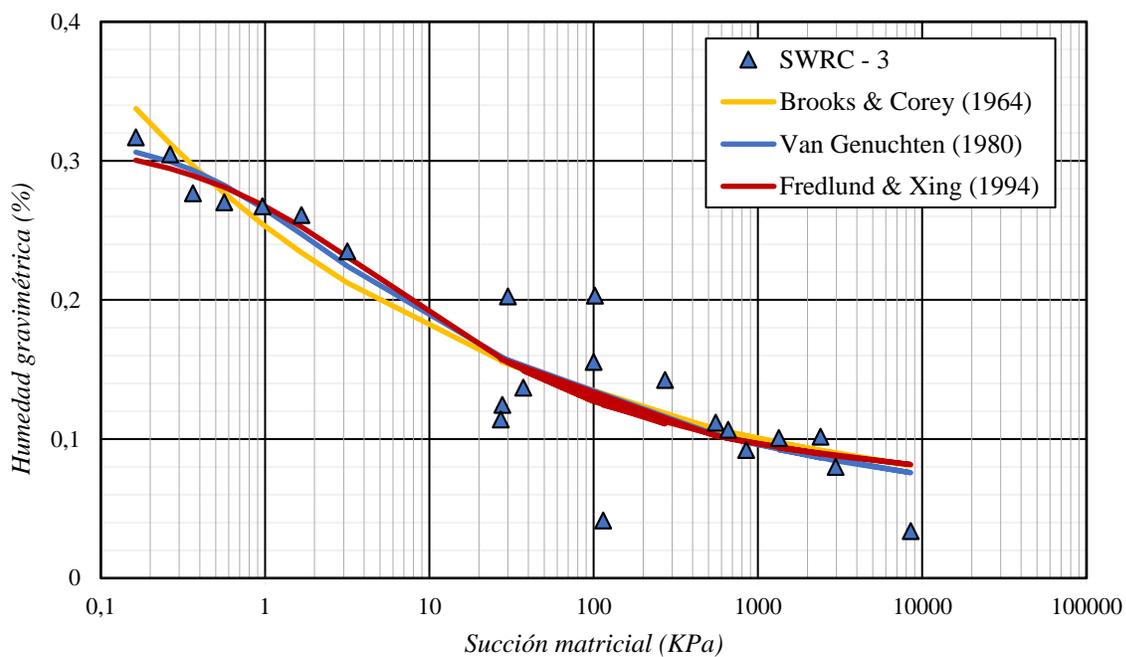
distribución de los puntos medidos en laboratorio y, estimados numéricamente, por los tres modelos aplicados.



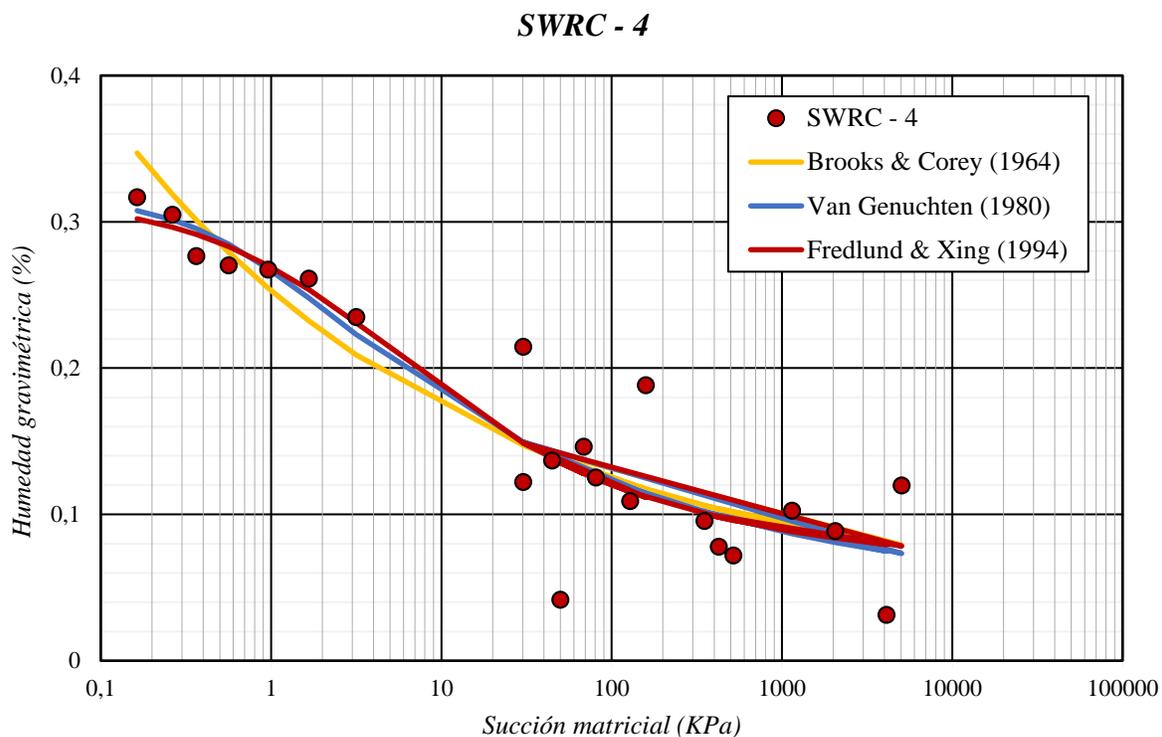
Gráfica 8. Modelación de SWRC – 1.

SWRC - 2

Gráfica 9. Modelación de SWRC – 2.

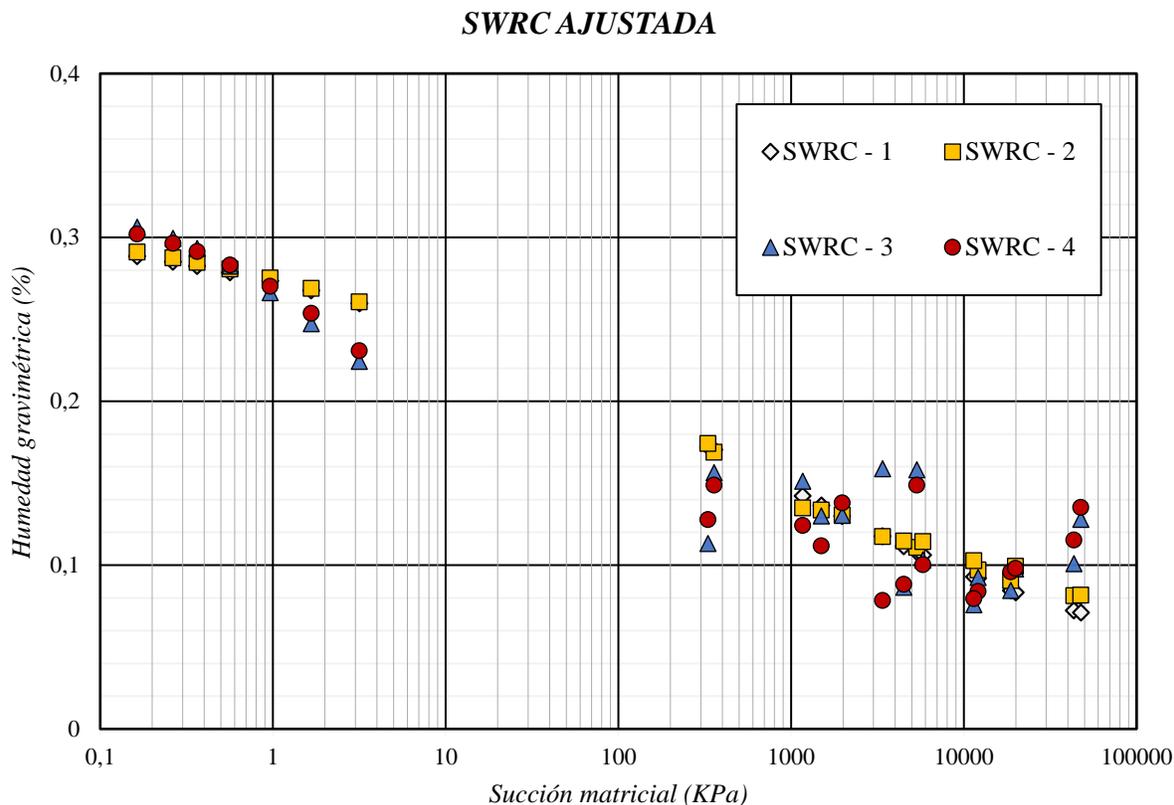
SWRC - 3

Gráfica 10. Modelación de SWRC – 3.



Gráfica 11. Modelación de SWRC – 4.

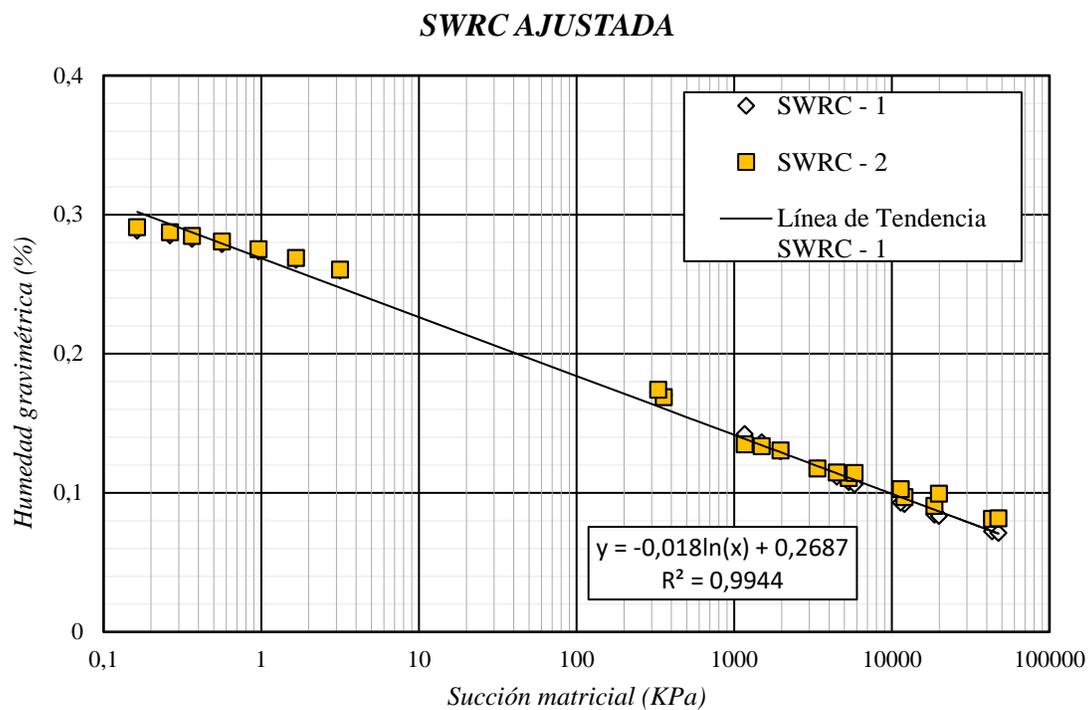
En la Gráfica 12 se presenta la distribución de cada curva de retención de humedad (SWRC), con los valores de los modelos matemáticos que mejor se ajustaron a cada curva, seleccionados en función de la correlación (R^2) más cercana a la unidad de cada simulación (Tabla 36).



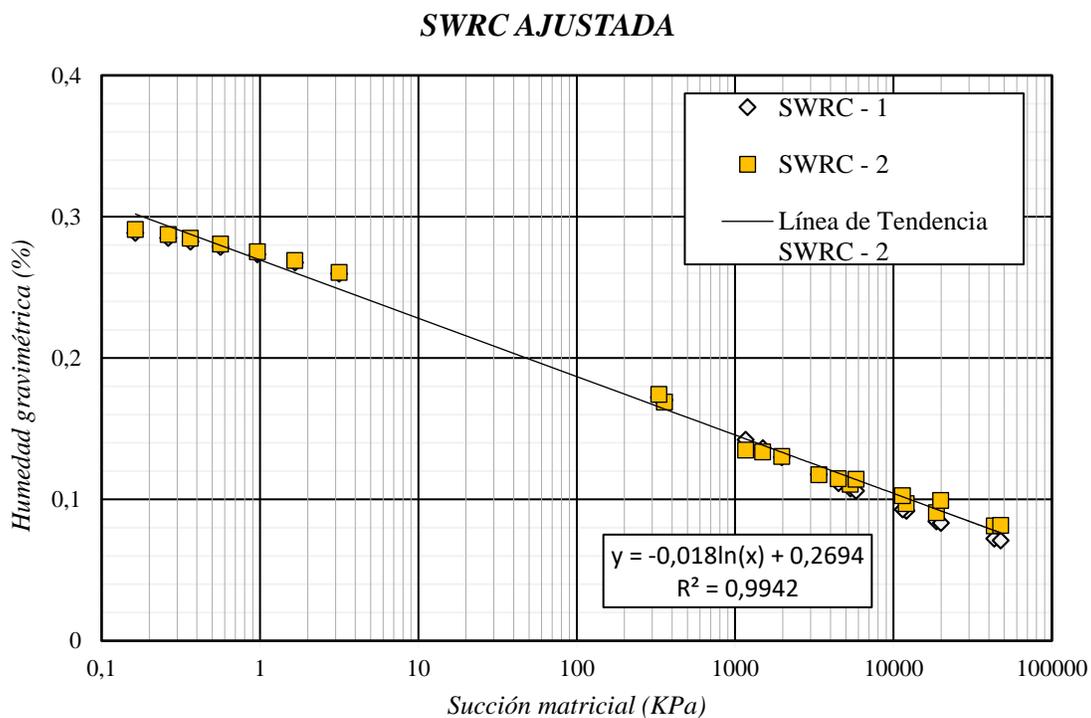
Gráfica 12. Distribución de las SWRC con los valores de los modelos matemáticos mejor ajustados.

Se puede ver una distribución de los puntos más uniforme. Los valores de SWRC – 1 y SWRC – 2 prácticamente se superponen, permitiendo apreciar una misma línea de tendencia. Respecto a SWRC 3 y SWRC – 4 aún conservan dispersión en los valores de succión alta; sin embargo, estos valores se mantienen relativamente cerca a los de SWRC 1 y 2.

Las gráficas 13 y 14 registran, en escala semilogarítmica, para cada conjunto de datos, los valores de SWRC – 1 y SWRC – 2. La comparación de tales líneas de tendencia, el análisis de sus correspondientes ecuaciones y, el hecho de mostrar una desviación estándar es muy próxima a uno, conlleva a sentenciar las dos postulaciones como aceptables.



Gráfica 13. Línea de tendencia logarítmica para SWRC – 1.



Gráfica 14. Línea de tendencia logarítmica para SWRC – 2.

7. CONCLUSIONES

De conformidad con los objetivos trazados, fueron caracterizados geotécnicamente con fines de clasificación geomecánica, cuatro geomateriales arcillosos representativos de las formaciones León y Guayabo, aflorantes en el área metropolitana de Cúcuta; específicamente de los municipios de Cúcuta y Los Patios.

Las arcillas de la Formación León (sectores Bellavista y, Valles del Rodeo) resultaron tener una mayor afinidad con el agua que las arcillas pertenecientes al Grupo Guayabo (tomadas de los sectores Los Vados-Pico de Águila).

Los resultados encontrados constatan la variabilidad geológica. Muestras de arcilla de una misma formación geológica o de un mismo afloramiento tomadas espacialmente en sitios diferentes, revelan variación en las características geotécnicas.

Las muestras arcillosas terciarias de la F. León (Tol) evaluadas, con mayor afinidad con el agua, correspondieron a las extraídas del sector Bellavista y, registraron variación de colores entre pardo a gris verdoso, exhibieron micro estratificación y, presentaron lentes de yeso, embebido entre estratos. Mayoritariamente clasificaron como arcillas de alta compresibilidad y muy alta plasticidad (CH)-Sistema Unificado y, A7-6 – Sistema AASHTO.

Por su parte, las muestras arcillosas terciarias del Grupo Guayabo (Tmg) analizadas, con mayor afinidad con el agua, fueron extraídas del sector Los Vados y se caracterizan por estar in situ, intercaladas con estratos de arenisca, presentar una escala cromática variable entre pardo rojizo y gris claro, presentar de baja a alta compresibilidad (dominio medio) y plasticidad baja a

muy alta (dominio muy alto), consistencia sólida in situ al momento de muestreo. Se trata de arcillas CL y CH (en el sistema unificado) y A6 (en el sistema AASHTO).

De conformidad con los criterios establecidos inicialmente para selección de muestras patrón, sujetas a la determinación de la prueba de succión, las arcillas del Grupo Guayabo, extraídas del sector Los Vados, en el municipio de Los Patios, N.S, resultaron escogidas por ser de alta compresibilidad, presentar uno de los más altos valores de límite líquido y ser representativa de uno de los sectores de potencial mayor expansión urbana en la localidad de extracción.

Todos los geomateriales analizados mostraron un índice de liquidez menor a 0.2, significando que los suelos ensayados registraron condición pre-consolidadas ($OCR > 1$) y exhibiendo in situ consistencia semidura a dura, a la cual le corresponde una resistencia a la compresión inconfiada igual o mayor a 400 kPa.

La evaluación de las muestras en el triángulo de textura clasificó a tres de los cuatro grupos (procedentes de B. Bellavista, Valles del Rodeo y Los Vados) como arcillas y, una muestra del G. Guayabo (procedente de Pico de Águila), como arcilla limosa marga, detrítica.

La hiperactividad de las arcillas en función de la variación de humedad, medida con el criterio “Actividad”, mostró un 97.1% de las muestras variando de “inactivas a baja expansividad” y, un 2.9% como arcillas de actividad normal y grado medio de expansividad. La hiperactividad de las arcillas evaluada con el criterio “Límite de contracción” señala que el 32.85% revela alta expansividad, el 41.42% expansividad media y el 25.71%, expansividad baja.

Esa misma característica del sedimento arcilloso (hiperactividad) analizada en función del criterio “índice de expansión hallado con el aparato de Lambe” revela que un 70% de las

muestras promedian un nivel marginal de Cambio Volumétrico Potencial (CVP) y, un 30% promedia un nivel crítico de CVP. La diferencia de resultados de la expansividad permite concluir que la hiperactividad de una arcilla es dependiente de la técnica utilizada para evaluarla; lo cual sugiere que en la práctica profesional es recomendable evaluar dicha propiedad con diferentes métodos.

Mediante las técnicas de papel filtro y placa de succión fueron establecidas cuatro (cuatro) curvas de retención de humedad de la muestra de arcilla #22, con un LL = 61.18%, procedente del Grupo Guayabo y extraída del sector Los Vados, en el municipio de Los Patios, N.S.

Las curvas de retención de humedad [succión (kPa) vs humedad gravimétrica (%)], elaboradas a partir de mediciones experimentales revelan dispersión de datos. Sin embargo, la respuesta de las tendencias de succión-humedad, revelan que las curvas denominadas SWRC – 1 y SWRC – 2 mostraron una dispersión menor a las registradas por las curvas SWRC – 3 y SWRC – 4. Se considera que fue un acierto haber optado por orientar todos los recursos disponibles (suficientes para costear cuatro ensayos) a evaluar la succión de un geomaterial procedente de un sitio único. Haber optado por determinar la succión de cuatro muestras procedentes de sitios distintos, habría dado mayor incertidumbre por razones de la dispersión presentada.

Las curvas de baja dispersión revelaron mayor similitud en sus trayectorias de distribución y, mostraron un rango de concentración de la succión comprendido entre 1000 kPa y 10000 kPa, correspondiente a valores de humedad oscilando entre 10% y 20%.

La modelación computacional lograda al aplicar el programa SWRC-fit, enseñó que tres (3) de las cuatro (4) curvas de retención de humedad se ajustaron mejor a la formulación matemática propuesta por Fredlund & Xing; una curva se ajustó más al modelo formulado por Van Genuchten, exhibiendo, a su vez, una mejor correlación.

La normalización de las cuatro (4) curvas artificiales, en escala semilogarítmica, enseñan un mejor ajuste y, permite evidenciar una menor dispersión respecto de las curvas obtenidas con base en datos experimentales. En esta nueva presentación, las curvas SWRC – 1 y SWRC – 2, debidamente ajustadas, revelan mayor similitud dejando ver superposición de los puntos definidos por las dos funciones.

Los dos modelos matemáticos citados (Fredlund & Xing y, Van Genuchten) coinciden en destacar las curvas SWRC – 1 y SWRC – 2 con más baja dispersión y, mayor grado de confiabilidad; por consiguiente, se adoptan estas dos curvas de retención de humedad como características para describir el tándem humedad-succión, de las arcillas terciarias de alta plasticidad evaluadas, pertenecientes al Grupo Guayabo y, procedentes del sector Los Vados, en el Municipio de Los Patios, N.S.

La similitud en las trazas de tendencia de las curvas de retención de humedad, en escala semilogarítmica, se corrobora al observar que la curva SWRC-1 se rige por la ecuación $y = -0.018 \ln(x) + 0.2687$, con una correlación (R^2) igual a 99.44%, y, la curva SWRC-2 la gobierna la ecuación $y = -0.018 \ln(x) + 0.2694$, con una correlación de 99.42%

En los sectores de futuro desarrollo explorados (Bellavista, Los Vados, Valle del Rodeo y Pico del águila) cuyas arcillas fueron analizadas, los resultados enseñan que tales suelos registran condición de saturación parcial.

Fue comprobado que la técnica del papel filtro es un método apropiado para medir la succión total y matricial; pese a los costos y, a la rigurosidad con la cual debe seguirse el protocolo normado.

Además de la naturaleza de los suelos, de su estructura y textura, las condiciones de entorno geográfico, topográfico, climático y, cultural (uso pasado y actual del suelo) del afloramiento influyen la afinidad suelo-agua y, por ende, predeterminan la humedad de los predios y taludes.

8. RECOMENDACIONES

Siendo la investigación adelantada, la primera en su género en la región, es altamente recomendable darle continuidad a la determinación de las curvas de retención de humedad para las arcillas que afloran en los distintos sectores del área metropolitana de Cúcuta. De hecho, existe un trabajo adelantado sobre la caracterización geomecánica de las arcillas locales, quedando por realizar las pruebas que definan la relación succión vs humedad.

La metodología seguida y los resultados de la presente investigación pueden ser referente para abordar un ejercicio de revisión y profundización del conocimiento sobre los suelos arcillosos locales, útil en la toma de decisiones para determinar políticas sobre uso de suelo, evaluar recarga acuífera, establecer alertas tempranas y diseñar obras de mitigación, entre otras aplicaciones.

Dada la abundancia de terrenos arcillosos relativamente hiperactivos y, las condiciones climáticas del área metropolitana de Cúcuta (bosque muy seco tropical), urge ahondar en estudios geotécnicos que describan el comportamiento de los suelos parcialmente saturados, de manera que se pueda tener un mayor conocimiento sobre tales geomateriales.

El tema de comportamiento geotécnico de suelos parcialmente saturados debe ser enfatizado en las asignaturas de geotecnia, de carácter obligatorio, habida cuenta que es la condición de mayor frecuencia en los proyectos civiles en el país.

El hecho de que en los municipios que conforman el área metropolitana de Cúcuta, predominen las arcillas (suelos parcialmente saturados), y, que sus áreas potenciales de expansión sean afloramientos de las dos formaciones analizadas en esta investigación, sugiere que debe incluirse en los estudios geotécnicos que respaldan el desarrollo de proyectos

constructivos, el análisis de la succión como complemento a los ensayos clásicos que describen geomecánicamente los suelos. Lo anterior significa la necesidad de actualizar métodos y equipos para su diseño y monitoreo.

Consecuente con esta recomendación, se propone a las directivas del departamento de Geotecnia y Minería adquirir los equipos e implementos necesarios que permitan implementar los laboratorios de medición de succión de suelos como dinámica formativa y como servicio de extensión, no sólo en el campo de la Ingeniería Civil, sino también en el área agrícola, habida cuenta que el conocimiento de las curvas de retención de humedad permite planificar riego y drenaje en labores agronómicas.

A partir de la presente investigación, la cual puede tomarse como referente, surge una serie de ideas fuerza para alimentar el banco de proyectos de investigación que pueden ser abordados por los dos grupos de investigación con pertinencia a los Planes de Estudio de Ingeniería Civil y de Minas, así:

- Evaluar la succión o cohesión aparente que se registra en los suelos como consecuencia de las fuerzas capilares que actúan sobre la estructura de este. La importancia de esta determinación radica en que dicha "cohesión aparente" o "succión" incrementa la resistencia del suelo, la cual desaparece cuando las condiciones de saturación se modifican (saturación en época de alto invierno o afectaciones por vibraciones naturales (sismos)).
- Determinar las propiedades esfuerzo – deformación de los suelos parcialmente saturados por medio de mediciones indirectas haciendo uso de las Curvas de retención de humedad

- Evaluar la expansividad de las arcillas a partir de la interpretación de las curvas de retención de humedad.
- Investigar modelos constitutivos para los suelos parcialmente saturados del área metropolitana de Cúcuta que faciliten la medición directa de sus propiedades y permitan el diseño en software de elementos finitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, E. L., Texeira, A. d., Silva F., F. C., Junior, R. N., & Leão, R. A. (2015). Fiter paper method for the determination of the soil water retention curve. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(5), 1344-1352. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcs20140546>
- Apuntes Ingeniería Civil. (2011). Obtenido de Ensayo del Hidrómetro: <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/03/i-ensayo-del-hidrometro-determinacion.html>
- ASTM International. (August de 2010). Standard A. S. T. M. *Standard test method for measurement of soil potential (suction) using filter paper* . West Conshohocken, Pennsylvania, Unite States. doi:10.1520/D5298-10.
- Audemard, F. A. (Junio de 2014). Segmentación sismogénica de la falla de Boconó a partir de investigaciones paleosísmicas por trincheras, Venezuela occidental: ¿migración de la ruptura hacia el noreste en tiempos históricos? *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, LXXI(2), 247-259.
- Bacca, C., & Jimenez, R. (1986). *uso de las cenizas de carbon como material estabilizante de arcillas expansivas*. Cúcuta.
- Barreto, Z., & Pérez, G. (1981). *Estudio y tratamiento de estabilización de arcillas expansivas de la zona norte de Cúcuta*. Cúcuta.
- Berry, P. L., & Reid, D. (1993). *Mecánica de Suelos*. McGraw-Hill.
- Buckingham, E. (1907). *Studies on the movement of soil moisture*. Washington: US Department of Agriculture, Bureau of Soils.
- Burger, C. A., & Shackelford, C. D. (2001). Evaluating dual porosity of pelletized diatomaceous earth using bimodal soil-water characteristic curve functions. *Canadian Geotechnical Journal*, XXVIII, 53-66. doi:10.1139/cgi-38-1-53
- Caicedo, Z., Contreras, B., Flórez G., C., & Zarate C., R. (2008). Estabilización química de suelos expansivos de San José de Cúcuta (Colombia) usando cenizas volantes. *Respuestas - UFPS*, 19-31.
- Chandler, R. J., & Gutiérrez, C. I. (1986). The filter-paper method of suction measutement. *Géotechnique*, 36(2), 265-268.
- CIAT - CGIAR. (2011). *Estudio general de suelos departamento Norte de Santander*. Obtenido de Capítulo II - Aspectos del medio natural: ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/DEPARTAMENTALES_2011_Brayan_Silvia/NORTE%20DE%20SANTANDER/MEMORIA%20TECNICA/CAPITULO%20II.pdf
- Civil, I. (23 de Marzo de 2011). *Ingeniero Civil*. Obtenido de Límites de Atterberg: Índice de Plasticidad, Fluidez, Retracción.: <http://uningenierocivil.blogspot.com/2011/03/limites-de-atterberg-indice-de.html>

- Clavijo T., J. (1994). *Mapa Geológico generalizado del departamento de Norte de Santander*. INGEOMINAS. Bucaramanga: INGEOMINAS.
- Coduto, D. P. (1999). *Geotechnical engineering: principles and practices*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Constantinidis, C. A., & Metteo, A. (1970). *Bonifiche ed irrigazioni: principi idrologici, idraulici ed agropedologici* (Vol. XIV). Bologna: Edagricole.
- Contreras A., J. L. (1987). *Estudio del comportamiento de tres aditivos para estabilizar una arcilla expansiva: cal, ceniza de carbón y colas de roca fosfórica*. Cúcuta.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mécanica de suelos y cimentaciones* (5a. ed.). México: Limusa.
- Croney, D., & Coleman, J. (1948). Soil thermodynamics applied to the movement of moisture in road foundations. *Transportation Research Board*, 3, 163-177.
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. México, D.F.: CENGAGE Learning.
- De Porta, J., Cáceres, C., Etayo, F., Hoffstetter, R., Julivert, M., Navas, J., . . . Valencia, D. (1974). *Colombie (deuxième partie), Tertiaire et Quaternaire* (Vols. V, Fascicule 4 b). Paris, France: Center National de la Reserche Scientifique.
- Diccionario de Geotecnia. (s.f.). *Diccionario de Geotecnia*. Obtenido de índice de distribución de tamaño de poros: <https://diccionario.geotecnia.online/diccionario/indice-de-distribucion-de-tamano-de-poros/>
- Diederix, H., Torres J., E., Hernández M., C., & Bohórquez O., O. (2009). *Evolución Tectónica y Morfodinámica durante el cuaternario en la zona de Cúcuta y alrededores, Norte de Santander*. Informe, INGEOMINAS, Bogotá.
- Dineen, K. (1997). *The influence of soil suction on compressibility and swelling*. Imperial College London. University of London awarded theses - Imperial authors.
- Fawcett, R., & Collins-George, N. (1967). A filter-paper method for determining the moisture characteristics of soil. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 7(25), 162-167. doi:10.1071/EA9670162
- Fernández Loaiza, C. (1982). *Mejoramiento y estabilización de suelos*. México, D.F.: LIMUSA.
- Flórez G., C. H., Medrano, C. T., Sarmiento M., M., & Lozano L., C. F. (2005). Análisis y recopilación de información secundaria para la elaboración de la microzonificación sísmica preliminar de San José de Cúcuta, Colombia. *Respuestas UFPS*, 31-41.
- Fredlund, D. G., & Rahardjo, H. (1993). *Soil Mechanics for Unsaturated Soils*. New York: John Wiley & Sons, Inc. doi:10.1002/9780470172759
- Fredlund, D., & Xing, A. (1994). Equations for the soil-water characteristic curve. *Canadian Geotechnical Journal*, 31(3), 521-532.
- Fredlund, M. D., Wilson, G. W., & Fredlund, D. G. (1997). Prediction of the soil-water characteristic curve from grain-size distribution and volume-mass properties. *3rd Brazilian Symposium on Unsaturated Soils*, 1, 13-23.
- Furlong, N., Benjamin, G., Suecof, J., Feldmann, J., & Bergling, T. (2014). *The Nights* [Grabado por Avicii]. Los Ángeles, California, Estados Unidos: Avicii, & N. Furlong.

- Ghanbarian-Alavijeh, B., Liachat, A., Huang G., & Van Genuchten, M. T. (2010). Estimation of the van Genuchten Soil Water Retention. *Pedosphere*, XX(4), 456-465.
- Gómez C., A. A. (2009). *Determinación de la curva de retención de agua de suelos granulares usando redes neuronales artificiales*. Bucaramanga.
- González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Otero, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Hernández S., R., Fernández C., C., & Baptista L., P. (2006). *Metodología de la investigación* (Cuarta ed.). México: McGraw-Hill.
- Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: PRENTICE HALL.
- INGEOMINAS. (1967). *Geología del Cuadrángulo G-13 Cúcuta*. Bogotá: Servicio Geológico Nacional e Inventario Minero Nacional.
- INVIAS. (2013). Normas de ensayos de materiales para carretera. En INVIAS, *Sección 100 - Suelos* (págs. 9-807). Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- James, H. E. (1977). *Sedimentology of the Iron-oxide-bearing Upper Miocene Guayabo Group in the Vecinity of Cúcuta, Colombia*. Tesis doctoral, Princeton University.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (1974). *Mecánica de suelos* (Vol. III). México D.F.: LIMUSA.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (1999). *Mecánica de suelos* (Tercera ed., Vol. I). México, D.F.: LIMUSA.
- Karlsson, R. (1977). *Consistency limits: A manual for the performance and interpretation of laboratory investigations*. Sweden: Swedish Council for Building Research.
- Lambe, W. (1951). *Soil Testing For Engineers*. Londres: John Wiley And Sons, Inc.
- Lambe, W., & Whitman, R. (1991). *Mecánica de suelos*. México: Limusa.
- Lee, H., & Wray, W. (6-8 de Septiembre de 1995). Techniques to evaluate soil suction - a vital unsaturated soil water variable. *Unsaturated soils Proceedings of the First International Conference on unsaturated soils, UNSAT' 95*, 2, 615-622.
- Leong, E., He, L., & Rahardjo, H. (2002). Factors affecting the filter paper method for total and matric suction measurement. *Geotechnical Testing Journal*, 25(3), 322-333.
doi:10.1520/GTJ11094J
- Lu, N., & Likos, W. J. (2004). *Unsaturated soil mechanics*. New Jersey: Wiley.
- Maaitah, O. N. (2012). Soil-water characteristic curve model-silty sand soil. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 6(1), 54-67.
- Marquez B., L. Y., & Granados P., M. A. (1996). *Estabilización de suelos cohesivos con enzimas orgánicas: zona norte del municipio de Cúcuta*. Cúcuta.
- Marquez Cardenas, G. (1983). *Propiedades ingenieriles de los suelos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadística y muestreo* (Decimo tercera ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.

- Meza Ochoa, V. E. (18 de Junio de 2012). Suelos Parcialmente Saturados, de la Investigación a la Cátedra Universitaria. *Boletín de Ciencias de la Tierra*(31), 23-38.
- Murray R., S. (1976). *Probabilidad y estadística*. (J. Osuna Suarez, Trad.) Naucalpan: McGraw-Hill.
- Nielsen, D. R., & Wendroth, O. (2003). *Spatial and Temporal Statistics - Sampling Field Soils and their Vegetation*. GeoEcology.
- Notestein, F. B., Hubman, C. W., & Bowler, J. (1944). Geology of the Barco Concession Republic of Colombia, South America. *Geological Society of America Bulletin*, 55, 1165-1215.
- Osorio, S. (25 de Noviembre de 2010). *Apuntes de Geotecnia con énfasis en laderas*. Obtenido de Consistencia del Suelo - Límites de Atterberg - Índices: http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_2498.html
- Otálvaro C., I. F., & Cordão-Neto, M. P. (2011). Características de la curva de retención de agua en un suelo tropical compactado. *Geotechnical Conference*.
- Oviedo Reyes, J. A. (2015). *Geomorfología Tectónica del Sistema de Fallas del Zulia en el flanco occidental del Sinclinal del Zulia, Norte de Santander - Colombia*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Pedroza R., Á. (1984). *Partial review of expansive soils prepared on basis of existent knowledge*. UFPS. Biblioteca Eduardo Cote Lamus.
- Pedroza R., Á. (1992). Patología de la arcilla: Enfoque geotécnico. *Camacol*, 15(051).
- Pedroza R., Á. (1998). *Caracterización geológica, mineralógica y geotécnica de los suelos arcillosos que afloran en el área metropolitana de Cúcuta*. Trabajo de productividad intelectual - Cambio de Categoría Docente, UFPS.
- Pedroza R., Á., & Cárdenas A., J. L. (1987). *Estudio del comportamiento de tres aditivos para estabilizar una arcilla expansiva: cal, ceniza de carbón y colas de roca de Ingeniería, Ingeniería Civil UFPS*. UFPS, Ingeniería Civil. Cúcuta: Facultad de Ingeniería.
- Pedroza R., Á., & Gónzales R., G. (2004). *Caracterización del macizo arcilloso localizado en el costado sur-occidental del sector doña nidia de la ciudad de Cúcuta*. *Convenio Ingeominas – UFPS*. UFPS, Ingeniería de Minas. Facultad de Ingeniería .
- Pedroza R., Á., Badillo L., R., & Leal V., A. (2015). *Influencia de la densificación de suelos arcillosos en su resistencia a la compresión inconfínada*. UFPS, Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería.
- Pedroza R., Á., Bosch M., N., & Quevedo, J. (1989). *Evaluación y tratamiento de una arcilla expansiva en el terreno sector industrial de la zona franca de Cúcuta*. UFPS, Ingeniería Civil. Cúcuta: Facultad de Ingeniería.
- Pedroza R., Á., Castellanos L., Y., & Díaz V., A. (2017). *Determinación del contenido de humedad en arcillas, mediante el uso del horno microondas*. UFPS, Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería.

- Pedroza R., Á., Ibarra A., M. B., & Ruiz H., M. (1989). *Organización y análisis de información geotécnica existente en el casco urbano de la ciudad de Cúcuta y determinación de correlaciones entre variables geotécnicas*. Tesis Meritoria, UFPS.
- Pedroza R., Á., Jiménez Q., R., & Bacca A., C. (1986). *Uso de las cenizas de carbón como material estabilizante de arcillas expansivas*. UFPS, Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería.
- Pedroza R., Á., Pineda S., S., & Meneses S., F. (1988). *Caracterización de los suelos del sector Rinconada-Bellavista, Cúcuta - Los Patios*. UFPS, Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería.
- Pedroza R., Á., Prada A., C., & Ramírez M., L. (1988). *Estudio preliminar para un proyecto de normalización de suelos en la ciudad de Cúcuta – Zona de estudio: Bellavista, Municipio de Los Patios*. UFPS, Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería.
- Pedroza Rojas, Á. O. (1 de Marzo de 2002). Clases de Pedroza. *Clase I - 1. Unidades geomorfológicas de Cúcuta*. Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.
- Peña Rodríguez, G., Gelvez Diaz, J. F., & Sánchez Molina, J. (Diciembre de 2016). Comportamiento de las arcillas del Área Metropolitana de Cúcuta sometidas a proceso de moldeo por extrusión. *Respuestas UFPS(02)*, 32-38.
- Pineda J., J. A., & Colmenares M., J. E. (2008). Efectos de la meteorización en las propiedades de retención de humedad de dos suelos residuales derivados de una granodiorita. *Épsilon(10)*, 9-21.
- Pineda J., J. A., García L., D. A., & Cabana V., M. d. (2014). Propiedades de retención de humedad de arcillas fisuradas: una herramienta para el análisis de problemas asociados a desecación. Guayaquil: 12th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. doi:10.13140/RG.2.1.3600.0080
- Quintero Lemus, L. J., & Gallardo Amaya, R. J. (2015). Caracterización mineralógica de arcillas expansivas con fines de estabilización. *Ingenio UFPSO*, 8, 83-92.
- Ridley, A. M. (Marzo de 1993). *The measurement of soil moisture suction*. Tesis doctoral, University of London, Londres.
- Ridley, A., & Burland, J. (1993). A new instrument for the measurement of soil moisture suction. *Geotechnique*, 43(2), 321-324. doi:10.1680/geot.1993.43.2.321
- Royero, J. M., & Clavijo, J. (2001). *Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander*. Bogotá: INGEOMINAS.
- Ruge Cárdenas, J. C. (2014). *Análise do comportamento de cortina de estacas executada em solo poroso metaestável mediante o uso de um modelo constitutivo hipoplástico considerando a resposta não saturada*. Tesis doctoral, Universidade de Brasilia, Brasilia.
- Ruiz, W., & Grillo, M. (1975). Determinación de la retención de humedad del suelo a capacidad de campo por el método del tanque de arena. *Acta Agronómica*, 25(1-4), 31-53.
- Seki, K. (27 de Febrero de 2007). SWRC fit - a nonlinear fitting program with a water retention curve for soils having unimodal and bimodal pore structure. *Hydrology and Earth Sciences Discussions*, IV, 407-437.

- SGC. (2016). *Geología de la plancha 88 - Cúcuta a escala 1:100.000, departamento de Norte de Santander - Colombia*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Skempton, A. W. (1953). The Colloidal Activity of Clays. *Proceedings of the Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, I*, págs. 57-61.
- Sowers, G. F., & Sowers, G. B. (1979). *Introductory soil mechanics and foundations: Geotechnical engineering*. New York: Macmillan.
- Taller, M., & Or, D. (2004). Retention of water in soil and soil water characteristic curve. *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 278-289.
- Too, V. K., Omuto, C. T., Baimah, E. K., & Obiero, J. P. (2014). Review of soil water retention characteristic (SWRC) models between saturation and oven dryness. *Open Journal of Modern Hidrology*, 173-182.
- USDA. (2018). *Soil Survey Manual* (Vol. XVIII).
- Van der Hammen, T. (1958). Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continentales y tectogénesis de los Andes Colombianos. *Boletín Geológico*, VI(1-3), 67-128.
- Van Houten, F. B., & James, H. E. (1984). Late Cenozoic Guayabo delta complex in SW Maracaibo Basin, NW Colombia. *Geological Society of America Bulletin*, 325-332.
- Walczak, R., Rovdan, E., & Witkowska-Walczak, B. (2002). Water retention characteristics of peat and sand mixtures. *International Agrophysics*, 161-165.
- Ward, D. E., Goldsmith, R., Cruz, J., & Restrepo, H. (1973). *Geología de los cuadrangulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, Departamento de Santander* (Vol. XXI). Bogotá: Boletín Geológico.
- Yang, X., & You, X. (2013). Estimating Parameters of Van Genuchten Model for Soil Water Retention Curve by Intelligent Algorithms. *Applied Mathematics & Information Sciences*, VII(5), 1977-1983.

ANEXOS

Anexo 1. Tablas Resumen

MUESTRAS SECTOR BELLAVISTA - Tol															
#M.	ω (%)	LL (%)	LP (%)	LC (%)	Rc (%) ^a	CV ^b	CL (%) ^c	G _s	Granulometría - Hidrómetro			Textura	Expansión – aparato de Lambe		
									% Arenas ^d	% Limos ^e	% Arcillas ^f		Índice exp. ^g	CVP ^h	
1	15.834	60.914	24.064	8.412	2.045	79.77	16.337	2.7	-	21.17	78.83	Arcilla	0.0163	3.293	Marginal
2	13.313	42.667	20.643	6.859	2.062	52.16	13.057	2.59	-	57.411	42.589	Arcillo limosa	0.0212	3.644	Marginal
3	16.161	58.382	26.491	5.284	2.119	62.71	14.979	2.52	1.017	34.712	64.271	Arcilla	0.0212	3.644	Marginal
4	17.334	77.31	27.669	4.817	2.104	75.82	17.147	2.51	-	12.399	87.601	Arcilla	0.0657	5.565	Crítico
5	13.119	66.305	23.951	3.778	2.262	96.55	20.168	2.62	-	26.965	73.035	Arcilla	0.0295	4.136	Crítico
6	12.36	57.454	28.262	9.476	2.056	73.84	16.833	2.53	-	25.238	74.762	Arcilla	0.0176	3.408	Marginal
7	13.92	52.54	22.619	8.726	2.113	68.6	15.981	2.7	-	43.97	56.03	Arcillo limosa	0.0463	4.877	Crítico
8	12.934	82.235	24.806	9.998	2.041	67.514	15.799	2.53	-	32.26	67.74	Arcilla	0.0282	4.09	Crítico
9	14.296	68.954	24.272	5.109	2.088	73.46	16.773	2.52	-	19.26	80.74	Arcilla	0.0609	5.401	Crítico
10	13.841	51.15	21.131	5.791	2.079	70.71	16.328	2.67	-	52.764	47.236	Arcillo limosa	0.0564	5.249	Crítico
11	15.413	65.896	23.404	7.457	2.107	99.8	20.603	2.62	-	43.619	56.381	Arcillo limosa	0.0503	5.019	Crítico
12	15.335	54.844	22.297	6.797	2.037	54.47	13.493	2.62	-	17.903	82.097	Arcilla	0.0578	5.292	Crítico
13	12.49	52.612	21.957	7.782	2.148	87.71	18.934	2.69	-	35.091	64.909	Arcilla	0.0313	4.226	Crítico
14	14.584	57.508	20.619	7.137	2.12	81.71	18.052	2.6	-	34.274	65.726	Arcilla	0.034	4.352	Crítico
15	16.198	53.413	22.656	7.27	2.12	88.6	19.062	2.65	-	21.572	78.428	Arcilla	0.0357	4.424	Crítico
16	14.189	40.374	20.593	10.455	1.949	50.05	12.652	2.57	-	48.716	51.284	Arcillo limosa	0.0432	4.758	Crítico
17	16.783	39.282	21.003	14.481	1.86	44.93	11.636	2.64	-	45.569	54.431	Arcillo limosa	0.034	4.352	Crítico
18	12.26	51.507	20.317	9.714	2.053	84.76	18.504	2.57	-	35.095	64.905	Arcilla	0.0348	4.381	Crítico
19	11.155	53.797	20.054	8.503	2.074	75.3	17.065	2.54	-	33.223	66.777	Arcilla	0.0256	3.915	Marginal
20	15.467	53.135	21.808	9.368	2.058	79.94	17.784	2.54	-	37.497	62.503	Arcilla	0.0278	4.057	Crítico
21	14.228	45.892	23.278	11.969	1.988	58.73	14.274	2.63	4.4	29.37	66.23	Arcilla	0.0256	3.915	Marginal

Nota.

^a Relación de contracción; ^b Cambio Volumétrico; ^c Contracción Lineal; ^d Partículas > 0.05mm; ^e Partículas entre 0.05mm – 0.002mm; ^f Partículas < 0.002mm; ^g Índice de expansión (MPa); ^h Cambio Volumétrico Potencial.

MUESTRAS SECTOR BELLAVISTA - Tol

#M.	I_p	Clasificación		Nivel de plasticidad ^a	I_L	Consistencia del suelo ^b	q_u ^c	Grado de consolidación ^d	C_c	Compresibilidad ^e	CR	$q_u = f(CR)$ ^f	A	Calificación de A ^g	Expansividad ^h
		SUCS	AASHTO												
1	36.85	CH	A-7-6	Muy alta	-0.22	Dura	> 4.00	NC	0.36	Alta	1.22	1.00 - 5.00	0.47	Inactivas	Baja
2	22.024	CL	A-7-6	Alta	-0.33	Dura	> 4.00	NC	0.23	Media	1.33	1.00 - 5.00	0.52	Inactivas	Baja
3	31.891	CH	A-7-6	Muy alta	-0.32	Dura	> 4.00	NC	0.34	Alta	1.32	1.00 - 5.00	0.50	Inactivas	Baja
4	49.641	CH	A-7-6	Muy alta	-0.21	Dura	> 4.00	NC	0.47	Alta	1.21	1.00 - 5.00	0.57	Inactivas	Baja
5	42.354	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.26	Dura	> 4.00	NC	0.39	Alta	1.26	1.00 - 5.00	0.58	Inactivas	Baja
6	29.192	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.54	Dura	> 4.00	NC	0.33	Alta	1.54	1.00 - 5.00	0.39	Inactivas	Baja
7	29.921	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.29	Dura	> 4.00	NC	0.30	Alta	1.29	1.00 - 5.00	0.53	Inactivas	Baja
8	57.429	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.21	Dura	> 4.00	NC	0.51	Alta	1.21	1.00 - 5.00	0.85	Normales	Media
9	44.682	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.22	Dura	> 4.00	NC	0.41	Alta	1.22	1.00 - 5.00	0.55	Inactivas	Baja
10	30.019	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.24	Dura	> 4.00	NC	0.29	Alta	1.24	1.00 - 5.00	0.64	Inactivas	Baja
11	42.492	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.19	Dura	> 4.00	NC	0.39	Alta	1.19	1.00 - 5.00	0.75	Normales	Media
12	32.547	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.21	Dura	> 4.00	NC	0.31	Alta	1.21	1.00 - 5.00	0.40	Inactivas	Baja
13	30.655	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.31	Dura	> 4.00	NC	0.30	Alta	1.31	1.00 - 5.00	0.47	Inactivas	Baja
14	36.889	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.16	Dura	> 4.00	NC	0.33	Alta	1.16	1.00 - 5.00	0.56	Inactivas	Baja
15	30.757	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.21	Dura	> 4.00	NC	0.30	Alta	1.21	1.00 - 5.00	0.39	Inactivas	Baja
16	19.781	CL	A-7-6	Alta	-0.32	Dura	> 4.00	NC	0.21	Media	1.32	1.00 - 5.00	0.39	Inactivas	Baja
17	18.279	CL	A-6	Alta	-0.23	Dura	> 4.00	NC	0.20	Media	1.23	1.00 - 5.00	0.34	Inactivas	Baja
18	31.19	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.26	Dura	> 4.00	NC	0.29	Alta	1.26	1.00 - 5.00	0.48	Inactivas	Baja
19	33.743	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.26	Dura	> 4.00	NC	0.31	Alta	1.26	1.00 - 5.00	0.51	Inactivas	Baja
20	31.327	CH	A-7-6	Muy Alta	-0.20	Dura	> 4.00	NC	0.30	Alta	1.20	1.00 - 5.00	0.50	Inactivas	Baja
21	22.614	CL	A-7-6	Alta	-0.40	Dura	> 4.00	NC	0.25	Media	1.40	1.00 - 5.00	0.34	Inactivas	Baja

Nota.

^a Valores tomados de la Tabla 11; ^b Valores tomados de la Tabla 12; ^c q_u = resistencia a la compresión no confinada, rangos de valores tomados de la Tabla 12; ^d Valores de I_L cercanos a cero, suelo normalmente consolidado, NC, y valores de I_L cercanos a uno, suelo sobre consolidado, SC.; ^e Valores tomados de la Tabla 13; ^f Rango de valores de la resistencia a la compresión estimada en función de CR; ^g Valores tomados de la Tabla 14; ^h Valores tomados de la Tabla 14.

MUESTRAS SECTOR LOS VADOS - Tmg															
#M.	ω (%)	LL (%)	LP (%)	LC (%)	Rc (%) ^a	CV ^b	CL (%) ^c	G _s	Granulometría - Hidrómetro			Textura	Expansión – aparato de Lambe		
									%	%	%		Índice exp. ^g	CVP ^h	
									Arenas ^d	Limos ^e	Arcillas ^f				
22	10.486	61.182	19.648	8.48	1.975	54.006	13.406	2.56	-	18.309	81.691	Arcilla	0.0344	4.371	Crítico
23	7.299	40.726	13.896	11.59	1.987	62.12	14.876	2.5	8.896	39.278	51.826	Arcilla	0.0225	3.75	Marginal
24	6.115	57.598	17.143	9.632	2.032	53.537	13.318	2.57	-	39.027	60.973	Arcilla	0.0481	4.952	Crítico
25	5.19	45.578	15.425	8.396	2.068	42.967	11.232	2.56	10.648	32.038	57.314	Arcilla	0.0251	3.878	Marginal
26	6.416	56.987	19.781	10.282	1.971	47.525	12.156	2.6	11.524	26.032	62.444	Arcilla	0.0194	3.533	Marginal
27	5.99	36.962	14.545	10.144	1.967	35.351	9.598	2.64	23.9	33.546	42.554	Arcilla	0.0168	3.338	Marginal
28	7.519	55.491	19.524	8.986	2.001	56.136	13.802	2.58	8.098	24.63	67.272	Arcilla	0.0088	1.632	No crítico
29	4.522	45.407	14.555	9.345	2.002	43.732	11.39	2.54	21.617	28.496	49.887	Arcilla	0.0101	2.325	Marginal
30	4.231	24.988	15.006	12.988	1.874	19.604	5.793	2.6	60.978	19.279	19.743	Franco arenoso	0.0031	0.817	No crítico
31	10.241	52.837	19.707	11.954	1.958	57.628	14.074	2.62	-	25.062	74.938	Arcilla	0.0265	3.966	Marginal
32	9.618	36.325	15.206	9.899	2.004	62.126	14.877	2.55	-	17.596	82.404	Arcilla	0.0419	4.678	Crítico
33	6.956	35.541	15.724	9.065	2.057	43.987	11.442	2.56	7.38	26.48	56.14	Arcilla	0.0445	4.807	Crítico
34	6.093	53.263	19.013	6.558	2.121	44.626	11.573	2.54	2.15	20.593	77.257	Arcilla	0.0375	4.497	Crítico
35	10.306	32.704	16.564	8.872	2.025	39.735	10.553	2.57	21.46	27.978	50.562	Arcilla	0.0216	3.674	Marginal
36	7.419	45.756	18.85	7.983	2.07	58.488	14.23	2.51	0.09	38.395	61.515	Arcilla	0.0375	4.497	Crítico
37	6.262	44.636	18.61	9.557	2.029	46.18	11.888	2.63	7.9	36.132	55.968	Arcilla	0.0168	3.338	Marginal
38	8.753	25.675	17.137	15.353	1.809	20.447	6.013	2.56	52.06	22.33	25.61	Franco arcillo arenosa	0.0128	2.923	Marginal
39	9.631	39.363	16.509	7.522	2.103	49.995	12.641	2.57	13.3	32.071	54.629	Arcilla	0.0379	4.516	Crítico
40	3.205	51.61	21.679	9.612	1.986	61.596	14.784	2.6	-	23.194	76.806	Arcilla	0.0212	3.644	Marginal
41	2.198	39.566	16.946	8.737	2.054	50.826	12.802	2.53	2.15	33.44	64.41	Arcilla	0.0212	3.644	Marginal
42	2.71	32.05	14.041	9.085	2.093	35.782	9.693	2.5	17.84	33.314	48.846	Arcilla	0.0176	3.408	Marginal

Nota.

^a Relación de contracción; ^b Cambio Volumétrico; ^c Contracción Lineal; ^d Partículas > 0.05mm; ^e Partículas entre 0.05mm – 0.002mm; ^f Partículas < 0.002mm; ^g Índice de expansión (MPa); ^h Cambio Volumétrico Potencial.

MUESTRAS SECTOR LOS VADOS - Tmg

#M.	I_p	Clasificación		Nivel de plasticidad ^a	I_L	Consistencia del suelo ^b	q_u ^c	Grado de consolidación ^d	C_c	Compresibilidad ^e	CR	$q_u = f(CR)$ ^f	A	Calificación de A ^g	Expansividad ^h
		SUCS	AASHTO												
22	41.534	CH	A-7-6	Muy alta	-0.22	Dura	> 4.00	NC	0.36	Alta	1.22	1.00 - 5.00	0.51	Inactivas	Baja
23	26.83	CL	A-7-6	Muy alta	-0.25	Dura	> 4.00	NC	0.22	Media	1.25	1.00 - 5.00	0.52	Inactivas	Baja
24	40.455	CH	A-7-6	Muy alta	-0.27	Dura	> 4.00	NC	0.33	Alta	1.27	1.00 - 5.00	0.66	Inactivas	Baja
25	30.153	CL	A-7-6	Muy alta	-0.34	Dura	> 4.00	NC	0.25	Media	1.34	1.00 - 5.00	0.53	Inactivas	Baja
26	37.206	CH	A-7-6	Muy alta	-0.36	Dura	> 4.00	NC	0.33	Alta	1.36	1.00 - 5.00	0.6	Inactivas	Baja
27	22.417	CL	A-6	Alta	-0.38	Dura	> 4.00	NC	0.19	Media	1.38	1.00 - 5.00	0.53	Inactivas	Baja
28	35.967	CH	A-7-6	Muy alta	-0.33	Dura	> 4.00	NC	0.32	Alta	1.33	1.00 - 5.00	0.5	Inactivas	Baja
29	30.852	CL	A-7-6	Muy alta	-0.33	Dura	> 4.00	NC	0.25	Media	1.33	1.00 - 5.00	0.62	Inactivas	Baja
30	9.982	CL	A-4	Media	-1.08	Dura	> 4.00	NC	0.10	Baja	2.08	1.00 - 5.00	0.51	Inactivas	Baja
31	33.13	CH	A-7-6	Muy alta	-0.29	Dura	> 4.00	NC	0.30	Alta	1.29	1.00 - 5.00	0.44	Inactivas	Baja
32	21.119	CL	A-6	Alta	-0.26	Dura	> 4.00	NC	0.18	Media	1.26	1.00 - 5.00	0.26	Inactivas	Baja
33	19.817	CL	A-6	Alta	-0.44	Dura	> 4.00	NC	0.18	Media	1.44	1.00 - 5.00	0.35	Inactivas	Baja
34	34.25	CH	A-7-6	Muy alta	-0.38	Dura	> 4.00	NC	0.30	Alta	1.38	1.00 - 5.00	0.44	Inactivas	Baja
35	16.14	CL	A-6	Alta	-0.39	Dura	> 4.00	NC	0.16	Media	1.39	1.00 - 5.00	0.32	Inactivas	Baja
36	26.906	CL	A-7-6	Muy alta	-0.42	Dura	> 4.00	NC	0.25	Media	1.42	1.00 - 5.00	0.44	Inactivas	Baja
37	26.026	CL	A-7-6	Muy alta	-0.47	Dura	> 4.00	NC	0.24	Media	1.47	1.00 - 5.00	0.47	Inactivas	Baja
38	8.538	CL	A-4	Media	-0.98	Dura	> 4.00	NC	0.11	Baja	1.98	1.00 - 5.00	0.33	Inactivas	Baja
39	22.854	CL	A-6	Alta	-0.30	Dura	> 4.00	NC	0.21	Media	1.30	1.00 - 5.00	0.42	Inactivas	Baja
40	29.931	CH	A-7-6	Muy alta	-0.62	Dura	> 4.00	NC	0.29	Alta	1.62	1.00 - 5.00	0.39	Inactivas	Baja
41	22.62	CL	A-6	Alta	-0.65	Dura	> 4.00	NC	0.21	Media	1.65	1.00 - 5.00	0.35	Inactivas	Baja
42	18.009	CL	A-6	Alta	-0.63	Dura	> 4.00	NC	0.15	Media	1.63	1.00 - 5.00	0.37	Inactivas	Baja

Nota.

^a Valores tomados de la Tabla 11; ^b Valores tomados de la Tabla 12; ^c q_u = resistencia a la compresión no confinada, rangos de valores tomados de la Tabla 12; ^d Valores de I_L cercanos a cero, suelo normalmente consolidado, NC, y valores de I_L cercanos a uno, suelo sobre consolidado, SC.; ^e Valores tomados de la Tabla 13; ^f Rango de valores de la resistencia a la compresión estimada en función de CR; ^g Valores tomados de la Tabla 14; ^h Valores tomados de la Tabla 14.

MUESTRAS SECTOR VALLES DEL RODEO-LA FORTALEZA - Tol

#M.	ω (%)	LL (%)	LP (%)	LC (%)	Rc (%) ^a	CV ^b	CL (%) ^c	G _s	Granulometría - Hidrómetro			Textura	Expansión – aparato de Lambe		
									%	%	%		Índice exp. ^g	CVP ^h	
									Arenas _d	Limos _e	Arcillas _f				
43	6.213	28.929	13.974	8.116	2.023	37.033	9.969	2.58	36.239	25.559	38.202	Franco arcillosa	0.0123	2.862	Marginal
44	5.442	35.558	14.734	7.552	2.113	44.506	11.549	2.52	13.158	38.727	48.115	Arcilla	0.011	2.63	Marginal
45	5.12	27.941	11.688	7.6	2.139	33.4	9.159	2.54	31.491	28.906	39.603	Franco arcillosa	0.0238	3.823	Marginal
46	5.928	35.728	15.136	7.341	2.119	44.798	11.608	2.57	21.62	31.223	47.157	Arcilla	0.0251	3.878	Marginal
47	7.825	43.704	18.73	9.811	2.025	54.691	13.534	2.56	0.632	53.331	46.037	Arcillo limosa	0.0256	3.915	Marginal
48	6.733	53.859	23.632	5.512	2.106	68.074	15.893	2.51	3.592	25.736	70.672	Arcilla	0.0207	3.607	Marginal
49	6.306	36.131	14.273	6.318	2.154	54.688	13.534	2.6	16.725	30.697	52.578	Arcilla	0.0243	3.836	Marginal
50	2.772	25.993	13.167	7.994	2.054	28.694	8.065	2.53	46.208	21.744	32.048	Franco arcillo arenosa	0.0026	0.742	No crítico
51	5.983	26.581	13.404	8.996	2.066	28.565	8.034	2.52	44.732	19.487	35.781	Franco arcillo limosa	0.0225	3.75	Marginal
52	2.781	33.062	16.486	10.275	2.048	39.272	10.454	2.57	7.354	59.694	32.952	Franco arcillo limosa	0.0159	3.253	Marginal
53	3.393	37.907	18.711	9.547	2.063	45.838	11.819	2.53	-	51.944	48.056	Arcillo limosa	0.0062	1.222	No crítico
54	3.587	31.412	17.684	6.192	2.166	45.768	11.805	2.55	4.837	57.112	38.051	Franco arcillo limosa	0.0062	1.222	No crítico
55	5.58	28.051	13.162	5.267	2.12	36.678	9.891	2.64	8.669	43.951	47.38	Arcillo limosa	0.022	3.706	Marginal
56	3.882	36.384	18.152	8.332	2.046	40.026	10.615	2.52	1.872	67.989	30.139	Franco arcillo limosa	0.0035	0.877	No crítico

Nota.

^a Relación de contracción; ^b Cambio Volumétrico; ^c Contracción Lineal; ^d Partículas > 0.05mm; ^e Partículas entre 0.05mm – 0.002mm; ^f Partículas < 0.002mm; ^g Índice de expansión (MPa); ^h Cambio Volumétrico Potencial.

MUESTRAS SECTOR VALLES DEL RODEO-LA FORTALEZA - Tol

#M.	I_p	Clasificación		Nivel de plasticidad ^a	I_L	Consistencia del suelo ^b	q_u ^c	Grado de consolidación ^d	C_c	Compresibilidad ^e	CR	$q_u = f(CR)$ ^f	A	Calificación de A ^g	Expansividad ^h
		SUCS	AASHTO												
43	14.955	CL	A-6	Media	-0.52	Dura	> 4.00	NC	0.13	Baja	1.52	1.00 - 5.00	0.39	Inactivas	Baja
44	20.824	CL	A-6	Alta	-0.45	Dura	> 4.00	NC	0.18	Media	1.45	1.00 - 5.00	0.43	Inactivas	Baja
45	16.253	CL	A-6	Alta	-0.40	Dura	> 4.00	NC	0.13	Baja	1.40	1.00 - 5.00	0.41	Inactivas	Baja
46	20.592	CL	A-6	Alta	-0.45	Dura	> 4.00	NC	0.18	Media	1.45	1.00 - 5.00	0.44	Inactivas	Baja
47	24.974	CL	A-7-6	Alta	-0.44	Dura	> 4.00	NC	0.24	Media	1.44	1.00 - 5.00	0.54	Inactivas	Baja
48	30.227	CH	A-7-6	Alta	-0.56	Dura	> 4.00	NC	0.31	Alta	1.56	1.00 - 5.00	0.43	Inactivas	Baja
49	21.858	CL	A-6	Alta	-0.36	Dura	> 4.00	NC	0.18	Media	1.36	1.00 - 5.00	0.42	Inactivas	Baja
50	12.826	CL	A-6	Media	-0.81	Dura	> 4.00	NC	0.11	Baja	1.81	1.00 - 5.00	0.40	Inactivas	Baja
51	13.177	CL	A-6	Media	-0.56	Dura	> 4.00	NC	0.12	Baja	1.56	1.00 - 5.00	0.37	Inactivas	Baja
52	16.576	CL	A-6	Alta	-0.83	Dura	> 4.00	NC	0.16	Media	1.83	1.00 - 5.00	0.50	Inactivas	Baja
53	19.196	CL	A-6	Alta	-0.80	Dura	> 4.00	NC	0.20	Media	1.80	1.00 - 5.00	0.40	Inactivas	Baja
54	13.728	CL	A-6	Media	-1.03	Dura	> 4.00	NC	0.15	Media	2.03	1.00 - 5.00	0.36	Inactivas	Baja
55	14.889	CL	A-6	Media	-0.51	Dura	> 4.00	NC	0.13	Baja	1.51	1.00 - 5.00	0.31	Inactivas	Baja
56	18.232	CL	A-6	Alta	-0.78	Dura	> 4.00	NC	0.18	Media	1.78	1.00 - 5.00	0.60	Inactivas	Baja

Nota.

^a Valores tomados de la Tabla 11; ^b Valores tomados de la Tabla 12; ^c q_u = resistencia a la compresión no confinada, rangos de valores tomados de la Tabla 12; ^d Valores de I_L cercanos a cero, suelo normalmente consolidado, NC, y valores de I_L cercanos a uno, suelo sobre consolidado, SC.; ^e Valores tomados de la Tabla 13; ^f Rango de valores de la resistencia a la compresión estimada en función de CR; ^g Valores tomados de la Tabla 14; ^h Valores tomados de la Tabla 14.

MUESTRAS SECTOR PICO DE ÁGUILA - Tmg															
#M.	ω (%)	LL (%)	LP (%)	LC (%)	Rc (%)^a	CV^b	CL (%)^c	G_s	Granulometría - Hidrómetro			Textura	Expansión – aparato de Lambe		
									%	%	%		Índice exp.^g	CVP^h	
									Arenas^d	Limos^e	Arcillas^f				
57	5.069	30.804	14.668	8.512	2.137	33.442	9.169	2.52	26.186	49.076	24.738	Franca	0.103	2.325	Marginal
58	7.305	38.75	19.579	9.065	2.059	50.602	12.759	2.56	13.224	47.207	39.569	Franco arcillo limosa	0.0097	2.209	Marginal
59	7.056	29.561	16.089	9.854	2.042	32.631	8.984	2.52	18.828	47.4	33.772	Franco arcillo limosa	0.0181	3.45	Marginal
60	2.101	23.858	13.739	9.585	2.027	24.044	6.93	2.57	33.121	42.449	24.43	Franca	0.0035	0.877	No crítico
61	3.462	37.08	17.208	10.855	2.039	45.67	11.785	2.55	4.837	53.472	41.691	Arcillo limosa	0.0062	1.222	No crítico
62	2.712	34.176	15.467	9.44	2.151	46.685	11.989	2.69	13.545	48.18	38.275	Franco arcillo limosa	0.0071	1.34	No crítico
63	4.481	35.148	18.408	14.102	1.938	39.688	10.543	2.57	7.354	62.898	29.748	Franco arcillo limosa	0.0123	2.862	Marginal
64	4.108	39.041	16.977	11.383	2.033	41.648	10.958	2.52	11.007	43.426	45.567	Arcillo limosa	0.0432	4.758	Crítico
65	1.904	35.094	16.953	9.267	2.086	45.631	11.777	2.58	2.716	47.06	50.224	Arcillo limosa	0.0035	0.877	No crítico
66	1.606	27.314	12.543	8.986	2.028	31.931	8.823	2.53	23.713	43.671	32.616	Franco arcillosa	0.0071	1.34	No crítico
67	2.774	36.965	14.143	10.329	2.031	41.958	11.023	2.56	5.156	46.502	48.342	Arcillo limosa	0.0207	3.607	Marginal
68	1.181	25.116	14.059	11.805	1.969	21.358	6.249	2.52	44.114	32.088	23.798	Franca	0.0026	0.742	No crítico
69	1.735	25.523	14.312	11.926	1.939	25.186	7.214	2.58	35.25	37.996	26.754	Franca	0.0044	1	No crítico
70	2.095	31.722	14.626	10.567	2.066	40.173	10.646	2.56	15.334	45.333	39.333	Franco arcillo limosa	0.0101	2.325	Marginal

Nota.

^a Relación de contracción; ^b Cambio Volumétrico; ^c Contracción Lineal; ^d Partículas > 0.05mm; ^e Partículas entre 0.05mm – 0.002mm; ^f Partículas < 0.002mm; ^g Índice de expansión (MPa); ^h Cambio Volumétrico Potencial.

MUESTRAS SECTOR PICO DE ÁGUILA - Tmg															
#M.	I_p	<i>Clasificación</i>		<i>Nivel de plasticidad</i> ^a	I_L	<i>Consistencia del suelo</i> ^b	q_u ^c	<i>Grado de consolidación</i> ^d	C_c	<i>Compresibilidad</i> ^e	CR	$q_u = f(CR)$ ^f	A	<i>Calificación de A</i> ^g	<i>Expansividad</i> ^h
		<i>SUCS</i>	<i>AASHTO</i>												
57	16.136	CL	A-6	Alta	-0.59	Dura	> 4.00	NC	0.15	Media	1.59	1.00 - 5.00	0.65	Inactivas	Baja
58	19.171	CL	A-6	Alta	-0.64	Dura	> 4.00	NC	0.20	Media	1.64	1.00 - 5.00	0.48	Inactivas	Baja
59	13.472	CL	A-6	Media	-0.67	Dura	> 4.00	NC	0.14	Baja	1.67	1.00 - 5.00	0.40	Inactivas	Baja
60	10.119	CL	A-6	Media	-1.15	Dura	> 4.00	NC	0.10	Baja	2.15	1.00 - 5.00	0.41	Inactivas	Baja
61	19.872	CL	A-6	Alta	-0.69	Dura	> 4.00	NC	0.19	Media	1.69	1.00 - 5.00	0.48	Inactivas	Baja
62	18.709	CL	A-6	Alta	-0.68	Dura	> 4.00	NC	0.17	Media	1.68	1.00 - 5.00	0.49	Inactivas	Baja
63	16.74	CL	A-6	Alta	-0.83	Dura	> 4.00	NC	0.18	Media	1.83	1.00 - 5.00	0.56	Inactivas	Baja
64	22.064	CL	A-6	Alta	-0.58	Dura	> 4.00	NC	0.20	Media	1.58	1.00 - 5.00	0.48	Inactivas	Baja
65	18.141	CL	A-6	Alta	-0.83	Dura	> 4.00	NC	0.18	Media	1.83	1.00 - 5.00	0.36	Inactivas	Baja
66	14.771	CL	A-6	Media	-0.74	Dura	> 4.00	NC	0.12	Baja	1.74	1.00 - 5.00	0.45	Inactivas	Baja
67	22.822	CL	A-6	Alta	-0.50	Dura	> 4.00	NC	0.19	Media	1.50	1.00 - 5.00	0.47	Inactivas	Baja
68	11.057	CL	A-6	Media	-1.16	Dura	> 4.00	NC	0.11	Baja	2.16	1.00 - 5.00	0.46	Inactivas	Baja
69	11.211	CL	A-6	Media	-1.12	Dura	> 4.00	NC	0.11	Baja	2.12	1.00 - 5.00	0.42	Inactivas	Baja
70	17.096	CL	A-6	Alta	-0.73	Dura	> 4.00	NC	0.15	Media	1.73	1.00 - 5.00	0.43	Inactivas	Baja

Nota.

^a Valores tomados de la Tabla 11; ^b Valores tomados de la Tabla 12; ^c q_u = resistencia a la compresión no confinada, rangos de valores tomados de la Tabla 12; ^d Valores de I_L cercanos a cero, suelo normalmente consolidado, NC, y valores de I_L cercanos a uno, suelo sobre consolidado, SC.; ^e Valores tomados de la Tabla 13; ^f Rango de valores de la resistencia a la compresión estimada en función de CR; ^g Valores tomados de la Tabla 14; ^h Valores tomados de la Tabla 14.

Anexo 2. Formatos de Laboratorio

Humedad natural, ω (%).

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. J. a. d. a. M. i. n. e. d. u. c. a. c. i. o. n</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	1
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	30	31	11
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	178.182	165.19	183.522
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	165.857	152.265	170.151
Peso del recipiente (gr)	87.712	72.643	83.87
Humedad (%)	15.772	16.233	15.497
Humedad promedio (%)	15.834		

Humedad Natural (%)
15.834



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vg. ada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	2
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	501	4	L#4
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	189.511	183.87	173.714
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	175.613	170.916	161.849
Peso del recipiente (gr)	72.961	73.022	71.744
Humedad (%)	13.539	13.233	13.168
Humedad promedio (%)	13.313		

Humedad Natural (%)

13.313



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vg. ada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	3
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	1113	32	33
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	168.193	184.248	168.006
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	154.605	169.871	155.168
Peso del recipiente (gr)	70.386	82.221	74.664
Humedad (%)	16.134	16.403	15.947
Humedad promedio (%)	16.161		

Humedad Natural (%)

16.161

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	4
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	34	35	36
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	177.13	165.217	180.689
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	162.189	151.916	164.908
Peso del recipiente (gr)	74.45	74.611	76.081
Humedad (%)	17.029	17.206	17.766
Humedad promedio (%)	17.334		

Humedad Natural (%)
17.334

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	5
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	37	38	39
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	191.104	199.083	186.065
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	178.577	184.092	173.276
Peso del recipiente (gr)	81.192	74.776	73.208
Humedad (%)	12.863	13.713	12.78
Humedad promedio (%)	13.119		

Humedad Natural (%)
13.119

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	6
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	40	41	42
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	185.078	195.601	191.767
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	172.374	182.383	179.085
Peso del recipiente (gr)	73.815	73.394	73.947
Humedad (%)	12.89	12.128	12.062
Humedad promedio (%)	12.36		

Humedad Natural (%)
12.36

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	7
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	43	415	44
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	186.442	197.861	174.905
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	172.817	183.325	162.756
Peso del recipiente (gr)	74.605	78.418	76.16
Humedad (%)	13.873	13.856	14.03
Humedad promedio (%)	13.92		

Humedad Natural (%)
13.92

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	8
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	98	67	411
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	188.397	189.16	195.564
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	175.597	175.949	181.639
Peso del recipiente (gr)	76.551	73.308	74.588
Humedad (%)	12.923	12.871	13.008
Humedad promedio (%)	12.934		

Humedad Natural (%)
12.934

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	9
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	135	51	48
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	178.894	200.293	175.542
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	165.571	185.795	162.316
Peso del recipiente (gr)	72.096	84.651	69.837
Humedad (%)	14.253	14.334	14.302
Humedad promedio (%)	14.296		

Humedad Natural (%)
14.296

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. U. de Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	10
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	58	16	11
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	216.589	183.426	183.524
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	201.155	170.192	170.382
Peso del recipiente (gr)	87.414	73.93	77.881
Humedad (%)	13.569	13.748	14.207
Humedad promedio (%)	13.841		

Humedad Natural (%)
13.841

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	11
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	88	92	161
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	169.013	182.072	174.134
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	156.334	167.766	160.618
Peso del recipiente (gr)	74.291	75.872	71.793
Humedad (%)	15.454	15.568	15.216
Humedad promedio (%)	15.413		

Humedad Natural (%)
15.413

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	12
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	42	02S	13
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	183.557	193.485	196.699
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	169.461	178.676	182.179
Peso del recipiente (gr)	77.544	82.8	86.793
Humedad (%)	15.336	15.446	15.222
Humedad promedio (%)	15.335		

Humedad Natural (%)
15.335

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	13
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	116	93	45
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	189.51	184.123	189.475
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	176.413	171.602	176.979
Peso del recipiente (gr)	71.989	72.24	75.611
Humedad (%)	12.542	12.601	12.327
Humedad promedio (%)	12.49		

Humedad Natural (%)
12.49

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	14
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	M33	28	124
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	188.137	188.827	189.329
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	173.705	173.898	174.155
Peso del recipiente (gr)	74.596	69.343	72.387
Humedad (%)	14.562	14.279	14.91
Humedad promedio (%)	14.584		

Humedad Natural (%)
14.584

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada. Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	15
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	46	85	47
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	182.659	163.657	179.322
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	167.806	150.896	164.501
Peso del recipiente (gr)	75.862	72.288	73.041
Humedad (%)	16.154	16.234	16.205
Humedad promedio (%)	16.198		

Humedad Natural (%)
16.198

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. ad. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	16
PROFUNDIDAD (cm):	60	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	9	A3	505
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	165.223	173.255	176.427
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	153.646	161.186	164.252
Peso del recipiente (gr)	72.491	73.876	80.159
Humedad (%)	14.265	13.823	14.478
Humedad promedio (%)	14.189		

Humedad Natural (%)
14.189

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. ad. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	17
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	126	66	155
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	177.36	169.655	200.711
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	161.989	155.266	184.298
Peso del recipiente (gr)	70.369	71.224	84.525
Humedad (%)	16.777	17.121	16.45
Humedad promedio (%)	16.783		

Humedad Natural (%)
16.783

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	18
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	48	H2	159
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	191.07	191.25	188.402
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	178.163	178.217	175.897
Peso del recipiente (gr)	73.095	73.149	72.48
Humedad (%)	12.284	12.404	12.092
Humedad promedio (%)	12.26		

Humedad Natural (%)
12.26

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	19
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	7	167	101
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	192.599	217.167	210.035
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	179.936	204.229	196.656
Peso del recipiente (gr)	69.138	84.384	77.616
Humedad (%)	11.429	10.796	11.239
Humedad promedio (%)	11.155		

Humedad Natural (%)
11.155

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	20
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	36	6	14
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	179.541	177.99	176.887
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	166.077	164.806	162.943
Peso del recipiente (gr)	78.997	80.357	71.974
Humedad (%)	15.462	15.612	15.328
Humedad promedio (%)	15.467		

Humedad Natural (%)
15.467

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	21
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	38	106	L32
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	191.562	187.139	184.567
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	178.56	173.455	170.765
Peso del recipiente (gr)	87.548	75.321	75.271
Humedad (%)	14.286	13.944	14.453
Humedad promedio (%)	14.228		

Humedad Natural (%)
14.228

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mined cac on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	22
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	36	110	167
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	196.874	224.578	223.385
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	185.262	211.252	210.625
Peso del recipiente (gr)	76.079	86.944	84.315
Humedad (%)	10.635	10.72	10.102
Humedad promedio (%)	10.486		

Humedad Natural (%)
10.486



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. G. | ada | Mined | cac | on

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	23
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	9	2E2	44
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	208.471	212.522	210.267
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	199.157	202.905	200.859
Peso del recipiente (gr)	72.485	70.215	71.902
Humedad (%)	7.353	7.248	7.295
Humedad promedio (%)	7.299		

Humedad Natural (%)
7.299

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. adá Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	24
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	A1	13	14
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	216.138	209.732	215.647
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	208.266	202.675	207.333
Peso del recipiente (gr)	79.581	86.743	71.917
Humedad (%)	6.117	6.087	6.14
Humedad promedio (%)	6.115		

Humedad Natural (%)
6.115

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. i. a d a M i n e d u c a c i ó n</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	25
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	C5	AP	NN
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	209.483	196.074	211.177
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	203.19	189.934	204.424
Peso del recipiente (gr)	80.878	72.223	74.751
Humedad (%)	5.145	5.216	5.208
Humedad promedio (%)	5.19		

Humedad Natural (%)
5.19

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. I. M. I. N. E. D. L. C. A. C. O. R.</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	26
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	L#4	144	409
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	197.66	200.741	204.593
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	190.012	192.866	196.932
Peso del recipiente (gr)	71.729	71.595	75.122
Humedad (%)	6.466	6.494	6.289
Humedad promedio (%)	6.416		

Humedad Natural (%)
6.416

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. Alta Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	27
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	A23	47	112
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	225.268	207.345	211.502
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	216.483	199.683	204.076
Peso del recipiente (gr)	76.131	73.019	72.945
Humedad (%)	6.259	6.049	5.663
Humedad promedio (%)	5.99		

Humedad Natural (%)
5.99

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	28
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	C2	GM	118
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	211.348	218.58	197.378
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	202.51	208.27	188.872
Peso del recipiente (gr)	81.18	78.645	72.639
Humedad (%)	7.284	7.954	7.318
Humedad promedio (%)	7.519		

Humedad Natural (%)
7.519

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	29
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	E2	E1	X1
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	199.097	210.643	206.596
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	194.195	204.14	200.917
Peso del recipiente (gr)	74.995	74.073	73.388
Humedad (%)	4.112	5	4.453
Humedad promedio (%)	4.522		

Humedad Natural (%)
4.522

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	30
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	E1M3	3E2	30
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	210.466	225.53	220.189
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	205.193	219.031	214.944
Peso del recipiente (gr)	73.196	77.13	87.609
Humedad (%)	3.995	4.58	4.119
Humedad promedio (%)	4.231		

Humedad Natural (%)
4.231

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mined cac on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	31
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	22	31	M33
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	212.193	192.18	192.513
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	200.588	180.396	181.906
Peso del recipiente (gr)	87.688	68.823	74.585
Humedad (%)	10.279	10.562	9.883
Humedad promedio (%)	10.241		

Humedad Natural (%)
10.241

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	32
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	1M	R8	135
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	196.094	196.083	192.602
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	185.827	185.36	182.351
Peso del recipiente (gr)	81.124	75.523	71.945
Humedad (%)	9.806	9.763	9.285
Humedad promedio (%)	9.618		

Humedad Natural (%)
9.618

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ad. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	33
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	4	D-3	31-oct
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	214.414	212.548	203.596
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	205.331	203.667	195.098
Peso del recipiente (gr)	78.141	73.197	72.3
Humedad (%)	7.141	6.807	6.92
Humedad promedio (%)	6.956		

Humedad Natural (%)
6.956

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducacón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	34
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	1	D2	43
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	216.341	219.177	212.052
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	207.908	211.23	204.441
Peso del recipiente (gr)	74.595	80.799	74.57
Humedad (%)	6.326	6.093	5.86
Humedad promedio (%)	6.093		

Humedad Natural (%)
6.093

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	35
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	A9	44	501
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	199.242	197.913	191.471
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	187.447	186.667	180.355
Peso del recipiente (gr)	73.941	76.145	72.956
Humedad (%)	10.392	10.175	10.35
Humedad promedio (%)	10.306		

Humedad Natural (%)
10.306

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	36
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	228	#3	8
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	198.963	204.098	212.961
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	190.239	195.28	203.526
Peso del recipiente (gr)	72.419	77.035	75.941
Humedad (%)	7.405	7.457	7.395
Humedad promedio (%)	7.419		

Humedad Natural (%)
7.419

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. Alta Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	37
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	E1	E3	36
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	206.526	212.174	212.798
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	198.919	204.236	204.881
Peso del recipiente (gr)	77.31	77.104	78.941
Humedad (%)	6.255	6.244	6.286
Humedad promedio (%)	6.262		

Humedad Natural (%)
6.262

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	38
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	A8	S5	130
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	204.245	205.845	225.782
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	193.217	194.922	214.288
Peso del recipiente (gr)	70.531	69.355	80.198
Humedad (%)	8.989	8.699	8.572
Humedad promedio (%)	8.753		

Humedad Natural (%)
8.753

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	39
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	131	157	1113
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	198.689	217.261	196.005
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	187.32	205.874	184.978
Peso del recipiente (gr)	71.915	85.035	70.352
Humedad (%)	9.851	9.423	9.62
Humedad promedio (%)	9.631		

Humedad Natural (%)
9.631

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. I. M. I. N. E. D. L. C. A. C. O. R.</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	40
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	B9	J16	155
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	211.794	205.371	230.243
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	207.804	201.279	225.665
Peso del recipiente (gr)	81.536	73.913	84.502
Humedad (%)	3.16	3.213	3.243
Humedad promedio (%)	3.205		

Humedad Natural (%)
3.205

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. S. D. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	41
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	93	101	142
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	195.833	216.063	230.695
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	193.154	213.06	227.54
Peso del recipiente (gr)	72.23	77.586	81.6
Humedad (%)	2.215	2.217	2.162
Humedad promedio (%)	2.198		

Humedad Natural (%)
2.198

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	42
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	B10	328	27
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	218.303	227.821	229.124
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	214.433	223.552	225.372
Peso del recipiente (gr)	73.523	73.989	77.158
Humedad (%)	2.746	2.854	2.531
Humedad promedio (%)	2.71		

Humedad Natural (%)
2.71

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	43
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	1	3	47
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	201.144	208.249	201.933
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	193.851	200.48	194.497
Peso del recipiente (gr)	74.572	79.145	73.016
Humedad (%)	6.114	6.403	6.121
Humedad promedio (%)	6.213		

Humedad Natural (%)
6.213



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. G. de la Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	44
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	10M	144	161
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	202.015	202.822	211.416
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	195.844	196.088	204.067
Peso del recipiente (gr)	80.786	71.597	71.782
Humedad (%)	5.363	5.409	5.555
Humedad promedio (%)	5.442		

Humedad Natural (%)
5.442

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. da Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	45
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	E2	30	43
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	203.394	212.915	206.634
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	197.262	206.82	200.175
Peso del recipiente (gr)	77.109	87.674	74.556
Humedad (%)	5.103	5.116	5.142
Humedad promedio (%)	5.12		

Humedad Natural (%)
5.12

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	46
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	A1	A6	N3
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	217.998	242	213.442
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	210.268	233.238	205.65
Peso del recipiente (gr)	79.583	86.034	73.971
Humedad (%)	5.915	5.952	5.917
Humedad promedio (%)	5.928		

Humedad Natural (%)
5.928

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. Adm. Mineducacón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	47
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	NN	N1	N2
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	213.572	214.458	213.851
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	203.659	204.278	203.481
Peso del recipiente (gr)	74.742	74.986	72.396
Humedad (%)	7.689	7.874	7.911
Humedad promedio (%)	7.825		

Humedad Natural (%)
7.825

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mineducac on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	48
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	131	188	409
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	208.007	210.077	213.582
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	199.528	201.916	204.883
Peso del recipiente (gr)	71.916	82.791	75.108
Humedad (%)	6.644	6.851	6.703
Humedad promedio (%)	6.733		

Humedad Natural (%)
6.733

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada. Min. ed. U. ca. c. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	49
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	J18	6M	#4
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	189.935	194.302	193.126
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	182.827	187.537	185.98
Peso del recipiente (gr)	72.636	78.64	71.728
Humedad (%)	6.451	6.212	6.255
Humedad promedio (%)	6.306		

Humedad Natural (%)
6.306

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	50
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	E22	36	37
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	189.256	175.83	190.105
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	185.937	173.302	186.891
Peso del recipiente (gr)	70.207	76.073	74.067
Humedad (%)	2.868	2.6	2.849
Humedad promedio (%)	2.772		

Humedad Natural (%)
2.772

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	51
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	AP	AR	6
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	206.793	212.915	205.615
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	199.16	205.242	197.944
Peso del recipiente (gr)	72.218	76.671	69.389
Humedad (%)	6.013	5.968	5.967
Humedad promedio (%)	5.983		

Humedad Natural (%)
5.983

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mineducac ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	52
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	C2	X1	112
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	227.695	224.111	227.538
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	223.788	220.044	223.284
Peso del recipiente (gr)	81.172	73.37	72.936
Humedad (%)	2.74	2.773	2.829
Humedad promedio (%)	2.781		

Humedad Natural (%)
2.781

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. I. M. I. N. E. D. L. C. A. C. O. R.</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	53
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	D3	8	192
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	212.802	218.309	236.676
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	208.046	213.788	231.749
Peso del recipiente (gr)	73.164	75.943	85.669
Humedad (%)	3.526	3.28	3.373
Humedad promedio (%)	3.393		

Humedad Natural (%)
3.393

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	54
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	D1	J16	77
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	229.458	228.644	230.874
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	223.985	223.344	225.421
Peso del recipiente (gr)	68.629	73.919	77.634
Humedad (%)	3.523	3.547	3.69
Humedad promedio (%)	3.587		

Humedad Natural (%)
3.587

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mined cac on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	55
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	11M	12M	13M
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	222.513	232.99	228.934
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	214.678	223.997	221.176
Peso del recipiente (gr)	74.918	71.059	73.519
Humedad (%)	5.606	5.88	5.254
Humedad promedio (%)	5.58		

Humedad Natural (%)
5.58

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	56
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	14M	15M	16M
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	222.941	232.781	215.028
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	217.345	226.819	209.863
Peso del recipiente (gr)	74.531	75.474	73.593
Humedad (%)	3.918	3.939	3.79
Humedad promedio (%)	3.882		

Humedad Natural (%)
3.882

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	57
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	1	3	47
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	212.693	222.117	220.558
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	206.266	215.237	213.17
Peso del recipiente (gr)	74.572	79.145	73.016
Humedad (%)	4.88	5.055	5.271
Humedad promedio (%)	5.069		

Humedad Natural (%)
5.069

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	58
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	10M	144	161
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	224.891	215.854	208.968
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	215.135	205.942	199.665
Peso del recipiente (gr)	80.786	71.597	71.782
Humedad (%)	7.262	7.378	7.275
Humedad promedio (%)	7.305		

Humedad Natural (%)
7.305

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	59
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	E2	30	43
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	203.406	217.438	214.973
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	195.585	208.802	205.253
Peso del recipiente (gr)	77.109	87.674	74.556
Humedad (%)	6.601	7.13	7.437
Humedad promedio (%)	7.056		

Humedad Natural (%)
7.056

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Grada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	60
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	A1	A6	N3
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	226.443	264.418	239.967
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	223.508	260.746	236.453
Peso del recipiente (gr)	79.583	86.034	73.971
Humedad (%)	2.039	2.102	2.163
Humedad promedio (%)	2.101		

Humedad Natural (%)
2.101

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	61
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	NN	N1	N2
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	233.439	229.67	221.25
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	227.903	224.797	216.188
Peso del recipiente (gr)	74.742	74.986	72.396
Humedad (%)	3.614	3.253	3.52
Humedad promedio (%)	3.462		

Humedad Natural (%)
3.462

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	62
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	131	188	409
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	203.974	221.939	215.927
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	200.671	218.167	212.112
Peso del recipiente (gr)	71.916	82.791	75.108
Humedad (%)	2.565	2.786	2.785
Humedad promedio (%)	2.712		

Humedad Natural (%)
2.712

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	63
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	J18	6M	#4
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	214.647	229.699	230.266
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	208.653	223.229	223.349
Peso del recipiente (gr)	72.636	78.64	71.728
Humedad (%)	4.407	4.475	4.562
Humedad promedio (%)	4.481		

Humedad Natural (%)
4.481

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	64
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	E22	36	37
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	206.344	215.925	208.135
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	201	210.3	202.92
Peso del recipiente (gr)	70.207	76.073	74.067
Humedad (%)	4.086	4.191	4.047
Humedad promedio (%)	4.108		

Humedad Natural (%)
4.108

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vanguardia en la Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	65
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	AP	AR	6
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	198.724	194.454	179.698
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	196.406	192.382	177.479
Peso del recipiente (gr)	72.218	76.671	69.389
Humedad (%)	1.867	1.791	2.053
Humedad promedio (%)	1.904		

Humedad Natural (%)
1.904



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	66
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	C2	X1	112
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	218.198	218.622	210.901
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	216.138	216.263	208.673
Peso del recipiente (gr)	81.172	73.37	72.936
Humedad (%)	1.526	1.651	1.641
Humedad promedio (%)	1.606		

Humedad Natural (%)
1.606

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	67
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	D3	8	192
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	205.543	214.565	247.743
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	202.066	210.533	243.589
Peso del recipiente (gr)	73.164	75.943	85.669
Humedad (%)	2.697	2.996	2.63
Humedad promedio (%)	2.774		

Humedad Natural (%)
2.774

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	68
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	D1	J16	77
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	210.419	212.991	208.737
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	208.805	211.343	207.193
Peso del recipiente (gr)	68.629	73.919	77.634
Humedad (%)	1.151	1.199	1.192
Humedad promedio (%)	1.181		

Humedad Natural (%)
1.181

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. Adm. Min. Educac. Or.</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	69
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	11M	12M	13M
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	200.15	213.69	213.273
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	198.305	211.129	210.693
Peso del recipiente (gr)	74.918	71.059	73.519
Humedad (%)	1.495	1.828	1.881
Humedad promedio (%)	1.735		

Humedad Natural (%)
1.735

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducac.ón</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

HUMEDAD NATURAL

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 122 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	70
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° Recipiente	14M	15M	16M
Peso húmedo + Peso del recipiente (gr)	210.365	222.395	220.253
Peso seco + Peso del recipiente (gr)	207.84	219.246	217.093
Peso del recipiente (gr)	74.531	75.474	73.593
Humedad (%)	1.894	2.19	2.202
Humedad promedio (%)	2.095		

Humedad Natural (%)
2.095

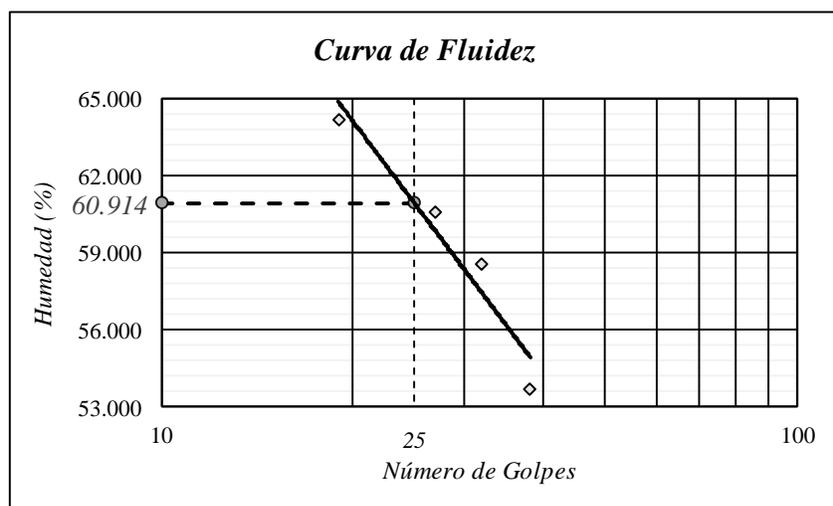
Límite líquido, LL (%) y Límite plástico, LP (%).

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	1
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	63	70	M32	38	32	27	19
N° Recipiente				1	GM	16	63
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	10.993	11.445	24.894	23.833	23.311	25.533
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	9.931	10.393	18.462	17.335	16.967	18.019
Wrecipiente (gr)	7.218	5.447	6.03	6.479	6.239	6.495	6.308
Humedad (%)	24.395	23.684	24.112	53.676	58.562	60.581	64.162
Humedad promedio (%)	24.064						



Límite Líquido (%)

60.914

Límite Plástico (%)

24.064

Índice de Plasticidad, I_p

36.85

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. g. ada Mineducación

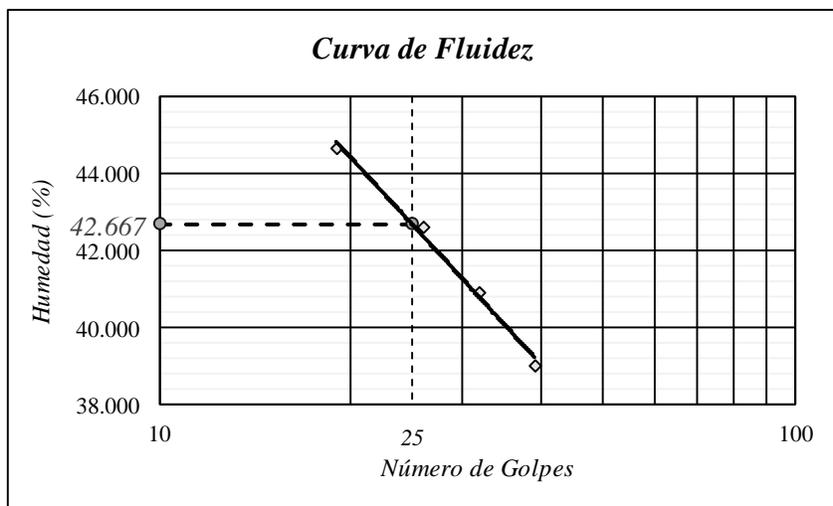
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	2
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	49	52	58	1	GM	16	63
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.941	11.55	12.204	24.627	23.759	25.720	26.559
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.93	10.674	11.181	19.533	18.676	19.978	20.309
Wrecipiente (gr)	7.04	6.362	6.295	6.479	6.239	6.495	6.308
Humedad (%)	20.675	20.315	20.937	39.023	40.870	42.587	44.640
Humedad promedio (%)	20.643						



Límite Líquido (%)

42.667

Límite Plástico (%)

20.643

Índice de Plasticidad, I_p

22.024

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

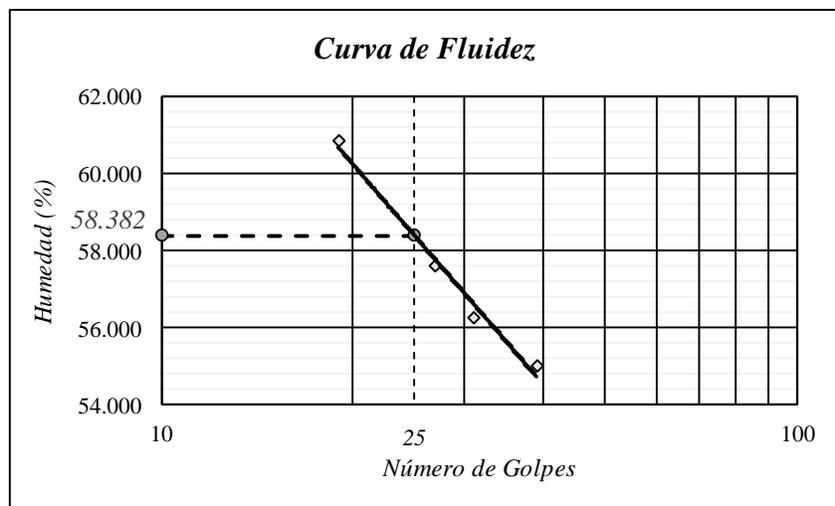
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	3
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	0A	19	66	39	31	27	19
N° Recipiente				6	17	36	37
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.512	12.095	12.023	25.892	23.607	24.678	25.131
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.481	10.908	10.889	19.005	17.447	17.938	18.018
Wrecipiente (gr)	6.605	6.403	6.614	6.487	6.497	6.238	6.325
Humedad (%)	26.600	26.349	26.526	55.017	56.256	57.607	60.831
Humedad promedio (%)	26.491						



Límite Líquido (%)

58.382

Límite Plástico (%)

26.491

Índice de Plasticidad, I_p

31.891

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Gr. da Mineducación

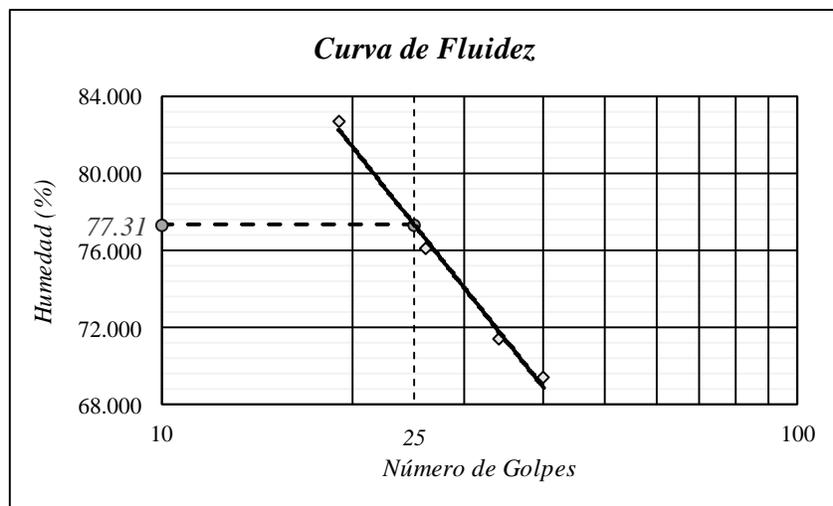
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	4
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	13	16	45	13	44	56	74
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.507	11.138	11.303	23.440	22.422	21.888	22.439
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.321	9.863	10.226	15.961	15.661	15.133	15.092
Wrecipiente (gr)	5.989	5.314	6.324	5.181	6.189	6.249	6.205
Humedad (%)	27.378	28.028	27.601	69.378	71.379	76.036	82.671
Humedad promedio (%)	27.669						



Límite Líquido (%)

77.31

Límite Plástico (%)

27.669

Índice de Plasticidad, I_p

49.641

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

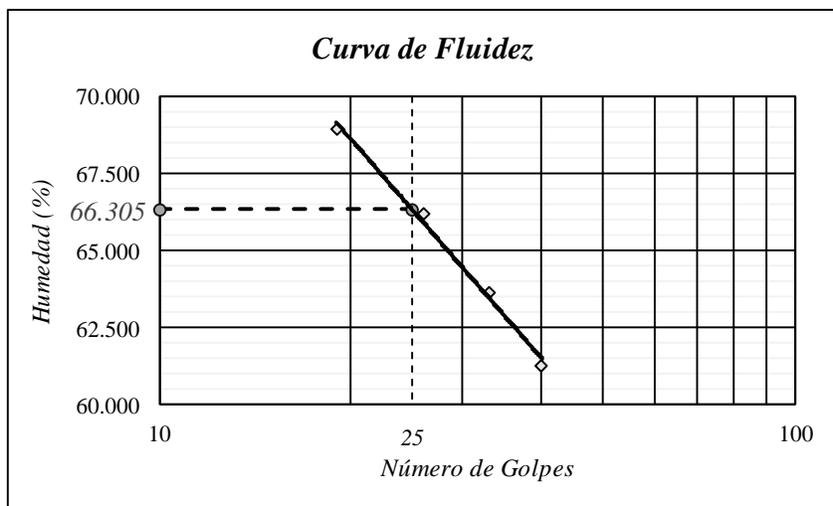
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	5
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° de golpes				40	33	26	19
N° Recipiente	49	52	58	M2	7M	46	50
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.788	11.286	10.813	25.868	25.576	22.470	25.395
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.872	10.344	9.93	18.103	18.094	15.999	17.646
Wrecipiente (gr)	7.04	6.362	6.295	5.423	6.337	6.216	6.405
Humedad (%)	23.904	23.656	24.292	61.238	63.639	66.145	68.935
Humedad promedio (%)	23.951						


Límite Líquido (%)

66.305

Límite Plástico (%)

23.951

Índice de Plasticidad, I_p

42.354

Clasificación del Suelo
SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

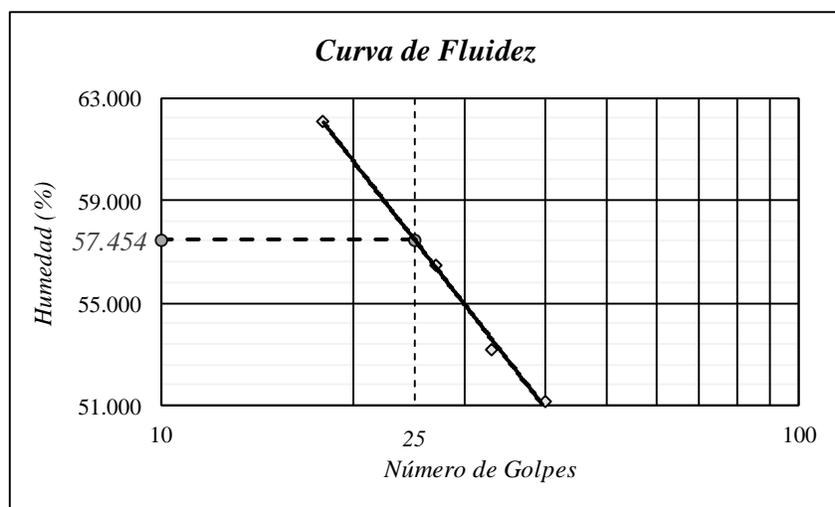
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	6
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	OA	19	76	A1	12	27	69
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.617	11.622	12.259	29.813	29.401	32.351	33.107
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.284	10.472	11.023	21.946	21.467	23.308	22.767
Wrecipiente (gr)	6.605	6.403	6.614	6.570	6.556	7.301	6.105
Humedad (%)	28.489	28.262	28.034	51.164	53.209	56.494	62.057
Humedad promedio (%)	28.262						



Límite Líquido (%)

57.454

Límite Plástico (%)

28.262

Índice de Plasticidad, I_p

29.192

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

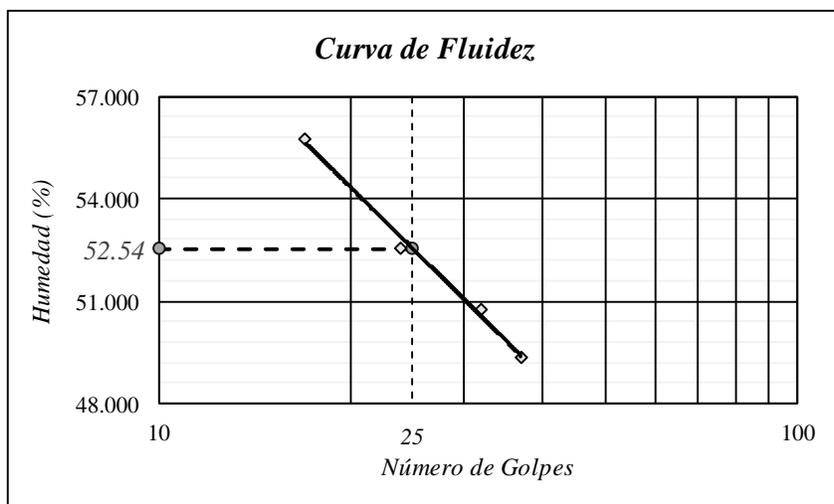
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 7
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	13	16	45	37	32	24	17
N° Recipiente	13	16	45	2	11M	23	51
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.983	10.12	11.55	29.104	30.439	29.960	27.863
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.04	9.25	10.591	21.575	22.339	21.861	20.153
Wrecipiente (gr)	5.989	5.314	6.324	6.325	6.384	6.454	6.325
Humedad (%)	23.278	22.104	22.475	49.370	50.768	52.567	55.756
Humedad promedio (%)	22.619						



Límite Líquido (%)
52.54

Límite Plástico (%)
22.619

Índice de Plasticidad, I_p
29.921

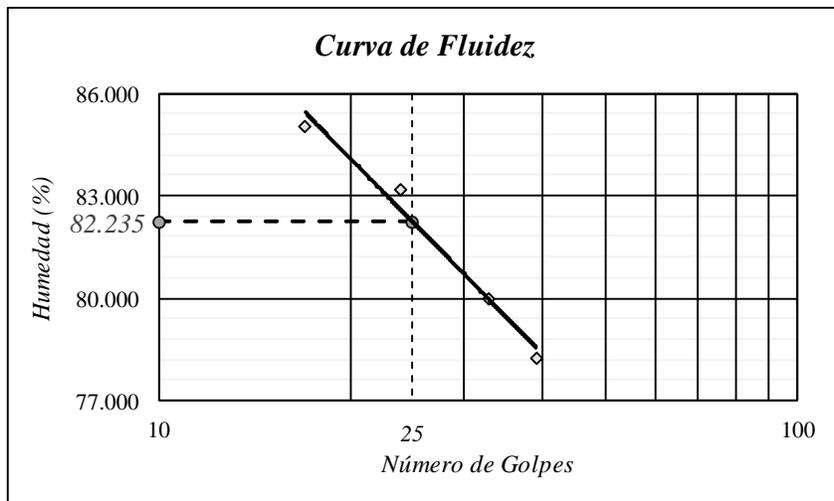
Clasificación del Suelo	
SUCS	CH
AASHTO	A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 8
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	63	70	M32	39	33	24	17
N° Recipiente	63	70	M32	2	11M	23	51
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.297	10.233	10.902	28.153	25.352	26.780	28.739
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.288	9.281	9.934	18.570	16.922	17.549	18.438
Wrecipiente (gr)	7.218	5.447	6.03	6.325	6.384	6.454	6.325
Humedad (%)	24.791	24.830	24.795	78.261	79.996	83.200	85.041
Humedad promedio (%)	24.806						



Límite Líquido (%)

82.235

Límite Plástico (%)

24.806

Índice de Plasticidad, I_p

57.429

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

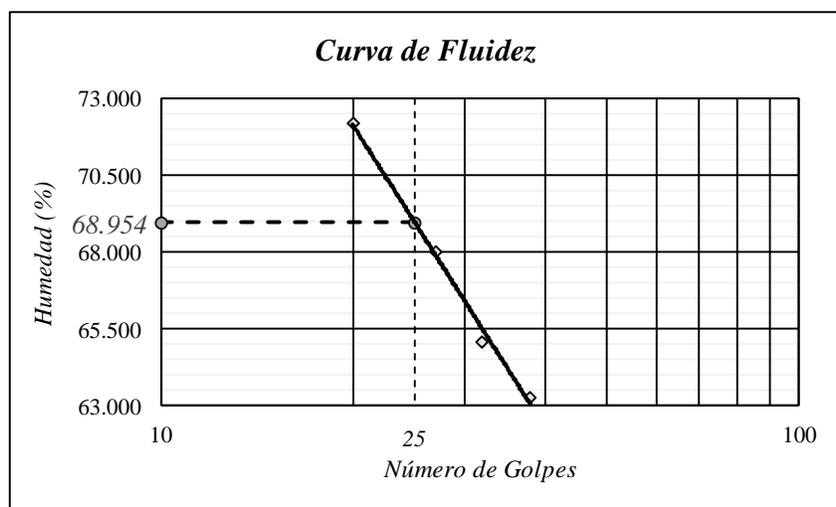
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 9
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	49	52	58	6	17	36	37
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	12.299	10.96	11.481	29.382	29.352	27.894	26.631
<i>Wrecipiente (gr)</i>	11.259	10.076	10.465	20.512	20.341	19.129	18.121
<i>Humedad (%)</i>	7.04	6.362	6.295	6.487	6.497	6.238	6.325
<i>Humedad promedio (%)</i>	24.650	23.802	24.365	63.244	65.090	67.993	72.143
	24.272						



Límite Líquido (%)

68.954

Límite Plástico (%)

24.272

Índice de Plasticidad, I_p

44.682

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

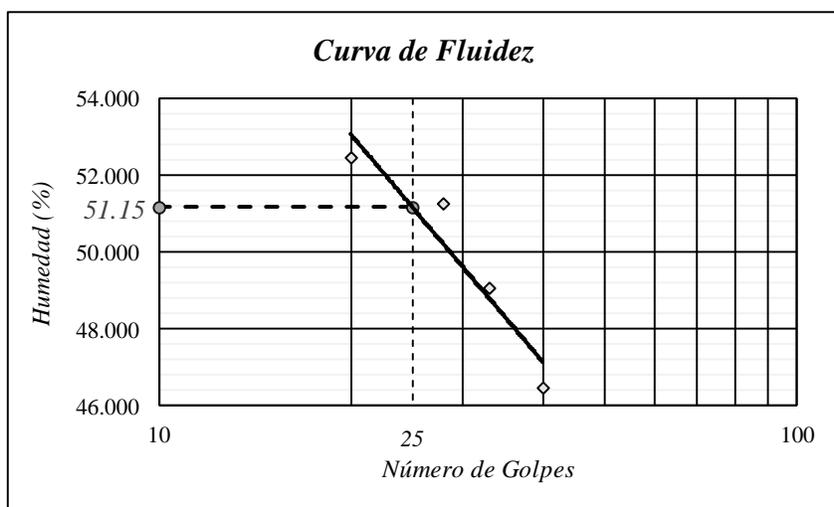
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 10
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	OA	19	66	M2	7M	46	50
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	11.899	11.504	11.48	30.660	30.279	29.730	32.274
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	10.964	10.618	10.638	22.658	22.401	21.762	23.376
<i>Wrecipiente (gr)</i>	6.605	6.403	6.614	5.423	6.337	6.216	6.405
<i>Humedad (%)</i>	21.450	21.020	20.924	46.429	49.041	51.254	52.431
<i>Humedad promedio (%)</i>	21.131						



Límite Líquido (%)

51.15

Límite Plástico (%)

21.131

Índice de Plasticidad, I_p

30.019

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

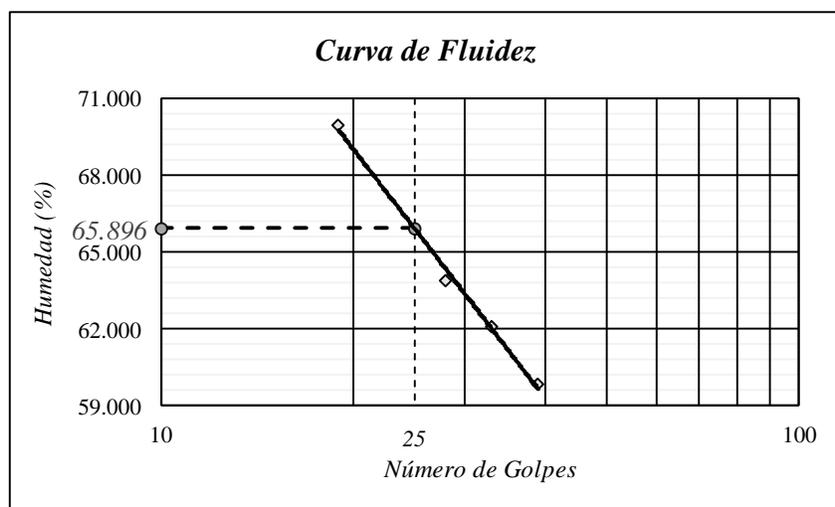
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 11
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>	<i>N° Recipiente</i>
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	11.085	9.89	11.027	28.493	29.840	26.509	29.347
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	10.099	9.036	10.139	19.765	20.780	18.613	19.824
<i>Wrecipiente (gr)</i>	5.989	5.314	6.324	5.181	6.189	6.249	6.205
<i>Humedad (%)</i>	23.990	22.945	23.277	59.846	62.093	63.863	69.924
<i>Humedad promedio (%)</i>	23.404						



Límite Líquido (%)

65.896

Límite Plástico (%)

23.404

Índice de Plasticidad, I_p

42.492

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. grado Mineducación

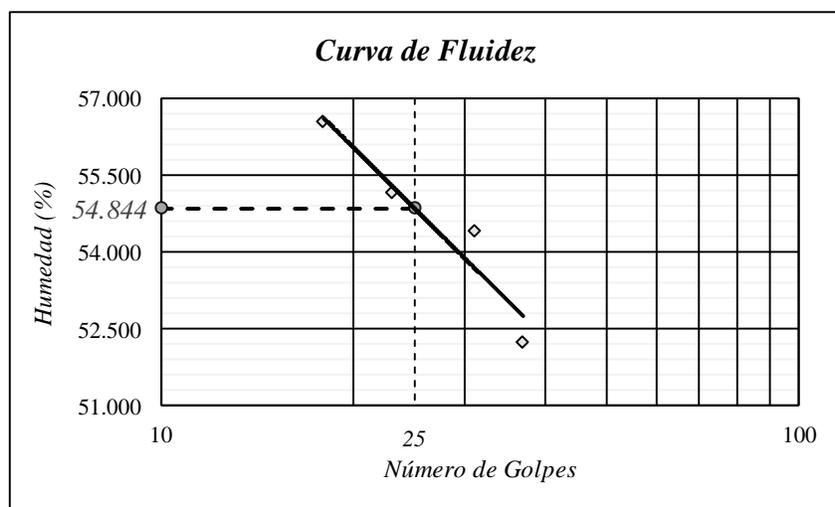
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	12
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	13	16	45	37	31	23	18
N° Recipiente	13	16	45	2	11M	23	51
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.841	9.688	10.227	27.628	27.948	26.000	26.457
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.946	8.887	9.527	20.310	20.349	19.053	19.187
Wrecipiente (gr)	5.989	5.314	6.324	6.305	6.384	6.454	6.325
Humedad (%)	22.618	22.418	21.855	52.253	54.415	55.139	56.523
Humedad promedio (%)	22.297						



Límite Líquido (%)

54.844

Límite Plástico (%)

22.297

Índice de Plasticidad, I_p

32.547

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

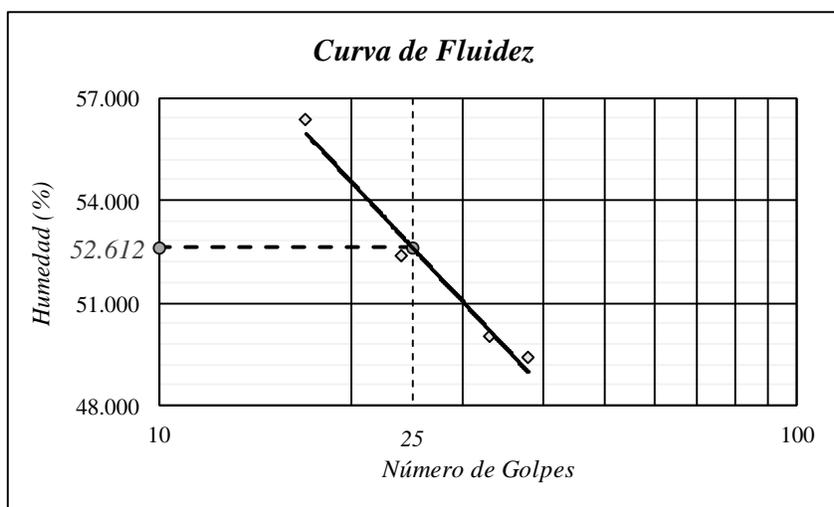
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 13
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	1	GM	9	2	11M	23	51
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	12.079	12.057	12.211	28.484	30.872	30.637	29.985
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	11.051	11.024	11.188	21.159	22.707	22.327	21.458
<i>Wrecipiente (gr)</i>	6.479	6.239	6.495	6.325	6.384	6.454	6.325
<i>Humedad (%)</i>	22.485	21.588	21.798	49.380	50.021	52.353	56.347
<i>Humedad promedio (%)</i>	21.957						



Límite Líquido (%)

52.612

Límite Plástico (%)

21.957

Índice de Plasticidad, I_p

30.655

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

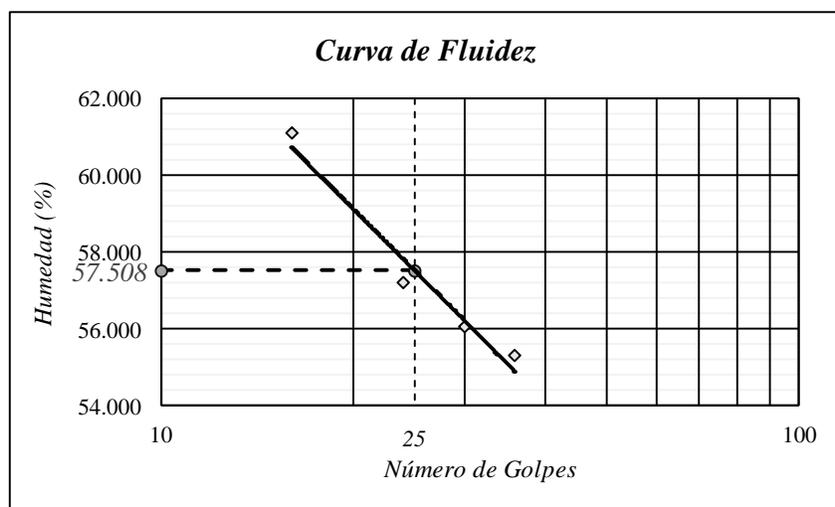
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	14
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	OA	19	66	36	30	24	16
N° Recipiente	OA	19	66	13	44	56	74
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.791	11.335	11.155	25.510	27.053	26.276	26.901
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.078	10.493	10.375	18.270	19.561	18.991	19.053
Wrecipiente (gr)	6.605	6.403	6.614	5.181	6.189	6.249	6.205
Humedad (%)	20.530	20.587	20.739	55.314	56.028	57.173	61.083
Humedad promedio (%)	20.619						



Límite Líquido (%)

57.508

Límite Plástico (%)

20.619

Índice de Plasticidad, I_p

36.889

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

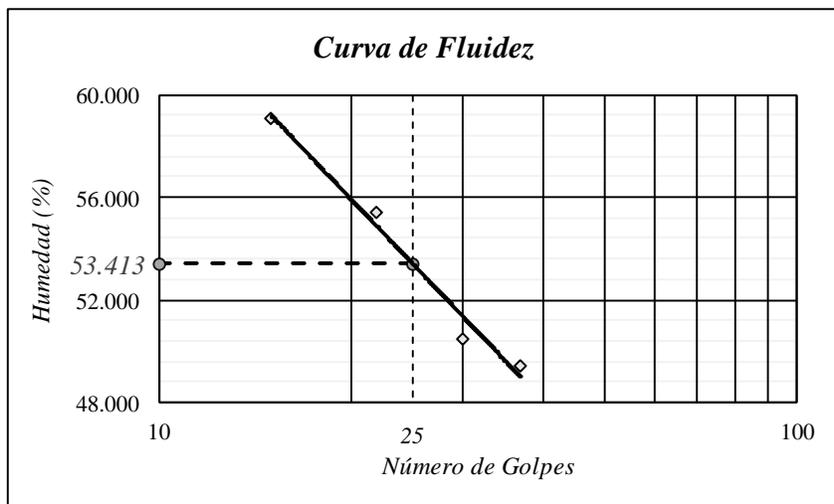
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 15
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
<i>N° Recipiente</i>	49	52	58	6	17	36	37
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	11.335	10.898	10.444	29.193	27.634	29.365	28.780
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	10.532	10.058	9.689	21.682	20.546	21.118	20.441
<i>Wrecipiente (gr)</i>	7.04	6.362	6.295	6.487	6.497	6.238	6.325
<i>Humedad (%)</i>	22.995	22.727	22.245	49.431	50.452	55.423	59.075
<i>Humedad promedio (%)</i>	22.656						



Límite Líquido (%)

53.413

Límite Plástico (%)

22.656

Índice de Plasticidad, I_p

30.757

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

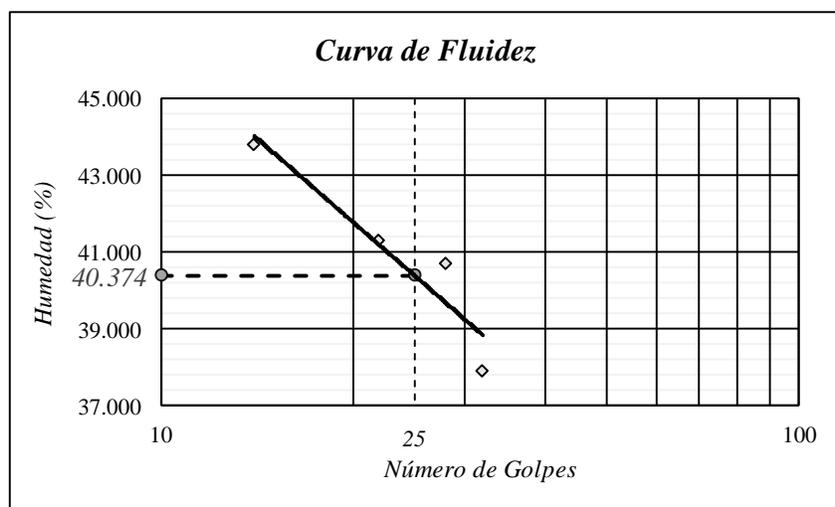
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 16
PROFUNDIDAD (cm):	60	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	49	52	58	6	17	36	37
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.335	10.898	10.444	28.648	27.693	26.773	27.812
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.614	10.112	9.734	22.557	21.561	20.774	21.268
Wrecipiente (gr)	7.04	6.362	6.295	6.487	6.497	6.238	6.325
Humedad (%)	20.173	20.960	20.646	37.903	40.706	41.270	43.793
Humedad promedio (%)	20.593						



Límite Líquido (%)

40.374

Límite Plástico (%)

20.593

Índice de Plasticidad, I_p

19.781

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

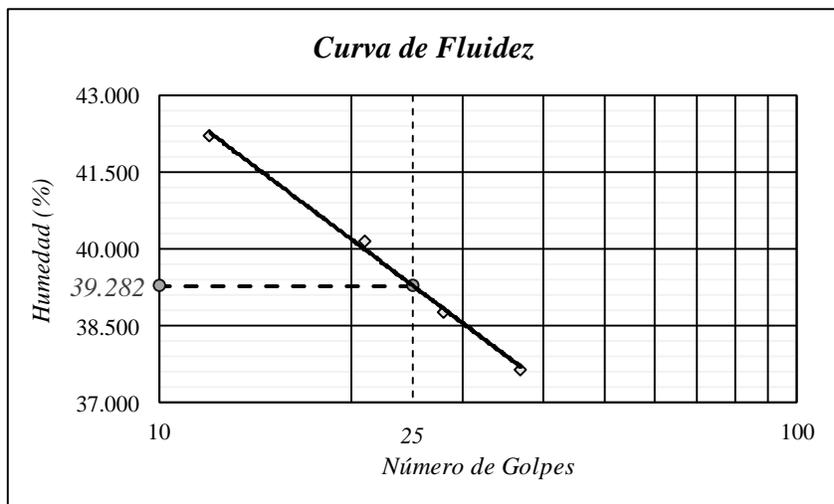
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Grada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 17
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	49	52	58	11	44	56	74
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.395	10.426	10.493	31.262	30.997	29.106	31.345
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.803	9.724	9.773	24.485	24.152	22.556	23.920
Wrecipiente (gr)	7.04	6.362	6.295	6.487	6.497	6.238	6.325
Humedad (%)	21.426	20.880	20.702	37.654	38.771	40.140	42.199
Humedad promedio (%)	21.003						



Límite Líquido (%)

39.282

Límite Plástico (%)

21.003

Índice de Plasticidad, I_p

18.279

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

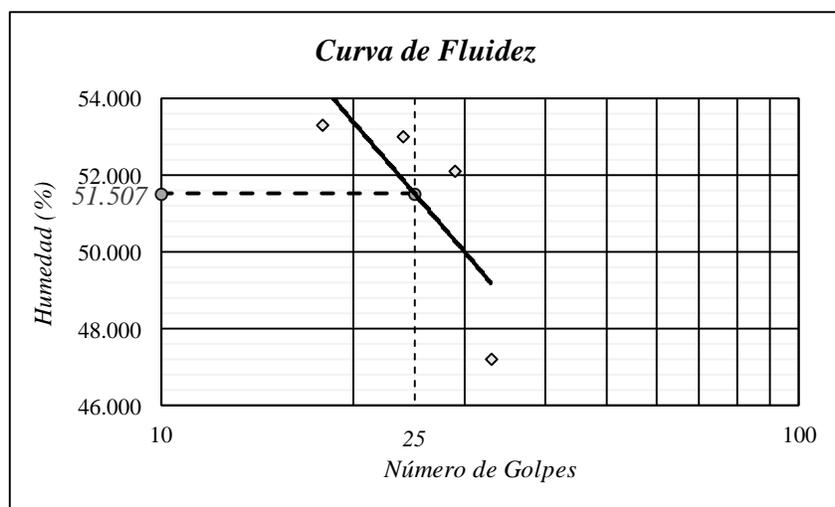
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	18
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	OA	19	66	2	11M	23	51
Whumedo + Wrecipiente (gr)	9.901	9.989	9.811	27.590	31.136	29.450	32.889
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.337	9.385	9.277	20.770	22.660	21.488	23.653
Wrecipiente (gr)	6.605	6.403	6.614	6.325	6.384	6.454	6.325
Humedad (%)	20.644	20.255	20.053	47.214	52.077	52.960	53.301
Humedad promedio (%)	20.317						



Límite Líquido (%)

51.507

Límite Plástico (%)

20.317

Índice de Plasticidad, I_p

31.19

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

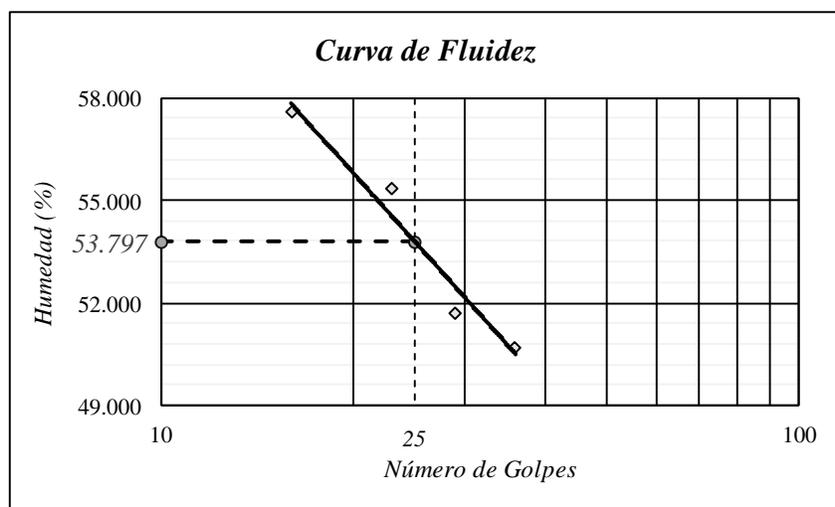
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 19
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	13	16	45	M2	7M	46	50
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	10.228	9.614	10.401	33.906	35.533	33.106	31.809
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	9.517	8.885	9.733	24.323	25.584	23.524	22.526
<i>Wrecipiente (gr)</i>	5.989	5.314	6.324	5.423	6.337	6.216	6.405
<i>Humedad (%)</i>	20.153	20.414	19.595	50.704	51.691	55.362	57.583
<i>Humedad promedio (%)</i>	20.054						



Límite Líquido (%)

53.797

Límite Plástico (%)

20.054

Índice de Plasticidad, I_p

33.743

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

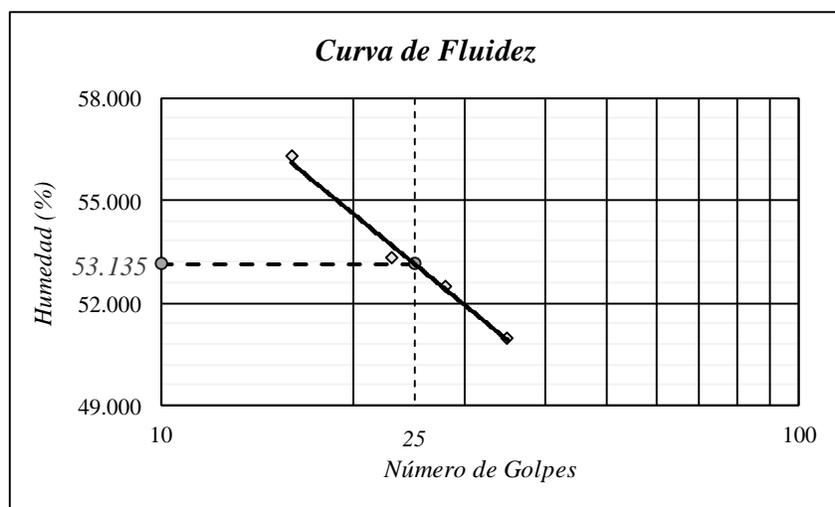
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 20
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	13	16	45	A1	12	27	69
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	9.247	8.565	9.584	27.984	30.300	33.955	28.972
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	8.665	7.986	8.996	20.752	22.125	24.688	20.738
<i>Wrecipiente (gr)</i>	5.989	5.314	6.324	6.570	6.556	7.301	6.105
<i>Humedad (%)</i>	21.749	21.669	22.006	50.994	52.508	53.298	56.270
<i>Humedad promedio (%)</i>	21.808						



Límite Líquido (%)

53.135

Límite Plástico (%)

21.808

Índice de Plasticidad, I_p

31.327

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

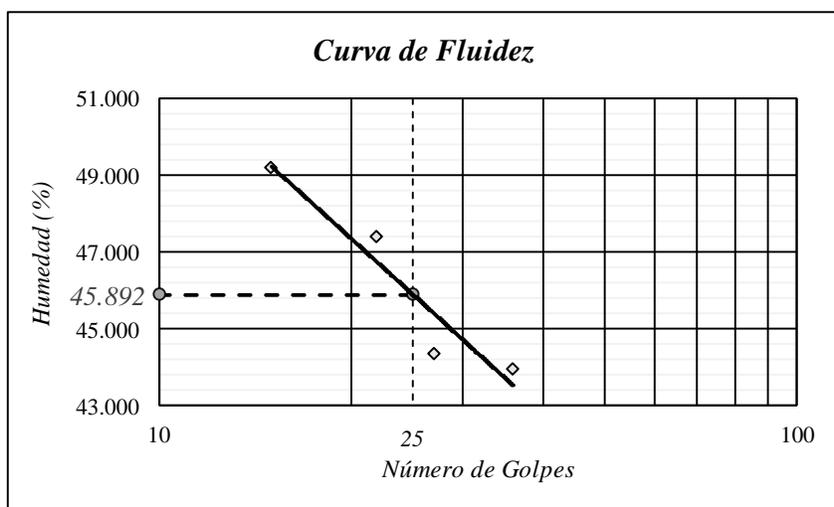
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. grado Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°: 21
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	OA	19	66	36	27	22	15
<i>N° Recipiente</i>	OA	19	66	1	GM	9	63
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	9.598	9.635	10.018	29.664	31.209	31.612	29.947
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	9.028	9.034	9.371	22.587	23.538	23.538	22.152
<i>Wrecipiente (gr)</i>	6.605	6.403	6.614	6.479	6.239	6.495	6.308
<i>Humedad (%)</i>	23.525	22.843	23.468	43.935	44.344	47.374	49.198
<i>Humedad promedio (%)</i>	23.278						



Límite Líquido (%)

45.892

Límite Plástico (%)

23.278

Índice de Plasticidad, I_p

22.614

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Grada Mineducación

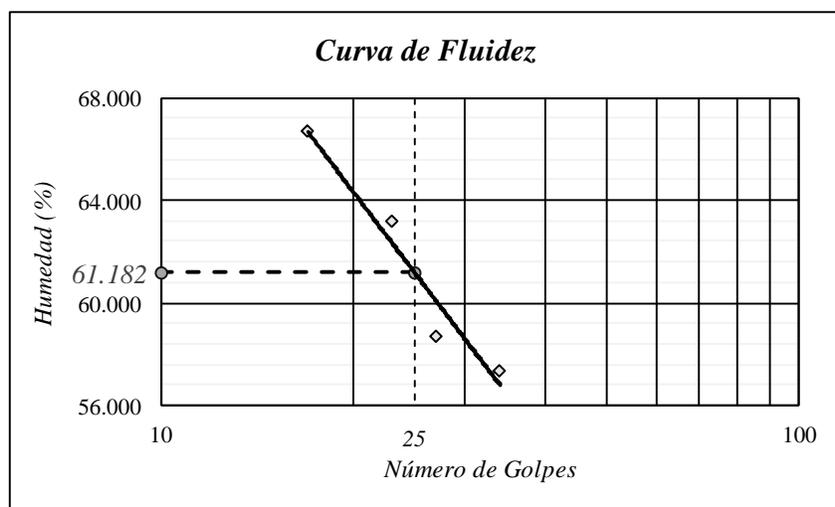
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	22
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J4	J5	K3	34	27	23	17
N° Recipiente				2	3	13	31
Whumedo + Wrecipiente (gr)	8.824	8.686	9.868	26.616	29.552	27.058	25.927
Wseco + Wrecipiente (gr)	8.177	8.058	9.232	19.228	21.054	18.900	17.836
Wrecipiente (gr)	4.889	4.908	5.942	6.353	6.576	5.988	5.700
Humedad (%)	19.678	19.937	19.331	57.383	58.696	63.182	66.669
Humedad promedio (%)	19.648						



Límite Líquido (%)

61.182

Límite Plástico (%)

19.648

Índice de Plasticidad, I_p

41.534

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

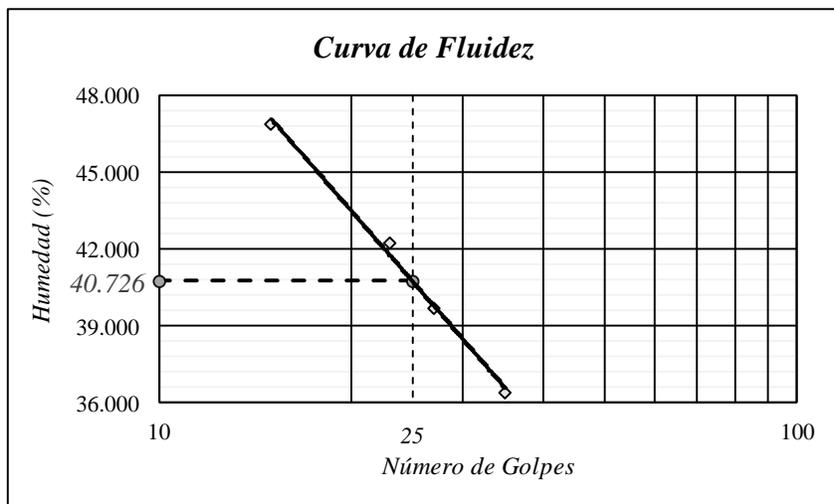
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	23
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	58	66	70	2	3	13	31
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.876	11.147	11.424	27.824	27.323	29.924	26.926
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.269	10.571	10.854	22.096	21.432	22.815	20.153
Wrecipiente (gr)	6.101	6.257	6.715	6.353	6.576	5.988	5.700
Humedad (%)	14.563	13.352	13.771	36.384	39.654	42.248	46.862
Humedad promedio (%)	13.896						



Límite Líquido (%)

40.726

Límite Plástico (%)

13.896

Índice de Plasticidad, I_p

26.83

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Grada Educación

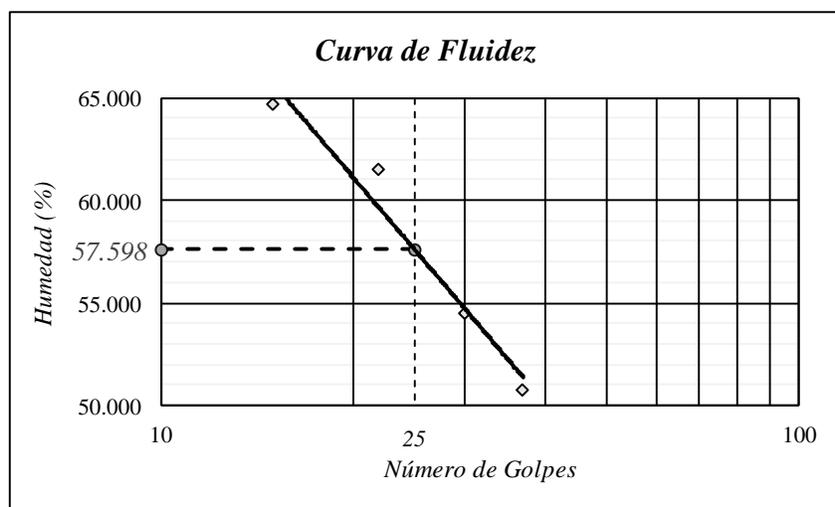
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	24
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	51	72	99	2	3	13	31
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.997	12.628	11.465	24.432	28.676	23.739	25.168
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.221	11.758	10.741	18.342	20.885	16.981	17.521
Wrecipiente (gr)	6.712	6.749	6.444	6.353	6.576	5.988	5.700
Humedad (%)	17.210	17.369	16.849	50.797	54.448	61.475	64.690
Humedad promedio (%)	17.143						



Límite Líquido (%)

57.598

Límite Plástico (%)

17.143

Índice de Plasticidad, I_p

40.455

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. grado M. Educación

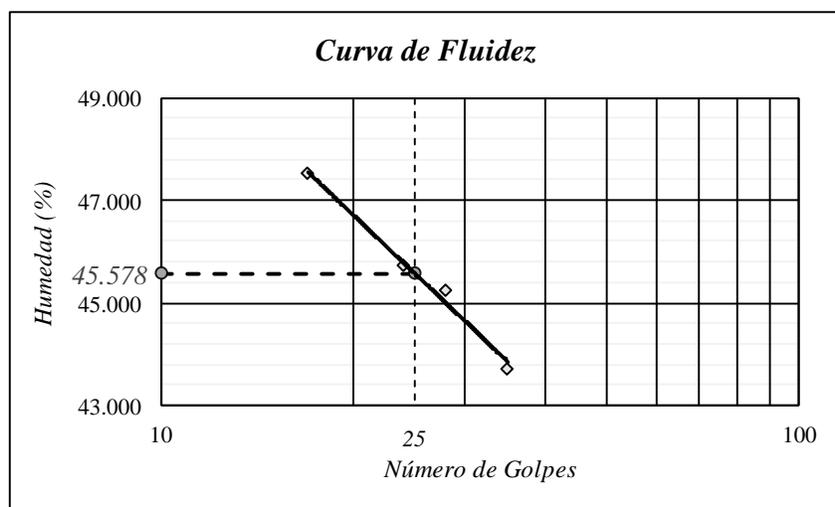
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	25
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	M5	10M	58	A3	B3	J4	J5
N° Recipiente	M5	10M	58	A3	B3	J4	J5
Whumedo + Wrecipiente (gr)	9.776	9.987	11.36	28.111	26.226	25.439	28.142
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.123	9.331	10.685	21.483	20.032	18.991	20.658
Wrecipiente (gr)	4.926	5.069	6.28	6.324	6.337	4.889	4.908
Humedad (%)	15.559	15.392	15.323	43.723	45.228	45.724	47.517
Humedad promedio (%)	15.425						



Límite Líquido (%)

45.578

Límite Plástico (%)

15.425

Índice de Plasticidad, I_p

30.153

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

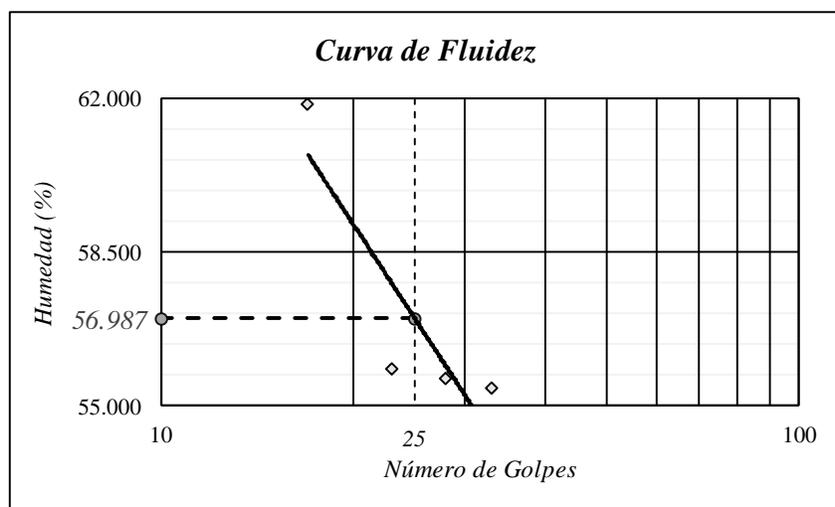
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°: 26
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	6	16	63	2	4	47	100
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	12.255	11.134	11.239	27.725	27.981	28.136	29.331
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	11.04	10.136	10.247	20.370	20.580	20.718	20.625
<i>Wrecipiente (gr)</i>	4.931	5.121	5.174	7.097	7.273	7.432	6.546
<i>Humedad (%)</i>	19.889	19.900	19.555	55.413	55.617	55.833	61.837
<i>Humedad promedio (%)</i>	19.781						



Límite Líquido (%)

56.987

Límite Plástico (%)

19.781

Índice de Plasticidad, I_p

37.206

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

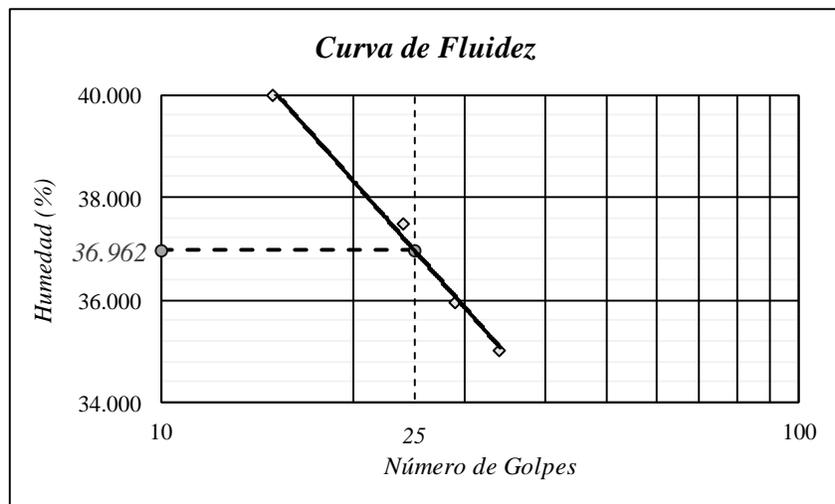
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	27
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	51	72	99	34	29	24	15
N° Recipiente	51	72	99	2	3	13	31
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.28	11.771	11.532	32.383	33.605	28.289	29.502
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.579	11.119	10.895	25.634	26.456	22.210	22.702
Wrecipiente (gr)	6.712	6.749	6.444	6.353	6.576	5.988	5.700
Humedad (%)	14.403	14.920	14.311	35.003	35.961	37.474	39.995
Humedad promedio (%)	14.545						



Límite Líquido (%)

36.962

Límite Plástico (%)

14.545

Índice de Plasticidad, I_p

22.417

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

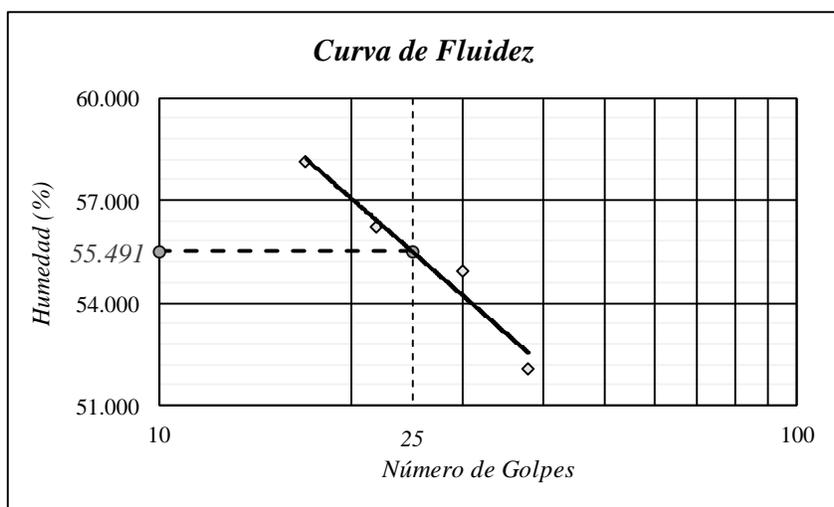
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°: 28
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	6	16	63	38	30	22	17
N° Recipiente	6	16	63	2	4	47	100
Whumedo + Wrecipiente (gr)	9.86	10.442	10.551	30.959	28.871	29.058	31.229
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.059	9.569	9.672	22.788	21.212	21.277	22.156
Wrecipiente (gr)	4.931	5.121	5.174	7.097	7.273	7.432	6.546
Humedad (%)	19.404	19.627	19.542	52.074	54.947	56.201	58.123
Humedad promedio (%)	19.524						



Límite Líquido (%)

55.491

Límite Plástico (%)

19.524

Índice de Plasticidad, I_p

35.967

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

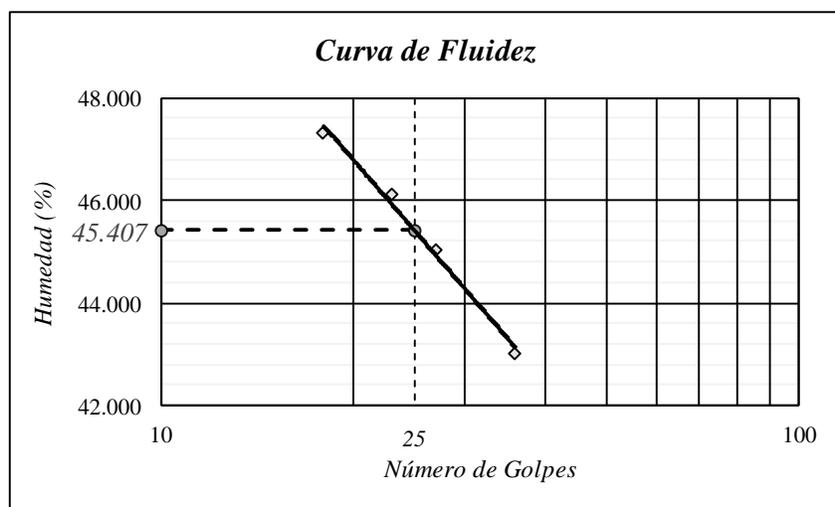
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°: 29
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	M5	10M	58	A3	B3	J4	J5
N° Recipiente	M5	10M	58	A3	B3	J4	J5
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.122	10.057	12.038	30.074	29.985	26.338	26.229
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.459	9.422	11.311	22.931	22.643	19.570	19.382
Wrecipiente (gr)	4.926	5.069	6.28	6.324	6.337	4.889	4.908
Humedad (%)	14.626	14.588	14.450	43.012	45.026	46.100	47.306
Humedad promedio (%)	14.555						



Límite Líquido (%)

45.407

Límite Plástico (%)

14.555

Índice de Plasticidad, I_p

30.852

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

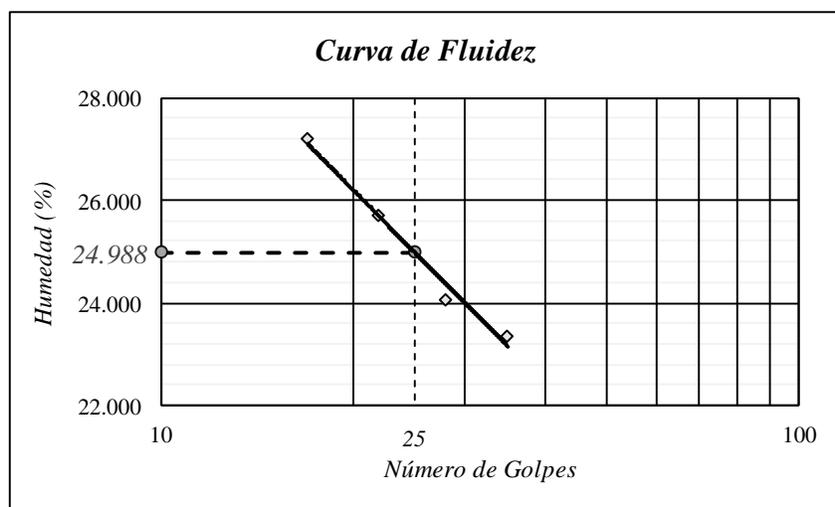
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	30
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	52	54	58	12	14	42	44
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.735	14.025	12.246	33.613	35.445	29.568	31.021
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.946	13.008	11.505	28.502	29.592	24.873	25.517
Wrecipiente (gr)	6.834	6.416	6.271	6.621	5.269	6.603	5.268
Humedad (%)	15.434	15.428	14.157	23.358	24.064	25.698	27.182
Humedad promedio (%)	15.006						



Límite Líquido (%)

24.988

Límite Plástico (%)

15.006

Índice de Plasticidad, I_p

9.982

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

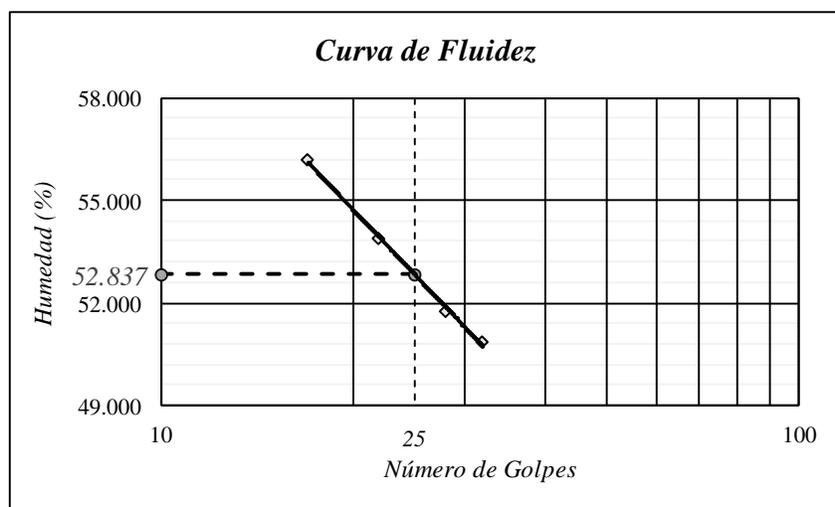
A-4

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Grada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°: 31
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J4	J5	K3	A2	A3	B2	D1
N° Recipiente							
Whumedo + Wrecipiente (gr)	8.885	8.792	9.888	26.116	27.807	28.706	28.117
Wseco + Wrecipiente (gr)	8.222	8.159	9.237	18.976	20.479	20.889	20.339
Wrecipiente (gr)	4.889	4.908	5.942	4.932	6.324	6.378	6.492
Humedad (%)	19.892	19.471	19.757	50.840	51.770	53.869	56.171
Humedad promedio (%)	19.707						



Límite Líquido (%)

52.837

Límite Plástico (%)

19.707

Índice de Plasticidad, I_p

33.13

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigada Mineducación

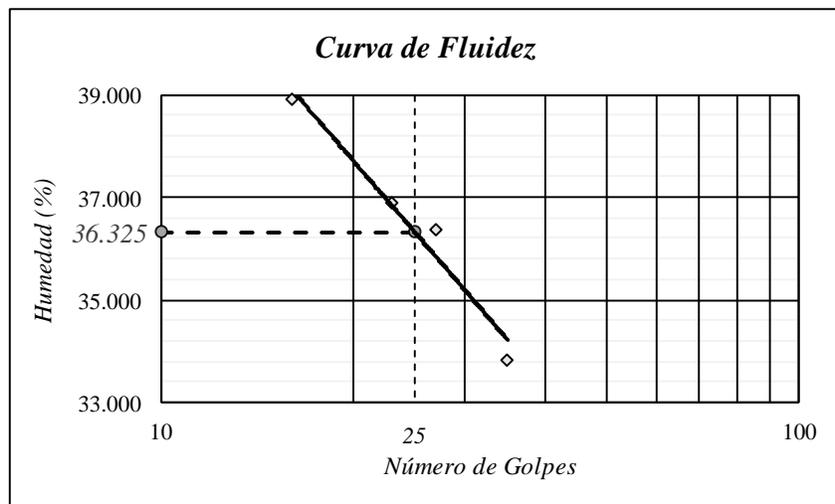
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	32
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	4	47	100	27	28	65	81
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.924	11.669	10.37	27.338	28.729	30.692	31.562
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.448	11.104	9.861	22.268	22.989	24.461	24.747
Wrecipiente (gr)	7.278	7.395	6.549	7.286	7.210	7.574	7.233
Humedad (%)	15.016	15.233	15.368	33.841	36.377	36.898	38.912
Humedad promedio (%)	15.206						



Límite Líquido (%)

36.325

Límite Plástico (%)

15.206

Índice de Plasticidad, I_p

21.119

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Grada Educación

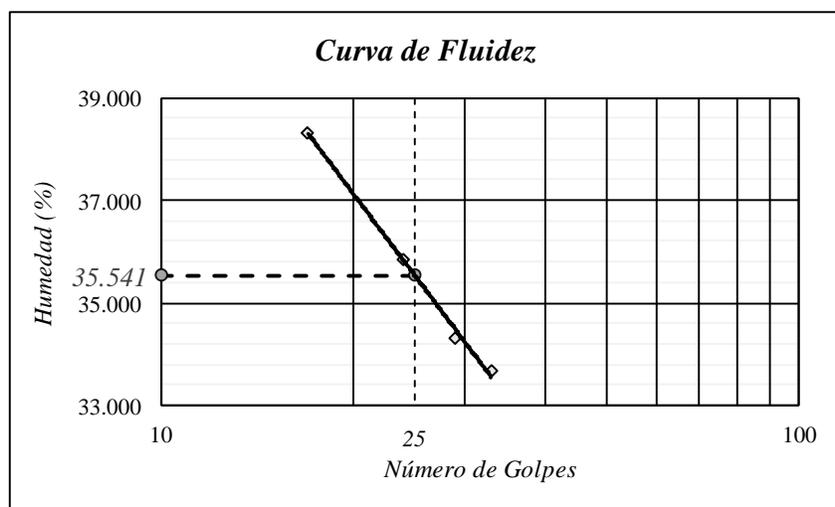
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	33
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J4	J5	K3	A2	A3	B2	D1
N° Recipiente							
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.049	10.928	11.857	27.953	28.906	27.119	30.232
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.355	10.102	11.053	22.155	23.135	21.646	23.654
Wrecipiente (gr)	4.889	4.908	5.942	4.932	6.324	6.378	6.492
Humedad (%)	15.540	15.903	15.731	33.664	34.329	35.846	38.329
Humedad promedio (%)	15.724						



Límite Líquido (%)

35.541

Límite Plástico (%)

15.724

Índice de Plasticidad, I_p

19.817

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

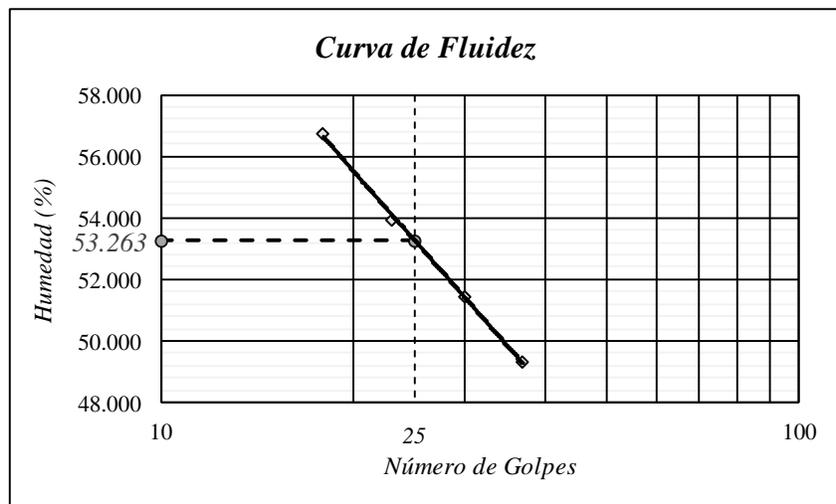
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	34
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	66	58	72	16	20	41	52
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.484	10.33	10.736	23.931	28.247	25.218	27.126
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.818	9.71	10.082	17.721	20.833	18.755	19.793
Wrecipiente (gr)	6.257	6.432	6.715	5.130	6.410	6.773	6.867
Humedad (%)	18.703	18.914	19.424	49.321	51.404	53.939	56.731
Humedad promedio (%)	19.013						



Límite Líquido (%)

53.263

Límite Plástico (%)

19.013

Índice de Plasticidad, I_p

34.25

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

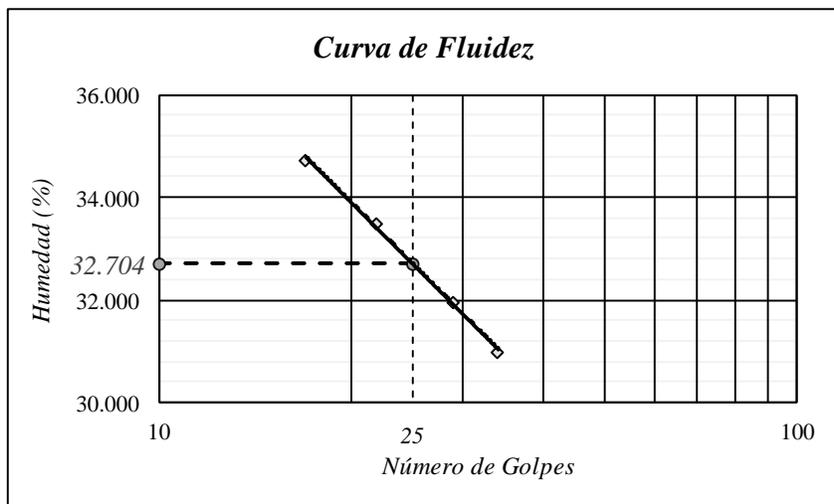
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Grada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	35
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	42	44	70	2	12	26	28
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.835	11.162	11.616	29.914	28.749	30.218	28.729
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.956	10.318	10.759	24.342	23.388	23.990	22.714
Wrecipiente (gr)	6.704	5.272	5.478	6.352	6.607	5.397	5.384
Humedad (%)	16.736	16.726	16.228	30.973	31.947	33.496	34.709
Humedad promedio (%)	16.564						



Límite Líquido (%)

32.704

Límite Plástico (%)

16.564

Índice de Plasticidad, I_p

16.14

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

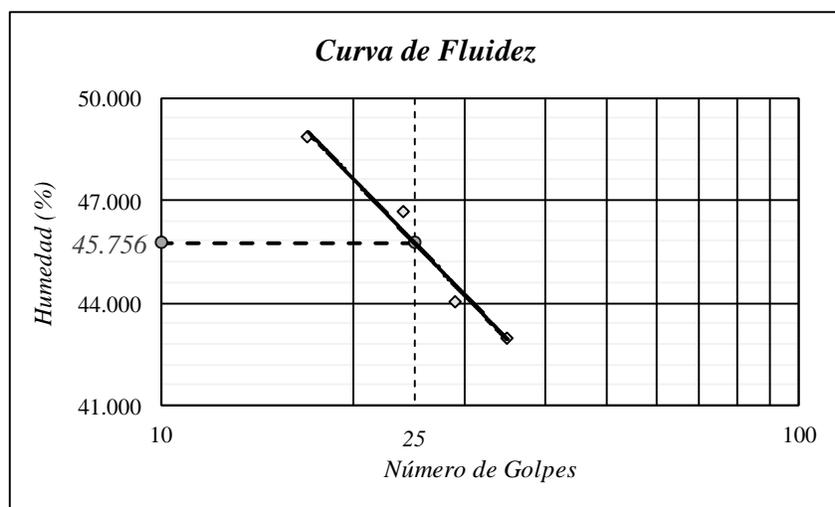
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Grada Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	36
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	B1	B9	M9	35	29	24	17
<i>N° Recipiente</i>	B1	B9	M9	3	5	34	87
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	11.729	11.03	9.993	28.331	27.589	26.519	26.960
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	10.841	10.252	9.201	21.394	21.155	20.089	20.268
<i>Wrecipiente (gr)</i>	6.118	6.151	4.983	5.259	6.544	6.310	6.565
<i>Humedad (%)</i>	18.802	18.971	18.777	42.993	44.035	46.665	48.836
<i>Humedad promedio (%)</i>	18.85						



Límite Líquido (%)

45.756

Límite Plástico (%)

18.85

Índice de Plasticidad, I_p

26.906

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

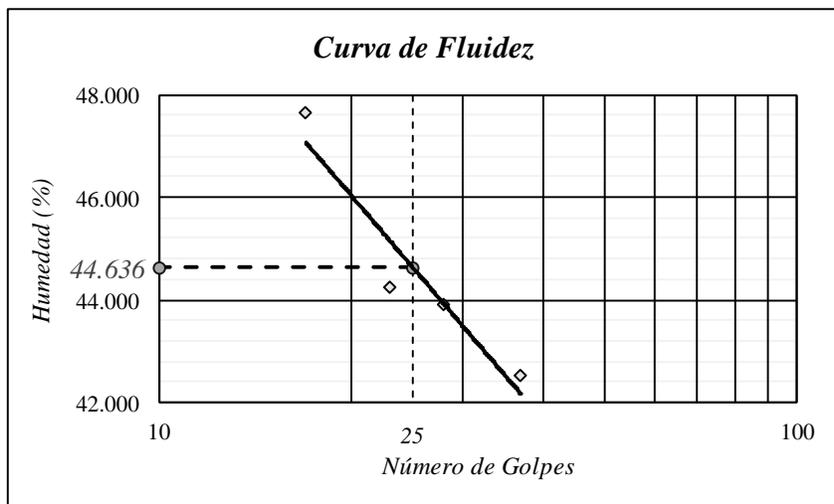
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	37
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	A	B6	B8	B3	DA	J2	S8
N° Recipiente							
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.418	11.725	10.187	28.941	26.489	28.169	28.940
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.591	10.894	9.39	22.205	20.302	21.467	21.620
Wrecipiente (gr)	5.223	6.406	5.054	6.370	6.209	6.314	6.257
Humedad (%)	18.933	18.516	18.381	42.539	43.901	44.229	47.647
Humedad promedio (%)	18.61						



Límite Líquido (%)

44.636

Límite Plástico (%)

18.61

Índice de Plasticidad, I_p

26.026

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-7-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

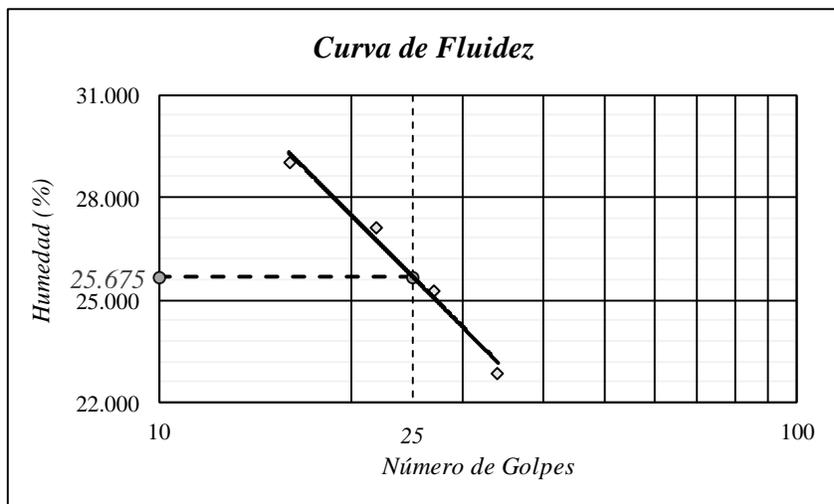
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	38
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	4	47	100	27	28	65	81
Whumedo + Wrecipiente (gr)	15.254	15.597	12.852	31.888	28.331	31.181	31.186
Wseco + Wrecipiente (gr)	14.103	14.391	11.922	27.313	24.070	26.144	25.801
Wrecipiente (gr)	7.278	7.395	6.549	7.286	7.210	7.574	7.233
Humedad (%)	16.864	17.238	17.309	22.844	25.273	27.124	29.002
Humedad promedio (%)	17.137						



Límite Líquido (%)

25.675

Límite Plástico (%)

17.137

Índice de Plasticidad, I_p

8.538

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

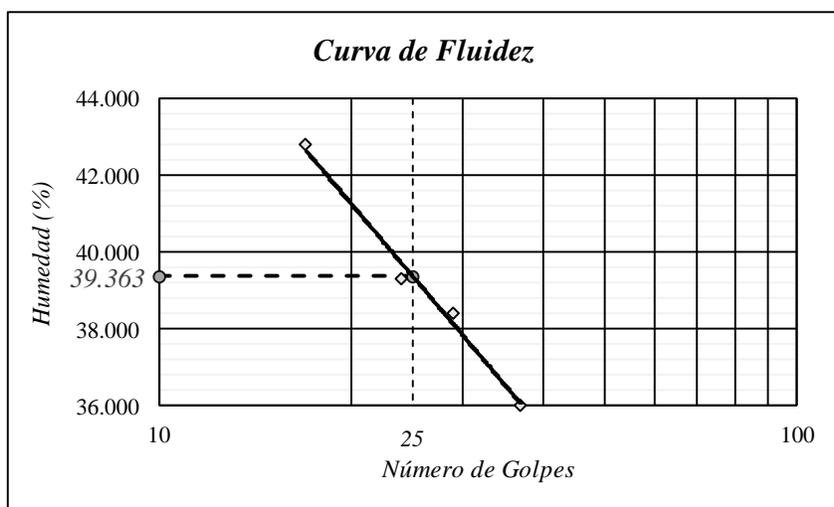
A-4

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°: 39
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	J4	J5	K3	A2	A3	B2	D1
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	10.447	9.916	10.396	26.695	29.324	23.267	26.852
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	9.677	9.195	9.761	20.932	22.943	18.502	20.753
<i>Wrecipiente (gr)</i>	4.889	4.908	5.942	4.932	6.324	6.378	6.492
<i>Humedad (%)</i>	16.082	16.818	16.627	36.019	38.396	39.302	42.767
<i>Humedad promedio (%)</i>	16.509						



Límite Líquido (%)

39.363

Límite Plástico (%)

16.509

Índice de Plasticidad, I_p

22.854

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

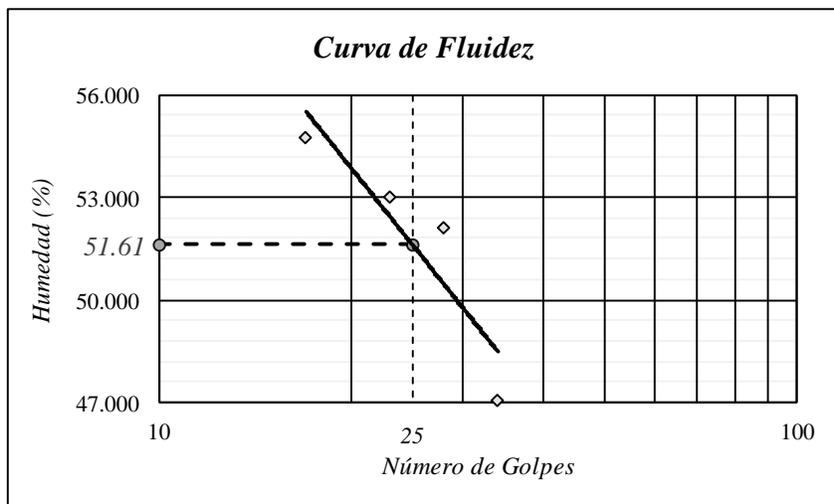
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Grada Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	40
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	58	66	72	16	20	41	52
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.198	11.067	10.933	25.080	25.995	27.269	26.595
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.463	10.204	10.192	18.694	19.288	20.167	19.616
Wrecipiente (gr)	6.101	6.257	6.715	5.130	6.410	6.773	6.867
Humedad (%)	21.862	21.865	21.311	47.081	52.081	53.024	54.742
Humedad promedio (%)	21.679						



Límite Líquido (%)

51.61

Límite Plástico (%)

21.679

Índice de Plasticidad, I_p

29.931

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

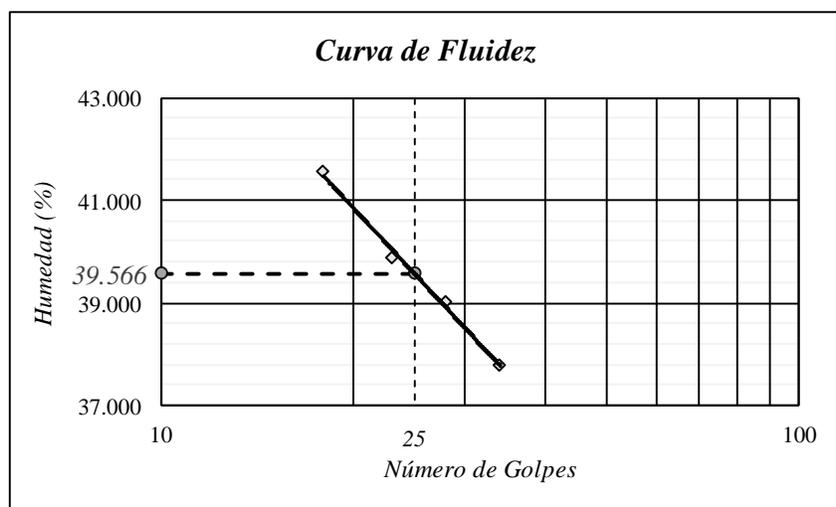
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°: 41
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	B1	B9	M9	34	28	23	18
N° Recipiente	B1	B9	M9	3	5	34	87
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.746	10.552	9.222	26.704	27.306	28.002	26.190
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.067	9.921	8.609	20.824	21.479	21.819	20.429
Wrecipiente (gr)	6.118	6.151	4.983	5.259	6.544	6.310	6.565
Humedad (%)	17.194	16.737	16.906	37.777	39.016	39.867	41.554
Humedad promedio (%)	16.946						



Límite Líquido (%)

39.566

Límite Plástico (%)

16.946

Índice de Plasticidad, I_p

22.62

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

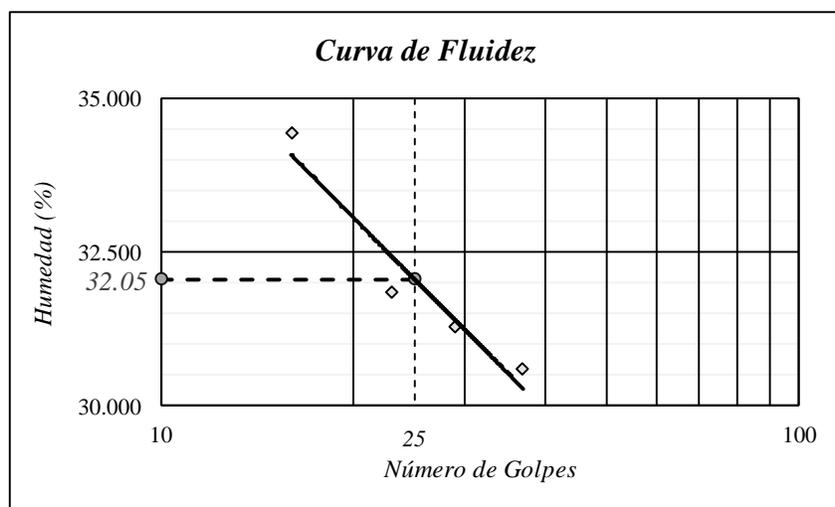
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	42
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	4	47	100	27	28	65	81
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.941	12.768	11.318	32.175	29.173	28.286	29.528
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.365	12.105	10.734	26.345	23.938	23.285	23.817
Wrecipiente (gr)	7.278	7.395	6.549	7.286	7.210	7.574	7.233
Humedad (%)	14.093	14.076	13.955	30.589	31.295	31.831	34.437
Humedad promedio (%)	14.041						



Límite Líquido (%)

32.05

Límite Plástico (%)

14.041

Índice de Plasticidad, I_p

18.009

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

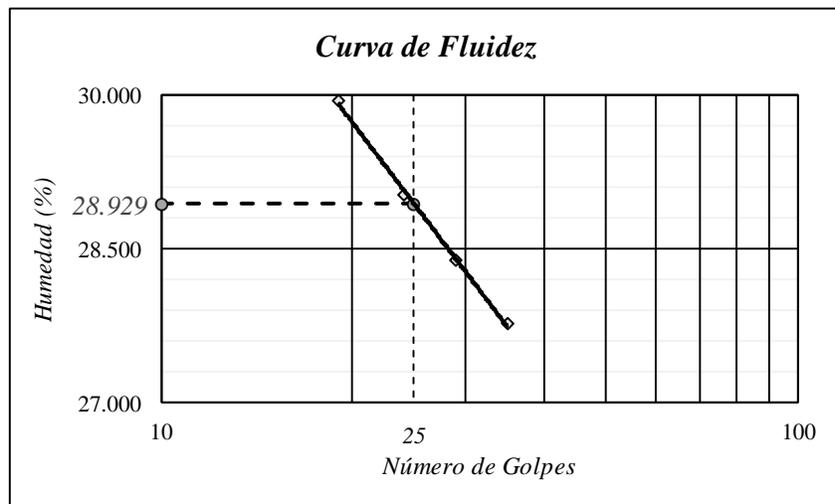
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	43
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J5	K3	S8	B1	B3	B6	J4
Whumedo + Wrecipiente (gr)	9.316	10.251	10.341	30.134	28.936	29.445	28.051
Wseco + Wrecipiente (gr)	8.788	9.717	9.835	24.919	23.944	24.259	22.718
Wrecipiente (gr)	4.91	5.932	6.271	6.138	6.355	6.394	4.904
Humedad (%)	13.615	14.108	14.198	27.767	28.381	29.029	29.937
Humedad promedio (%)	13.974						



Límite Líquido (%)

28.929

Límite Plástico (%)

13.974

Índice de Plasticidad, I_p

14.955

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

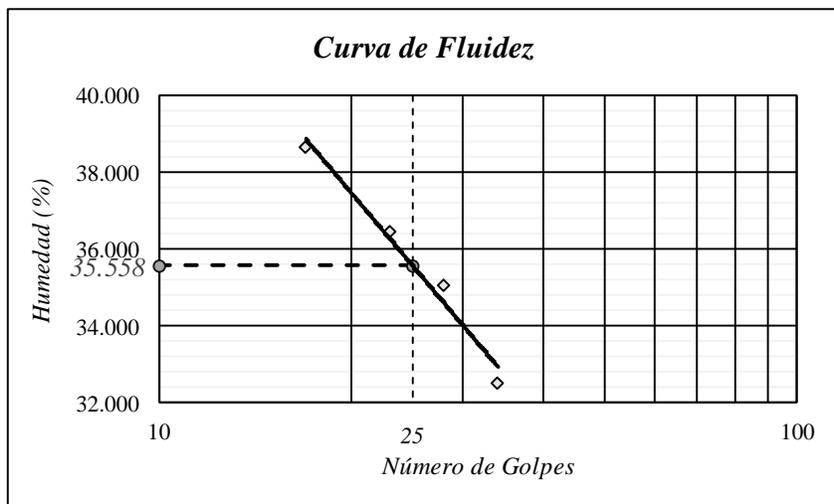
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	44
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	45	58	99	10	12	19	34
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.033	10.306	9.919	31.997	32.798	32.780	34.112
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.565	9.806	9.467	25.418	26.014	25.723	26.365
Wrecipiente (gr)	6.336	6.399	6.46	5.192	6.652	6.369	6.303
Humedad (%)	14.494	14.676	15.032	32.527	35.038	36.463	38.615
Humedad promedio (%)	14.734						



Límite Líquido (%)

35.558

Límite Plástico (%)

14.734

Índice de Plasticidad, I_p

20.824

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

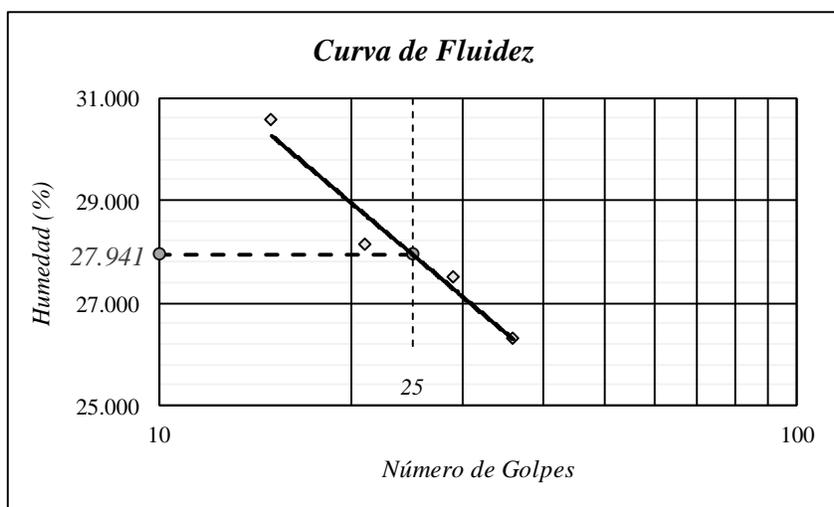
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°: 45
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	4	47	100	A1	A3	B9	D1
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.726	11.788	11.107	33.729	34.948	31.247	33.090
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.263	11.321	10.63	27.734	28.774	25.798	26.867
Wrecipiente (gr)	7.268	7.36	6.548	4.960	6.328	6.445	6.504
Humedad (%)	11.589	11.790	11.685	26.324	27.506	28.156	30.560
Humedad promedio (%)	11.688						



Límite Líquido (%)

27.941

Límite Plástico (%)

11.688

Índice de Plasticidad, I_p

16.253

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. grado Mineducación

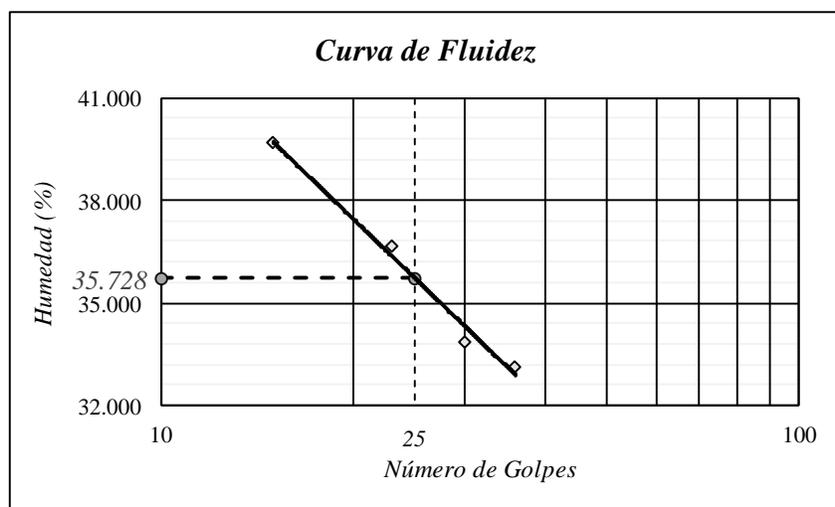
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	46
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	41	69	87	12M	14	20	21
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.709	11.242	11.698	30.650	31.622	28.399	29.839
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.07	10.579	11.027	24.403	24.979	22.501	22.908
Wrecipiente (gr)	6.903	6.107	6.626	5.544	5.359	6.401	5.434
Humedad (%)	15.335	14.826	15.247	33.125	33.858	36.634	39.665
Humedad promedio (%)	15.136						



Límite Líquido (%)

35.728

Límite Plástico (%)

15.136

Índice de Plasticidad, I_p

20.592

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

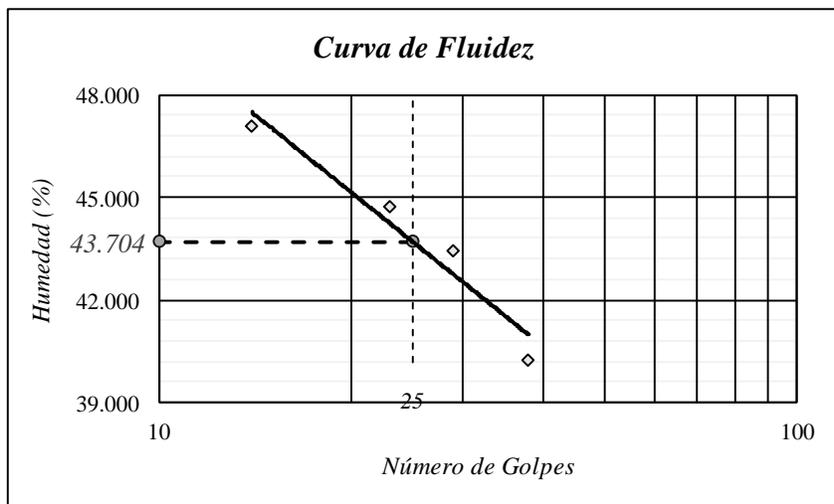
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Grada Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°: 47
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
N° Recipiente	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
Whumedo + Wrecipiente (gr)	9.775	9.594	10.048	29.926	27.386	31.630	29.186
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.071	8.859	9.327	23.215	20.735	23.826	21.468
Wrecipiente (gr)	5.301	4.933	5.491	6.544	5.415	6.371	5.068
Humedad (%)	18.674	18.721	18.796	40.256	43.414	44.709	47.061
Humedad promedio (%)	18.73						



Límite Líquido (%)

43.704

Límite Plástico (%)

18.73

Índice de Plasticidad, I_p

24.974

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

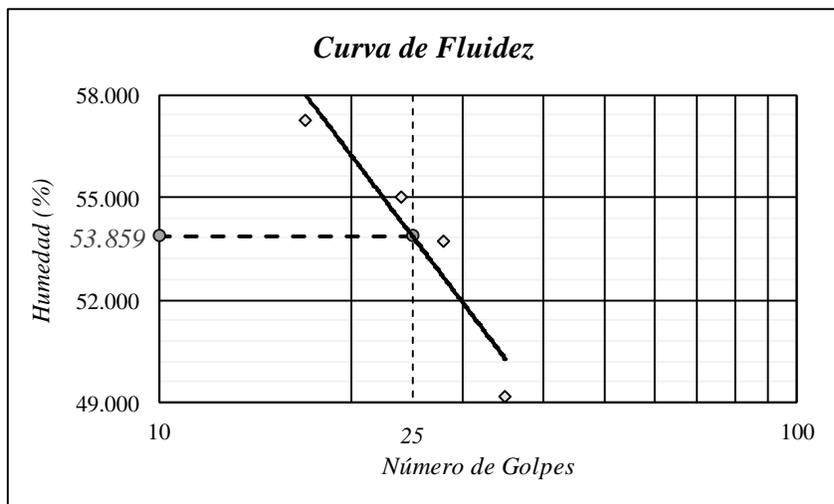
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	48
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J5	K3	S8	B1	B3	B6	J4
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.195	9.657	11.009	25.804	27.542	26.642	25.932
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.194	8.957	10.08	19.323	20.136	19.455	18.275
Wrecipiente (gr)	4.91	5.932	6.271	6.138	6.355	6.394	4.904
Humedad (%)	23.366	23.140	24.390	49.154	53.741	55.026	57.266
Humedad promedio (%)	23.632						



Límite Líquido (%)

53.859

Límite Plástico (%)

23.632

Índice de Plasticidad, I_p

30.227

Clasificación del Suelo

SUCS

CH

AASHTO

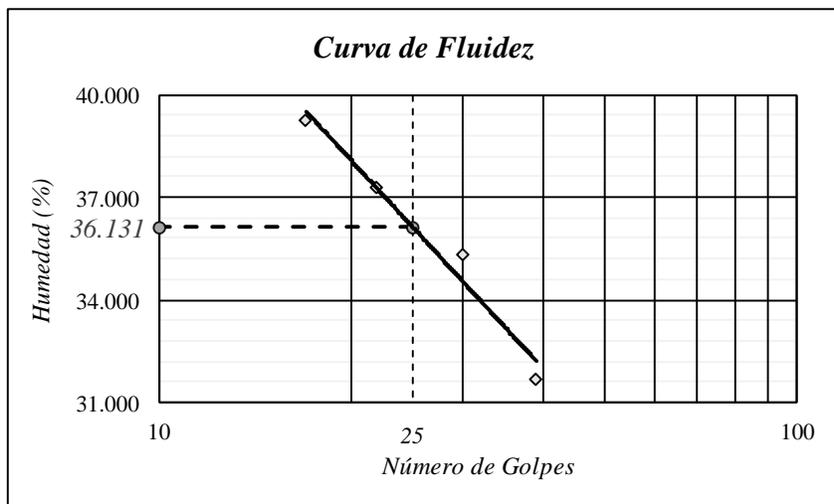
A-7-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°: 49
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
<i>N° Recipiente</i>	45	58	99	10	12	19	34
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	12.083	11.908	11.999	25.836	29.831	28.308	26.312
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	11.358	11.225	11.309	20.873	23.754	22.347	20.675
<i>Wrecipiente (gr)</i>	6.336	6.399	6.46	5.192	6.562	6.369	6.303
<i>Humedad (%)</i>	14.436	14.153	14.230	31.650	35.348	37.308	39.222
<i>Humedad promedio (%)</i>	14.273						



Límite Líquido (%)

36.131

Límite Plástico (%)

14.273

Índice de Plasticidad, I_p

21.858

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

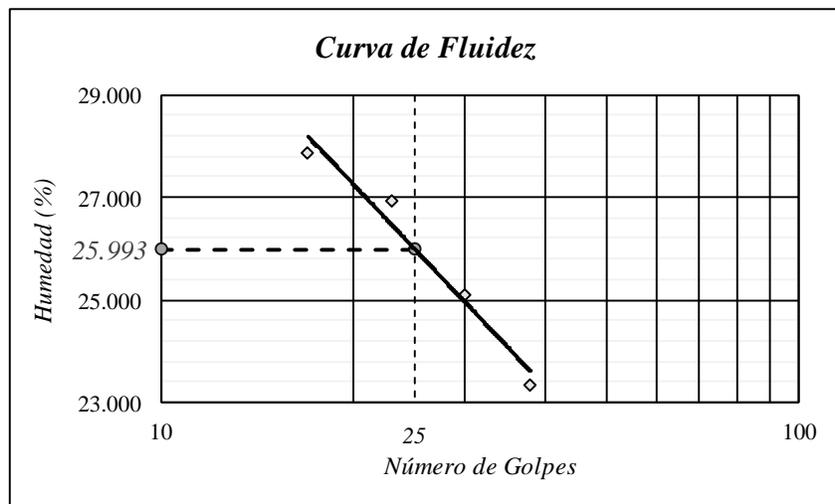
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	50
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	41	69	87	12M	14	20	21
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.902	11.143	11.409	29.198	27.233	28.897	26.607
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.303	10.571	10.856	24.721	22.845	24.127	21.992
Wrecipiente (gr)	6.903	6.107	6.626	5.544	5.359	6.401	5.434
Humedad (%)	13.614	12.814	13.073	23.346	25.094	26.910	27.872
Humedad promedio (%)	13.167						



Límite Líquido (%)

25.993

Límite Plástico (%)

13.167

Índice de Plasticidad, I_p

12.826

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

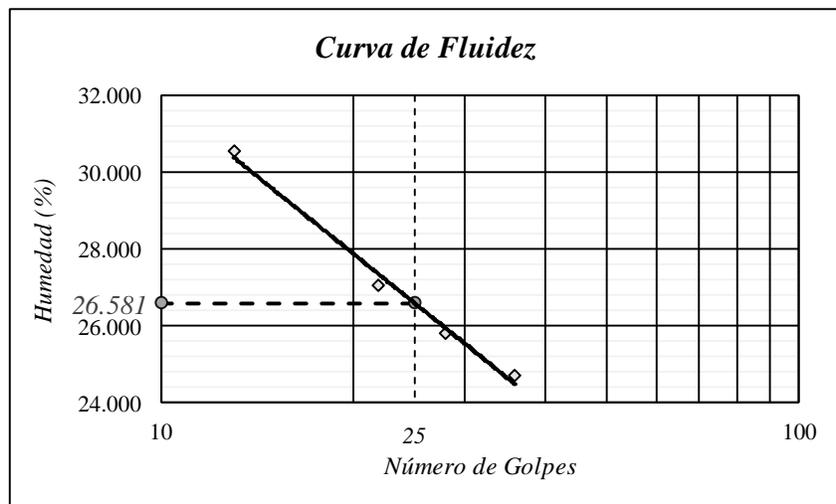
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	51
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
N° Recipiente	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.365	10.731	10.913	30.358	30.694	31.275	29.829
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.764	10.053	10.268	25.641	25.511	25.970	24.038
Wrecipiente (gr)	5.301	4.933	5.491	6.544	5.415	6.371	5.068
Humedad (%)	13.466	13.242	13.502	24.700	25.791	27.068	30.527
Humedad promedio (%)	13.404						



Límite Líquido (%)

26.581

Límite Plástico (%)

13.404

Índice de Plasticidad, I_p

13.177

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

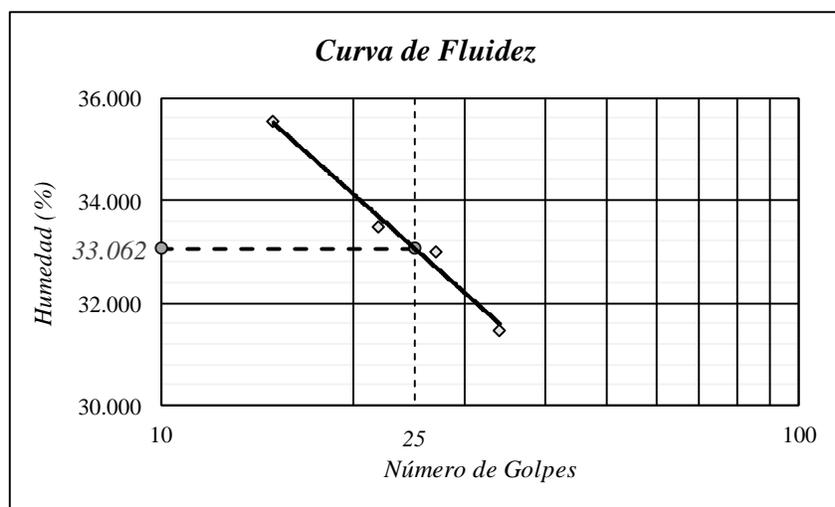
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	52
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	4	47	100	A2	A3	B9	D1
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.524	12.73	12.934	26.450	26.801	30.603	28.256
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.776	11.965	12.041	21.307	21.722	24.542	22.555
Wrecipiente (gr)	7.268	7.36	6.547	4.960	6.328	6.445	6.504
Humedad (%)	16.593	16.612	16.254	31.461	32.993	33.492	35.518
Humedad promedio (%)	16.486						



Límite Líquido (%)

33.062

Límite Plástico (%)

16.486

Índice de Plasticidad, I_p

16.576

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vanguardia en la Educación

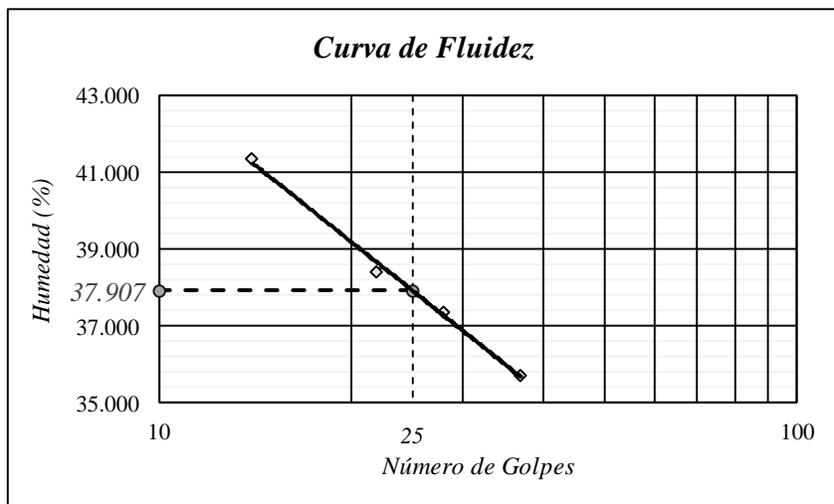
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	53
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	45	58	99	10	12	34	19
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.459	11.065	11.198	27.322	29.709	26.371	30.581
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.647	10.329	10.456	21.500	23.414	20.803	23.500
Wrecipiente (gr)	6.336	6.399	6.46	5.192	6.562	6.303	6.369
Humedad (%)	18.836	18.728	18.569	35.700	37.355	38.400	41.334
Humedad promedio (%)	18.711						



Límite Líquido (%)

37.907

Límite Plástico (%)

18.711

Índice de Plasticidad, I_p

19.196

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

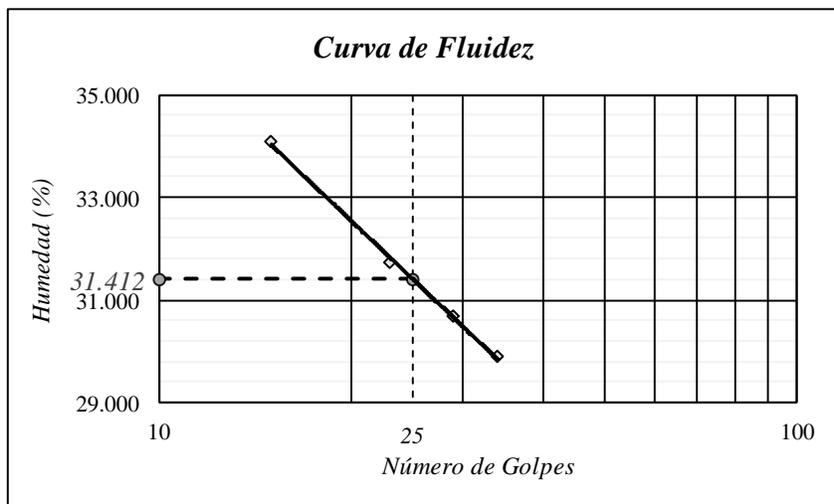
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°: 54
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	J5	K3	S8	B1	B3	B6	J4
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	10.073	11.169	11.569	28.534	29.488	25.661	23.779
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	9.299	10.384	10.769	23.380	24.058	21.022	18.982
<i>Wrecipiente (gr)</i>	4.91	5.932	6.271	6.138	6.355	6.394	4.904
<i>Humedad (%)</i>	17.635	17.633	17.786	29.892	30.673	31.713	34.074
<i>Humedad promedio (%)</i>	17.684						



Límite Líquido (%)

31.412

Límite Plástico (%)

17.684

Índice de Plasticidad, I_p

13.728

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

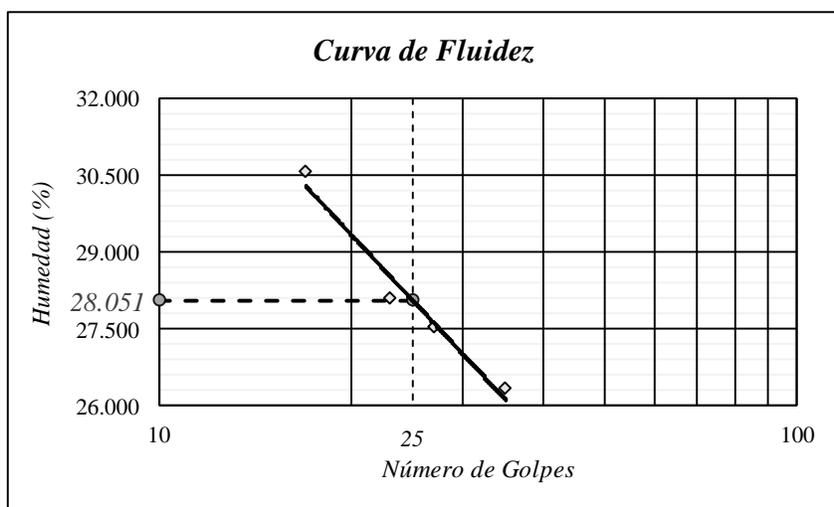
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°: 55
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°: 1

<i>N° de golpes</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO</i>			<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>			
	45	58	99	35	27	23	17
<i>N° Recipiente</i>	45	58	99	10	12	19	34
<i>Whumedo + Wrecipiente (gr)</i>	11.598	11.243	11.544	28.598	29.363	30.855	27.694
<i>Wseco + Wrecipiente (gr)</i>	10.995	10.672	10.952	23.717	24.442	25.471	22.702
<i>Wrecipiente (gr)</i>	6.336	6.399	6.46	5.192	6.562	6.303	6.369
<i>Humedad (%)</i>	12.943	13.363	13.179	26.348	27.522	28.088	30.564
<i>Humedad promedio (%)</i>	13.162						



Límite Líquido (%)

28.051

Límite Plástico (%)

13.162

Índice de Plasticidad, I_p

14.889

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

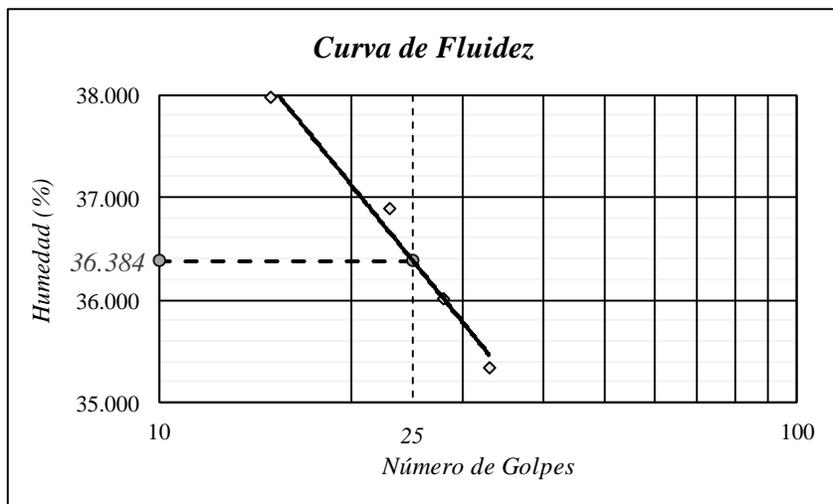
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Grada Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	56
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	41	69	87	12M	14	20	21
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.031	11.365	11.409	27.216	26.104	27.602	25.478
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.248	10.559	10.668	21.557	20.612	21.889	19.961
Wrecipiente (gr)	6.903	6.107	6.626	5.544	5.359	6.401	5.434
Humedad (%)	18.021	18.104	18.333	35.340	36.006	36.887	37.978
Humedad promedio (%)	18.152						



Límite Líquido (%)

36.384

Límite Plástico (%)

18.152

Índice de Plasticidad, I_p

18.232

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

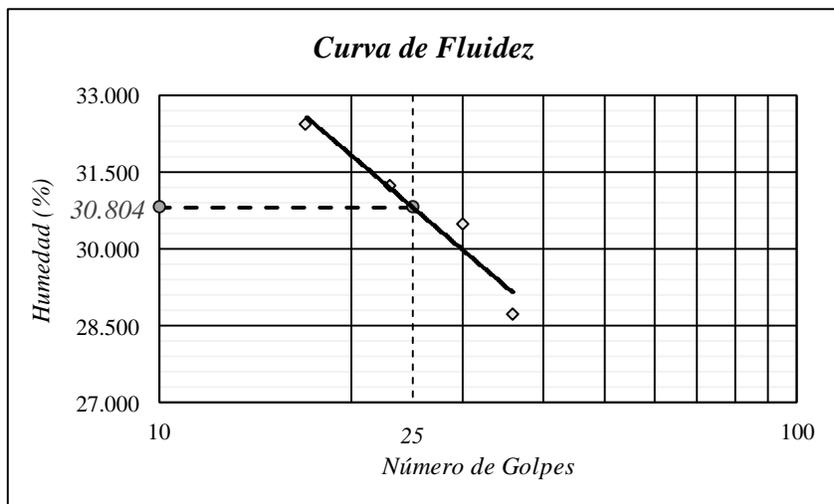
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	57
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	4	47	100	A2	A3	B9	D1
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.639	12.562	12.142	28.159	28.756	28.365	28.237
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.95	11.895	11.43	22.981	23.516	23.151	22.915
Wrecipiente (gr)	7.268	7.36	6.547	4.960	6.328	6.445	6.504
Humedad (%)	14.716	14.708	14.581	28.733	30.486	31.210	32.429
Humedad promedio (%)	14.668						



Límite Líquido (%)

30.804

Límite Plástico (%)

14.668

Índice de Plasticidad, I_p

16.136

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

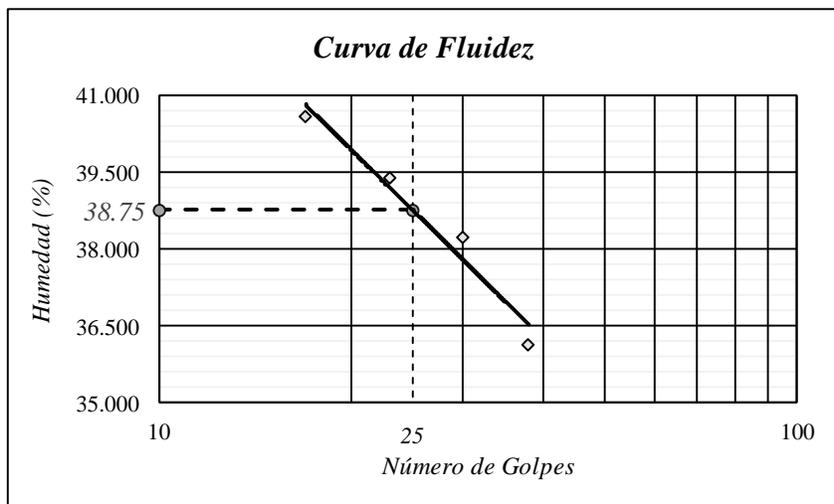
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	58
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
N° Recipiente	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.106	9.474	10.136	33.949	31.156	33.022	31.910
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.318	8.741	9.366	26.674	24.036	25.494	24.165
Wrecipiente (gr)	5.301	4.933	5.491	6.544	5.415	6.371	5.068
Humedad (%)	19.617	19.249	19.871	36.140	38.236	39.366	40.556
Humedad promedio (%)	19.579						



Límite Líquido (%)

38.75

Límite Plástico (%)

19.579

Índice de Plasticidad, I_p

19.171

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

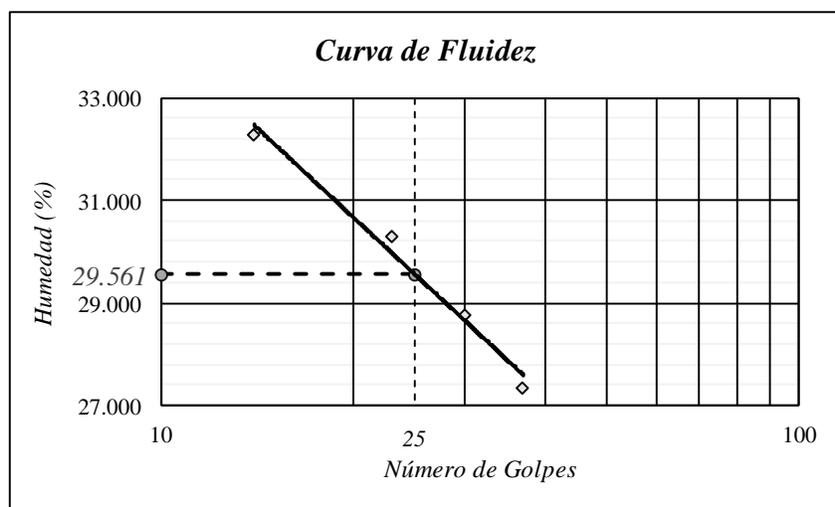
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	59
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	4	47	100	A2	A3	B9	D1
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.756	11.538	11.08	26.344	30.961	29.484	30.501
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.133	10.956	10.456	21.752	25.457	24.129	24.644
Wrecipiente (gr)	7.268	7.36	6.547	4.960	6.328	6.445	6.504
Humedad (%)	16.119	16.185	15.963	27.346	28.773	30.282	32.288
Humedad promedio (%)	16.089						



Límite Líquido (%)

29.561

Límite Plástico (%)

16.089

Índice de Plasticidad, I_p

13.472

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

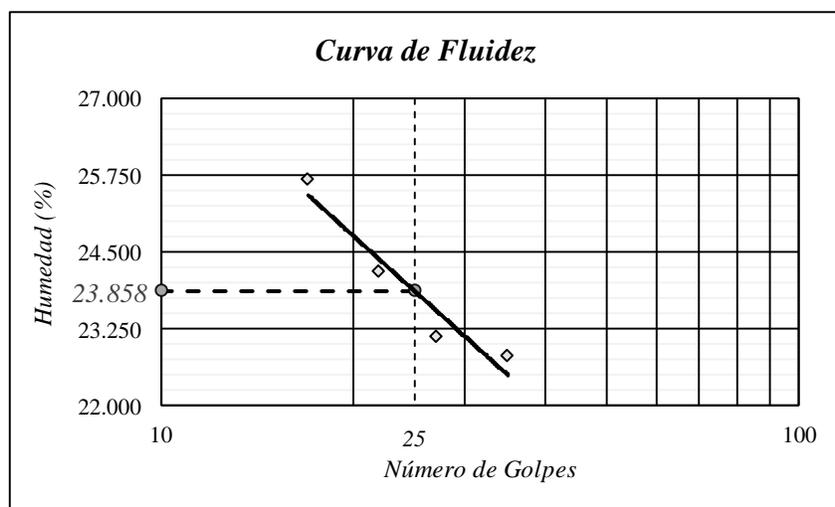
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	60
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	45	58	99	10	12	19	34
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.146	11.309	11.426	28.675	32.033	32.229	29.566
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.562	10.729	10.816	24.311	27.247	27.193	24.811
Wrecipiente (gr)	6.336	6.399	6.46	5.192	6.562	6.369	6.303
Humedad (%)	13.819	13.395	14.004	22.825	23.138	24.184	25.692
Humedad promedio (%)	13.739						



Límite Líquido (%)

23.858

Límite Plástico (%)

13.739

Índice de Plasticidad, I_p

10.119

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

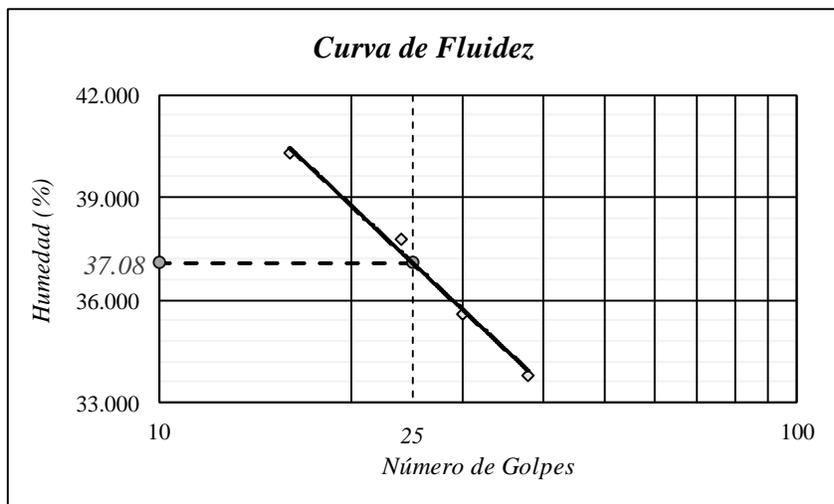
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	61
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J5	K3	S8	B1	B3	B6	J4
N° Recipiente	J5	K3	S8	B1	B3	B6	J4
Whumedo + Wrecipiente (gr)	9.014	10.183	10.821	26.494	28.982	26.554	24.418
Wseco + Wrecipiente (gr)	8.419	9.54	10.165	21.350	23.043	21.025	18.816
Wrecipiente (gr)	4.91	5.932	6.271	6.138	6.355	6.394	4.904
Humedad (%)	16.956	17.822	16.846	33.815	35.588	37.790	40.267
Humedad promedio (%)	17.208						



Límite Líquido (%)

37.08

Límite Plástico (%)

17.208

Índice de Plasticidad, I_p

19.872

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

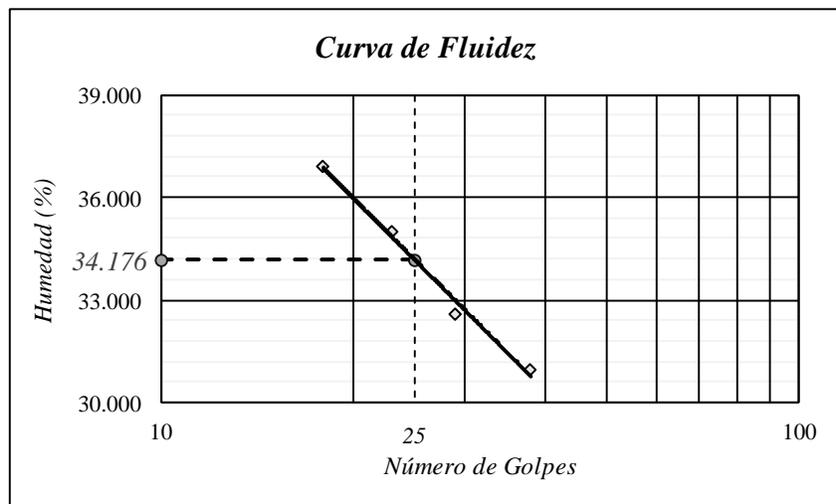
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	62
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
N° Recipiente	41	69	87	12M	14	20	21
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.336	11.114	11.139	28.005	29.141	29.371	29.818
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.597	10.442	10.545	22.695	23.294	23.416	23.248
Wrecipiente (gr)	6.903	6.107	6.626	5.544	5.359	6.401	5.434
Humedad (%)	15.744	15.502	15.157	30.960	32.601	34.999	36.881
Humedad promedio (%)	15.467						



Límite Líquido (%)

34.176

Límite Plástico (%)

15.467

Índice de Plasticidad, I_p

18.709

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

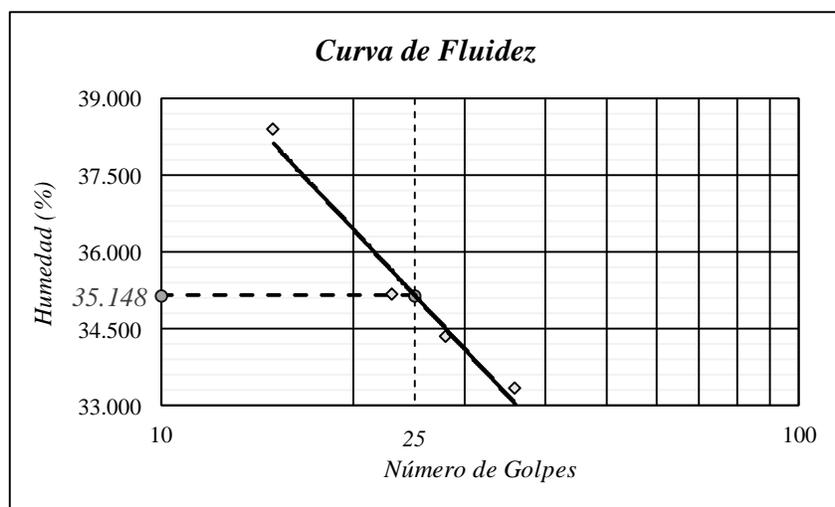
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	63
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	41	69	87	12M	14	20	21
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.756	11.35	11.941	31.078	29.594	30.857	25.021
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.848	10.530	11.118	24.693	23.396	24.493	19.588
Wrecipiente (gr)	6.903	6.107	6.626	5.544	5.359	6.401	5.434
Humedad (%)	18.362	18.539	18.321	33.344	34.363	35.176	38.385
Humedad promedio (%)	18.408						



Límite Líquido (%)

35.148

Límite Plástico (%)

18.408

Índice de Plasticidad, I_p

16.74

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
V. grado M. educación

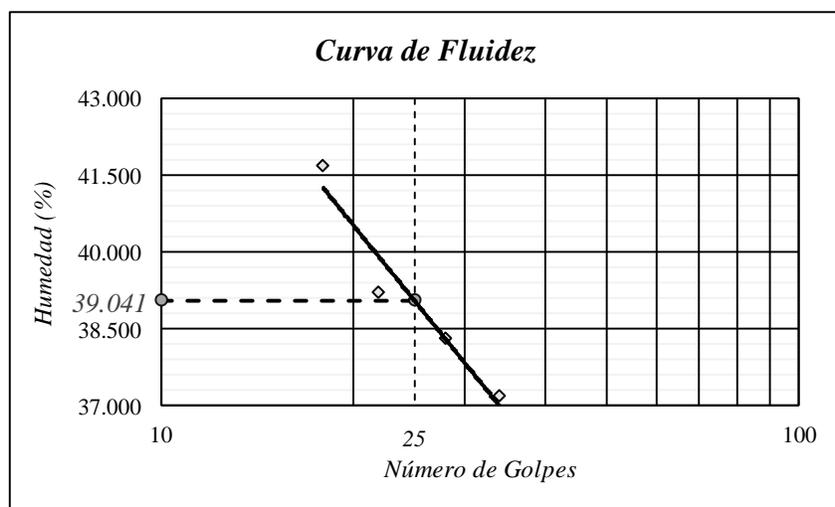
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	64
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
N° Recipiente	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.126	9.711	9.938	28.728	28.408	27.069	23.954
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.428	9.016	9.292	22.714	22.041	21.238	18.397
Wrecipiente (gr)	5.301	4.933	5.491	6.544	5.415	6.371	5.068
Humedad (%)	16.913	17.022	16.996	37.192	38.295	39.221	41.691
Humedad promedio (%)	16.977						



Límite Líquido (%)

39.041

Límite Plástico (%)

16.977

Índice de Plasticidad, I_p

22.064

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

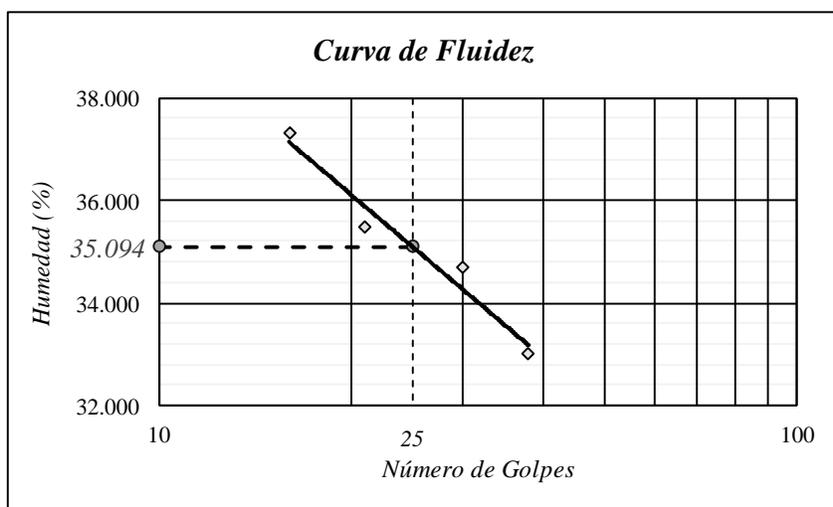
A-6

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°: 65
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°: 1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J3	K8	M9	A	A1	B5	J2
N° Recipiente	J3	K8	M9	A	A1	B5	J2
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.174	10.437	10.407	26.291	27.071	27.908	31.465
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.469	9.687	9.619	21.063	21.844	22.007	24.643
Wrecipiente (gr)	6.234	5.331	4.982	5.219	6.772	5.383	6.350
Humedad (%)	16.647	17.218	16.994	32.997	34.680	35.497	37.293
Humedad promedio (%)	16.953						



Límite Líquido (%)

35.094

Límite Plástico (%)

16.953

Índice de Plasticidad, Ip

18.141

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

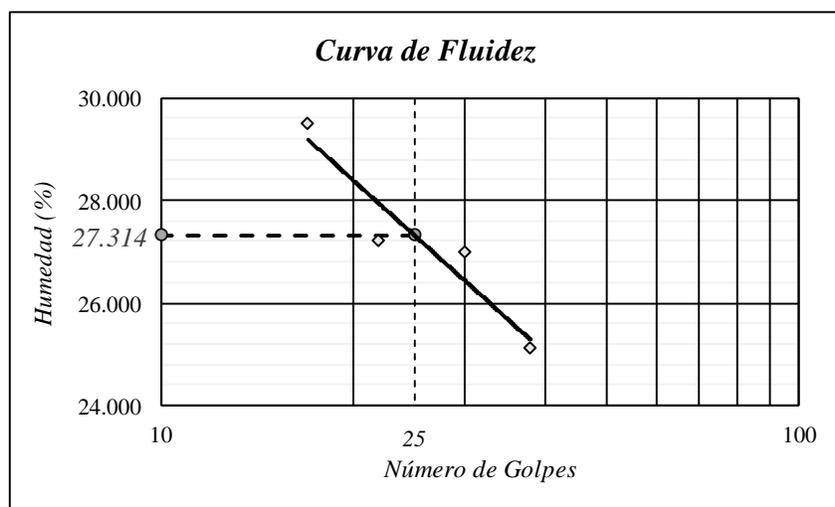
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	66
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
N° Recipiente	M3	M5	P5	0A	A5	B2	B8
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.753	10.598	11.074	32.397	32.276	32.300	31.199
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.139	9.966	10.459	27.207	26.568	26.752	25.245
Wrecipiente (gr)	5.301	4.933	5.491	6.544	5.415	6.371	5.068
Humedad (%)	12.691	12.557	12.379	25.117	26.984	27.221	29.509
Humedad promedio (%)	12.543						



Límite Líquido (%)

27.314

Límite Plástico (%)

12.543

Índice de Plasticidad, I_p

14.771

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

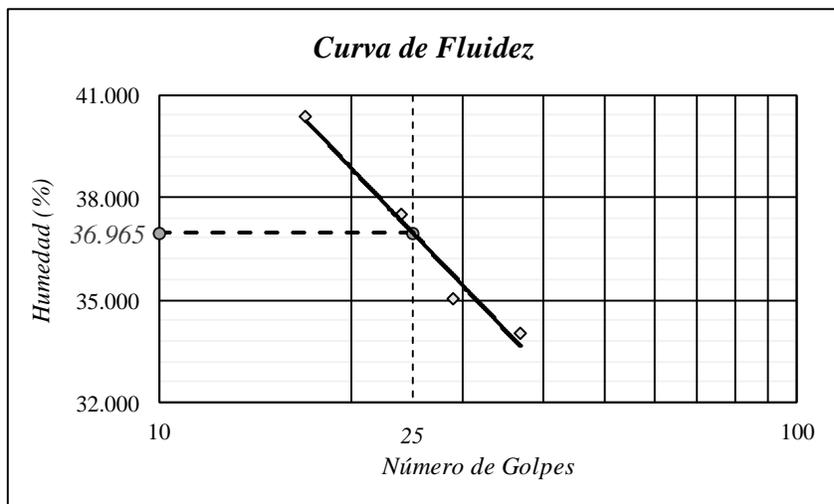
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	67
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J3	K8	M9	A	A1	B5	J2
N° Recipiente	J3	K8	M9	A	A1	B5	J2
Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.766	9.681	9.353	29.656	28.994	29.415	25.103
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.203	9.14	8.815	23.451	23.232	22.863	19.710
Wrecipiente (gr)	6.234	5.331	4.983	5.219	6.772	5.383	6.350
Humedad (%)	14.185	14.203	14.040	34.034	35.006	37.483	40.367
Humedad promedio (%)	14.143						



Límite Líquido (%)

36.965

Límite Plástico (%)

14.143

Índice de Plasticidad, I_p

22.822

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

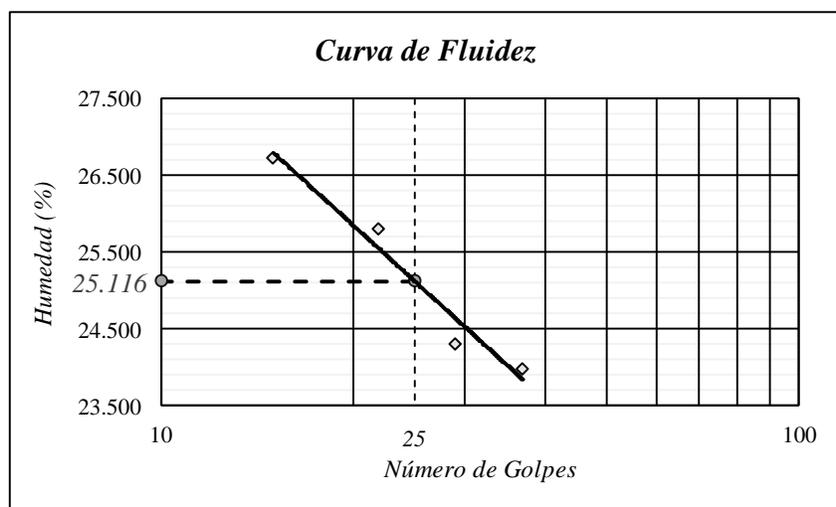
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	68
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	J5	K3	S8	B1	B3	B6	J4
N° Recipiente	J5	K3	S8	B1	B3	B6	J4
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.451	11.865	11.884	32.763	31.332	30.507	30.469
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.648	11.133	11.19	27.616	26.450	25.561	25.078
Wrecipiente (gr)	4.91	5.932	6.271	6.138	6.355	6.394	4.904
Humedad (%)	13.994	14.074	14.109	23.964	24.295	25.805	26.723
Humedad promedio (%)	14.059						



Límite Líquido (%)

25.116

Límite Plástico (%)

14.059

Índice de Plasticidad, I_p

11.057

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

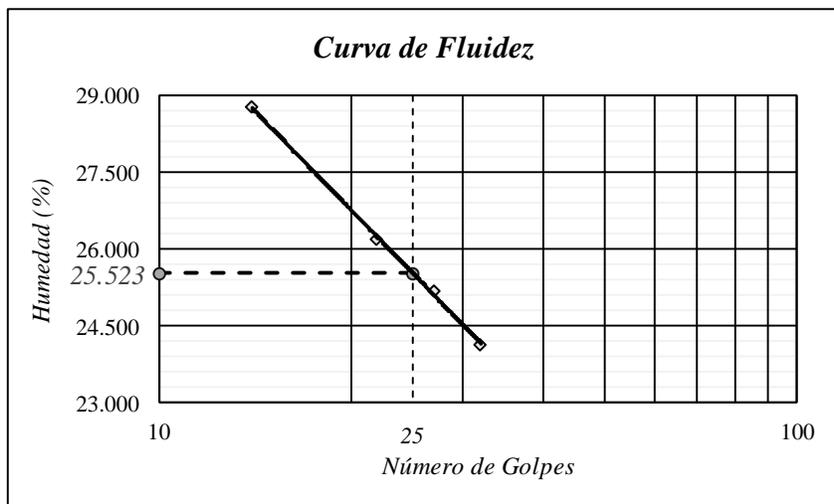
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	69
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	45	58	99	10	12	19	34
Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.521	12.063	11.836	28.162	30.572	28.171	28.447
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.862	11.373	11.155	23.699	25.741	23.635	23.518
Wrecipiente (gr)	6.336	6.399	6.46	5.192	6.562	6.303	6.369
Humedad (%)	14.560	13.872	14.505	24.115	25.189	26.171	28.742
Humedad promedio (%)	14.312						



Límite Líquido (%)

25.523

Límite Plástico (%)

14.312

Índice de Plasticidad, I_p

11.211

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

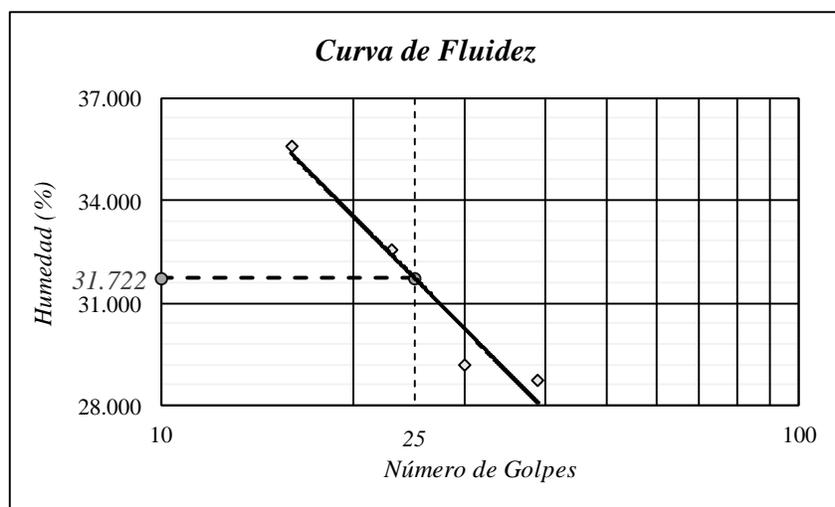
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 125 & 126 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	70
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° de golpes	LÍMITE PLÁSTICO			LÍMITE LÍQUIDO			
	4	47	100	A2	A3	B9	D1
Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.811	13.084	12.663	29.384	30.387	28.484	31.269
Wseco + Wrecipiente (gr)	12.109	12.346	11.885	23.929	24.950	23.071	24.770
Wrecipiente (gr)	7.268	7.36	6.547	4.960	6.328	6.445	6.504
Humedad (%)	14.501	14.801	14.575	28.757	29.197	32.557	35.580
Humedad promedio (%)	14.626						



Límite Líquido (%)

31.722

Límite Plástico (%)

14.626

Índice de Plasticidad, I_p

17.096

Clasificación del Suelo

SUCS

CL

AASHTO

A-6

Límite de contracción, LC (%).

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
	LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	1
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.956
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	39.713
Peso del mercurio desalojado (gr)	127.072
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	237.538
Humedad de la muestra (%)	43.017
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.002
Volumen muestra seca (cm³)	9.371

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.412	2.045	70.767	16.337

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mineducac. or</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	2
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	45.932
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	39.332
Peso del mercurio desalojado (gr)	134.963
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	224.17
Humedad de la muestra (%)	32.154
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.145
Volumen muestra seca (cm³)	9.953

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
6.859	2.062	52.158	13.057

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	3
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.216
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.811
Peso del mercurio desalojado (gr)	135.862
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	240.635
Humedad de la muestra (%)	34.878
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.302
Volumen muestra seca (cm³)	10.019

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
5.284	2.119	62.71	14.979

OBSERVACIONES	
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) =	13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) =	1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	4
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.373
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	46.069
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	38.326
Peso del mercurio desalojado (gr)	122.125
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	234.104
Humedad de la muestra (%)	40.854
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.836
Volumen muestra seca (cm³)	9.006

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
4.817	2.104	75.822	17.147

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	5
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	43.999
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	36.007
Peso del mercurio desalojado (gr)	103.1
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	221.463
Humedad de la muestra (%)	46.462
Volumen muestra húmeda (cm³)	14.945
Volumen muestra seca (cm³)	7.603

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
3.778	2.262	96.551	20.168

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	6
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.505
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	38.787
Peso del mercurio desalojado (gr)	126.661
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	239.779
Humedad de la muestra (%)	45.39
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.239
Volumen muestra seca (cm³)	9.341

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.476	2.056	73.839	16.833

OBSERVACIONES	
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) =	13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) =	1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Científico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	7
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.373
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.154
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	39.049
Peso del mercurio desalojado (gr)	126.269
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	232.269
Humedad de la muestra (%)	41.192
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.7
Volumen muestra seca (cm³)	9.312

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.726	2.113	68.601	15.981

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56 Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. grado Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	8
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.999
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.434
Peso del mercurio desalojado (gr)	132.107
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	241.833
Humedad de la muestra (%)	43.077
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.319
Volumen muestra seca (cm³)	9.742

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.998	2.041	67.514	15.799

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56 Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. i. a d. a M. i. n. e. d. u. c. a. c. i. ó. n</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	9
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.152
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.225
Peso del mercurio desalojado (gr)	127.742
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	242.156
Humedad de la muestra (%)	40.292
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.343
Volumen muestra seca (cm³)	9.421

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
5.109	2.088	73.462	16.773

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	10
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.399
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.844
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.03
Peso del mercurio desalojado (gr)	128.057
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	239.004
Humedad de la muestra (%)	39.804
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.121
Volumen muestra seca (cm³)	9.444

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
5.791	2.079	70.713	16.328

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56 Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	11
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	43.494
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	34.752
Peso del mercurio desalojado (gr)	102.641
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	223.863
Humedad de la muestra (%)	54.823
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.122
Volumen muestra seca (cm³)	7.569

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.457	2.107	99.8	20.603

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. de la Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	12
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.801
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.706
Peso del mercurio desalojado (gr)	140.846
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	238.112
Humedad de la muestra (%)	33.538
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.044
Volumen muestra seca (cm³)	10.387

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
6.797	2.037	54.471	13.493

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	13
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.373
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	46.302
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	37.493
Peso del mercurio desalojado (gr)	114.36
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	234.064
Humedad de la muestra (%)	48.615
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.833
Volumen muestra seca (cm³)	8.434

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.782	2.148	87.709	18.934

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	14
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.339
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.609
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	39.058
Peso del mercurio desalojado (gr)	119.752
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	237.922
Humedad de la muestra (%)	45.681
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.046
Volumen muestra seca (cm³)	8.831

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.137	2.12	81.713	18.052

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	15
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	7
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.687
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.161
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	39.118
Peso del mercurio desalojado (gr)	117.897
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	243.031
Humedad de la muestra (%)	49.064
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.397
Volumen muestra seca (cm³)	8.694

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.27	2.12	88.603	19.062

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	16
PROFUNDIDAD (cm):	60	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.768
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.278
Peso del mercurio desalojado (gr)	144.188
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	236.909
Humedad de la muestra (%)	36.136
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.956
Volumen muestra seca (cm³)	10.633

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
10.455	1.949	50.052	12.652

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	17
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	1
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.18
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.161
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.084
Peso del mercurio desalojado (gr)	152.409
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	241.069
Humedad de la muestra (%)	38.639
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.29
Volumen muestra seca (cm³)	11.24

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
14.481	1.86	44.934	11.636

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. M. E. D. C. A. C. I. O. N.</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	18
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	44.003
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	35.493
Peso del mercurio desalojado (gr)	110.198
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	222.425
Humedad de la muestra (%)	50.998
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.016
Volumen muestra seca (cm³)	8.127

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.714	2.053	84.756	18.504

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. de la Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	19
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.576
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	38.913
Peso del mercurio desalojado (gr)	126.408
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	241.166
Humedad de la muestra (%)	44.809
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.341
Volumen muestra seca (cm³)	9.322

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.503	2.074	75.299	17.065

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	20
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.373
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	46.235
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	37.497
Peso del mercurio desalojado (gr)	119.409
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	234.244
Humedad de la muestra (%)	48.212
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.846
Volumen muestra seca (cm³)	8.806

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.368	2.058	79.941	17.784

OBSERVACIONES	
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) =	13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) =	1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. de la Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	21
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.364
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.912
Peso del mercurio desalojado (gr)	138.863
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	240.982
Humedad de la muestra (%)	41.511
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.256
Volumen muestra seca (cm³)	10.241

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
11.969	1.988	58.729	14.274

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	22
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.399
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.413
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.024
Peso del mercurio desalojado (gr)	141.599
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	238.467
Humedad de la muestra (%)	35.825
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.082
Volumen muestra seca (cm³)	10.442

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.48	1.975	54.006	13.406

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. da Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	23
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	45.181
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	37.269
Peso del mercurio desalojado (gr)	125.979
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	223.052
Humedad de la muestra (%)	42.853
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.062
Volumen muestra seca (cm³)	9.29

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
11.59	1.987	62.12	14.876

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	24
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.761
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.04
Peso del mercurio desalojado (gr)	143.209
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	239.462
Humedad de la muestra (%)	35.979
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.215
Volumen muestra seca (cm³)	10.561

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.632	2.032	53.537	13.318

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	25
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.373
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.849
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	42.192
Peso del mercurio desalojado (gr)	149.611
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	233.269
Humedad de la muestra (%)	29.173
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.774
Volumen muestra seca (cm³)	11.033

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.396	2.068	42.967	11.232

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. da Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	26
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.908
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	42.395
Peso del mercurio desalojado (gr)	150.293
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	242.273
Humedad de la muestra (%)	34.394
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.351
Volumen muestra seca (cm³)	11.084

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
10.282	1.971	47.525	12.156

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. M. E. D. C. A. C. I. O. N.</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	27
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.399
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.368
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.791
Peso del mercurio desalojado (gr)	161.262
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	238.654
Humedad de la muestra (%)	28.116
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.096
Volumen muestra seca (cm³)	11.892

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
10.144	1.967	35.351	9.598

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	28
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.81
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.172
Peso del mercurio desalojado (gr)	139.738
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	238.738
Humedad de la muestra (%)	37.04
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.09
Volumen muestra seca (cm³)	10.305

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.986	2.001	56.136	13.802

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	29
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	46.42
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	39.855
Peso del mercurio desalojado (gr)	142.571
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	223.721
Humedad de la muestra (%)	31.189
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.112
Volumen muestra seca (cm³)	10.514

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.345	2.002	43.732	11.39

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	30
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	51.231
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	45.219
Peso del mercurio desalojado (gr)	185.513
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	241.462
Humedad de la muestra (%)	23.449
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.363
Volumen muestra seca (cm³)	13.681

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
12.988	1.874	19.604	5.793

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	31
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.373
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.154
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	39.022
Peso del mercurio desalojado (gr)	136.086
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	233.874
Humedad de la muestra (%)	41.386
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.819
Volumen muestra seca (cm³)	10.036

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
11.954	1.958	57.628	14.074

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	32
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.003
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.744
Peso del mercurio desalojado (gr)	136.661
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	242.088
Humedad de la muestra (%)	40.9
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.338
Volumen muestra seca (cm³)	10.078

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.899	2.004	62.126	14.877

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. da Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	33
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.339
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.17
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.207
Peso del mercurio desalojado (gr)	150.738
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	237.378
Humedad de la muestra (%)	30.449
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.006
Volumen muestra seca (cm³)	11.116

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.065	2.057	43.987	11.442

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	34
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.516
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.035
Peso del mercurio desalojado (gr)	150.103
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	237.662
Humedad de la muestra (%)	27.598
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.011
Volumen muestra seca (cm³)	11.07

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
6.558	2.121	44.626	11.573

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	35
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	46.905
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.674
Peso del mercurio desalojado (gr)	146.457
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	223.452
Humedad de la muestra (%)	28.494
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.092
Volumen muestra seca (cm³)	10.801

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.872	2.025	39.735	10.553

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	36
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.641
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.523
Peso del mercurio desalojado (gr)	139.722
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	241.032
Humedad de la muestra (%)	38.762
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.331
Volumen muestra seca (cm³)	10.304

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.984	2.033	58.506	14.233

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. da Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	37
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.373
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.435
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.337
Peso del mercurio desalojado (gr)	146.773
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	233.933
Humedad de la muestra (%)	32.317
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.823
Volumen muestra seca (cm³)	10.824

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.557	2.029	46.18	11.888

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	38
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	51.635
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	45.093
Peso del mercurio desalojado (gr)	183.987
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	242.147
Humedad de la muestra (%)	26.656
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.342
Volumen muestra seca (cm³)	13.568

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
15.353	1.809	20.447	6.013

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	39
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.339
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.942
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	42.886
Peso del mercurio desalojado (gr)	145.381
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	238.404
Humedad de la muestra (%)	31.295
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.081
Volumen muestra seca (cm³)	10.721

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.522	2.103	49.995	12.641

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	40
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.128
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	40.161
Peso del mercurio desalojado (gr)	133.906
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	236.924
Humedad de la muestra (%)	40.627
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.957
Volumen muestra seca (cm³)	9.875

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.612	1.986	61.596	14.784

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	41
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	46.366
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	39.453
Peso del mercurio desalojado (gr)	136.327
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	224.418
Humedad de la muestra (%)	33.482
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.163
Volumen muestra seca (cm³)	10.054

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.737	2.054	50.826	12.802

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	42
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	51.081
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.545
Peso del mercurio desalojado (gr)	161.722
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	239.173
Humedad de la muestra (%)	26.181
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.194
Volumen muestra seca (cm³)	11.926

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.085	2.093	35.782	9.693

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	43
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.017
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.121
Peso del mercurio desalojado (gr)	149.557
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	223.758
Humedad de la muestra (%)	26.422
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.114
Volumen muestra seca (cm³)	11.029

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.116	2.023	37.033	9.969

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	44
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.252
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.428
Peso del mercurio desalojado (gr)	153.035
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	240.725
Humedad de la muestra (%)	28.615
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.309
Volumen muestra seca (cm³)	11.286

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.552	2.113	44.506	11.549

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	45
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.259
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.333
Peso del mercurio desalojado (gr)	161.83
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	234.679
Humedad de la muestra (%)	23.215
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.92
Volumen muestra seca (cm³)	11.934

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.6	2.139	33.4	9.159

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
	LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	46
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	51.302
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.485
Peso del mercurio desalojado (gr)	153.164
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	242.325
Humedad de la muestra (%)	28.482
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.355
Volumen muestra seca (cm³)	11.295

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.341	2.119	44.798	11.608

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	47
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.399
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.239
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.478
Peso del mercurio desalojado (gr)	141.17
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	238.767
Humedad de la muestra (%)	36.819
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.104
Volumen muestra seca (cm³)	10.411

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.811	2.025	54.691	13.534

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	48
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	44.941
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	37.767
Peso del mercurio desalojado (gr)	122.073
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	223.983
Humedad de la muestra (%)	37.836
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.131
Volumen muestra seca (cm³)	9.002

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
5.512	2.106	68.074	15.893

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
	LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	49
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.156
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.029
Peso del mercurio desalojado (gr)	141.486
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	239.428
Humedad de la muestra (%)	31.707
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.141
Volumen muestra seca (cm³)	10.434

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
6.318	2.154	54.688	13.534

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	50
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	51.298
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	45.586
Peso del mercurio desalojado (gr)	171.667
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	240.507
Humedad de la muestra (%)	21.964
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.293
Volumen muestra seca (cm³)	12.66

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
7.994	2.054	28.694	8.065

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	51
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.128
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.308
Peso del mercurio desalojado (gr)	167.401
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	234.021
Humedad de la muestra (%)	22.822
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.871
Volumen muestra seca (cm³)	12.345

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.996	2.066	28.565	8.034

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	52
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	51.442
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.414
Peso del mercurio desalojado (gr)	158.03
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	240.632
Humedad de la muestra (%)	29.451
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.23
Volumen muestra seca (cm³)	11.654

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
10.275	2.048	39.272	10.454

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	53
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.399
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.211
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.024
Peso del mercurio desalojado (gr)	148.726
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	237.296
Humedad de la muestra (%)	31.766
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.995
Volumen muestra seca (cm³)	10.968

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.547	2.063	45.838	11.819

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	54
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.776
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.29
Peso del mercurio desalojado (gr)	148.645
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	237.207
Humedad de la muestra (%)	27.322
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.978
Volumen muestra seca (cm³)	10.962

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
6.192	2.166	45.768	11.805

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	55
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.172
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.949
Peso del mercurio desalojado (gr)	148.003
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	221.106
Humedad de la muestra (%)	22.568
Volumen muestra húmeda (cm³)	14.919
Volumen muestra seca (cm³)	10.915

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
5.267	2.12	36.678	9.891

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
	LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	56
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.895
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.283
Peso del mercurio desalojado (gr)	157.093
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	239.547
Humedad de la muestra (%)	27.895
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.222
Volumen muestra seca (cm³)	11.585

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.332	2.046	40.026	10.615

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	57
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.051
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.971
Peso del mercurio desalojado (gr)	159.675
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	231.869
Humedad de la muestra (%)	24.161
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.713
Volumen muestra seca (cm³)	11.775

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.512	2.137	33.442	9.169

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	58
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.274
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	42.792
Peso del mercurio desalojado (gr)	146.47
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	241.144
Humedad de la muestra (%)	33.641
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.268
Volumen muestra seca (cm³)	10.802

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.065	2.059	50.602	12.759

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	59
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.399
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	51.251
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.917
Peso del mercurio desalojado (gr)	162.815
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	236.338
Humedad de la muestra (%)	25.834
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.925
Volumen muestra seca (cm³)	12.007

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.854	2.042	32.631	8.984

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Científico</p>	<p>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER</p> <p>LABORATORIOS DE SUELOS</p>
---	---

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	60
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	48.518
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.271
Peso del mercurio desalojado (gr)	163.679
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	221.835
Humedad de la muestra (%)	21.447
Volumen muestra húmeda (cm³)	14.973
Volumen muestra seca (cm³)	12.071

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.585	2.027	24.044	6.93

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. de la Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	61
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.815
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	42.27
Peso del mercurio desalojado (gr)	150.898
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	239.389
Humedad de la muestra (%)	33.253
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.21
Volumen muestra seca (cm³)	11.128

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
10.855	2.039	45.67	11.785

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. grado Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	62
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	49.078
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	41.889
Peso del mercurio desalojado (gr)	145.5
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	232.246
Humedad de la muestra (%)	31.144
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.74
Volumen muestra seca (cm³)	10.73

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.44	2.151	46.685	11.989

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ad. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	63
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.872
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.081
Peso del mercurio desalojado (gr)	157.649
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	240.759
Humedad de la muestra (%)	34.581
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.24
Volumen muestra seca (cm³)	11.626

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
14.102	1.938	39.688	10.543

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	64
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.399
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.659
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.346
Peso del mercurio desalojado (gr)	153.081
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	237.229
Humedad de la muestra (%)	31.869
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.99
Volumen muestra seca (cm³)	11.289

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
11.383	2.033	41.648	10.958

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	65
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	8
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.412
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.321
Peso del mercurio desalojado (gr)	148.03
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	236.131
Humedad de la muestra (%)	31.142
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.898
Volumen muestra seca (cm³)	10.917

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
9.267	2.086	45.631	11.777

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
	LABORATORIOS DE SUELOS

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	66
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	2
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	47.776
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	42.032
Peso del mercurio desalojado (gr)	155.315
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	223.716
Humedad de la muestra (%)	24.731
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.111
Volumen muestra seca (cm³)	11.454

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
8.986	2.028	31.931	8.823

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	67
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	3
Peso del recipiente de contracción (gr)	19.58
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.154
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	42.921
Peso del mercurio desalojado (gr)	155.865
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	240.824
Humedad de la muestra (%)	30.988
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.316
Volumen muestra seca (cm³)	11.494

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
10.329	2.031	41.958	11.023

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. de la Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	68
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	4
Peso del recipiente de contracción (gr)	18.806
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.33
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	44.508
Peso del mercurio desalojado (gr)	177.029
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	233.637
Humedad de la muestra (%)	22.652
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.843
Volumen muestra seca (cm³)	13.055

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
11.805	1.969	21.358	6.249

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. grado Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	69
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	5
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.551
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	52.162
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	45.857
Peso del mercurio desalojado (gr)	176.986
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	242.113
Humedad de la muestra (%)	24.915
Volumen muestra húmeda (cm³)	16.339
Volumen muestra seca (cm³)	13.052

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
11.926	1.939	25.186	7.214

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. 1000000</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 127 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	70
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

N° del recipiente de contracción	6
Peso del recipiente de contracción (gr)	20.399
Peso del recipiente de contracción + suelo húmedo (gr)	50.922
Peso del recipiente de contracción + suelo seco (gr)	43.876
Peso del mercurio desalojado (gr)	154.128
Peso del mercurio envasado + recipiente (gr)	236.421
Humedad de la muestra (%)	30.012
Volumen muestra húmeda (cm³)	15.931
Volumen muestra seca (cm³)	11.366

Límite de Contracción (%)	Relación de contracción (%)	Cambio volumétrico	Contracción lineal (%)
10.567	2.066	40.173	10.646

OBSERVACIONES
Densidad del mercurio (gr/ cm ³) = 13.56
Densidad del agua (gr/ cm ³) = 1

Granulometría – método del hidrómetro.



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vg.ada Mineducacior

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	1
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.7 $\alpha =$ 0.99 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/05/2018	8:46:00	0.5	28	51	2.5	50.5	99.990	52	7.8	15.6	0.0123	0.0485811
	8:47:00	1	28	51	2.5	50.5	99.990	52	7.8	7.8	0.0123	0.034352
	8:48:00	2	28	51	2.5	50.5	99.990	52	7.8	3.9	0.0123	0.0242906
	8:50:00	4	28	51	2.5	50.5	99.990	52	7.8	1.95	0.0123	0.017176
	8:54:00	8	28	50	2.5	49.5	98.010	51	7.9	0.9875	0.0123	0.0122229
	8:58:00	12	28	50	2.5	49.5	98.010	51	7.9	0.6583333	0.0123	0.0099799
	9:01:00	15	28	50	2.5	49.5	98.010	51	7.9	0.5266667	0.0123	0.0089263
	9:16:00	30	28	50	2.5	49.5	98.010	51	7.9	0.2633333	0.0123	0.0063119
	9:46:00	60	28	49	2.5	48.5	96.030	50	8.1	0.135	0.0123	0.0045193
	10:46:00	120	29	46	3.05	46.1	91.179	47	8.6	0.0716667	0.0121	0.0032392
18/05/2018	8:46:00	1440	27	36	2	35.0	69.300	37	10.2	0.0070833	0.0124	0.0010436



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	2
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.59 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/05/2018	8:58:30	0.5	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	15.8	0.0127	0.0504815
	8:59:30	1	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	7.9	0.0127	0.0356958
	9:00:30	2	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	3.95	0.0127	0.0252408
	9:02:30	4	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	1.975	0.0127	0.0178479
	9:06:30	8	29	47	3.1	47.1	95.041	48	8.4	1.05	0.0127	0.0130136
	9:10:30	12	29	45	3.1	45.1	91.001	46	8.8	0.7333333	0.0127	0.0108756
	9:13:30	15	29	44	3.1	44.1	88.981	45	8.9	0.5933333	0.0127	0.0097826
	9:28:30	30	29	40	3.1	40.1	80.901	41	9.6	0.32	0.0127	0.0071842
	9:58:30	60	29	35	3.1	35.1	70.801	36	10.4	0.1733333	0.0127	0.0052874
	10:58:30	120	29	29	3.05	29.1	58.681	30	11.4	0.095	0.0127	0.0039144
18/05/2018	8:58:30	1440	30	17	3.8	17.8	35.956	18	13.3	0.0092361	0.0126	0.0012109



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vanguardia en la Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	3
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/05/2018	9:11:00	0.5	29	48	3.1	48.1	98.983	49	8.3	16.6	0.0129	0.0525586
	9:12:00	1	29	48	3.1	48.1	98.983	49	8.3	8.3	0.0129	0.0371645
	9:13:00	2	29	47	3.1	47.1	96.923	48	8.4	4.2	0.0129	0.0264371
	9:15:00	4	29	47	3.1	47.1	96.923	48	8.4	2.1	0.0129	0.0186939
	9:19:00	8	29	47	3.1	47.1	96.923	48	8.4	1.05	0.0129	0.0132186
	9:23:00	12	29	46	3.1	46.1	94.863	47	8.6	0.7166667	0.0129	0.0109206
	9:26:00	15	29	46	3.1	46.1	94.863	47	8.6	0.5733333	0.0129	0.0097677
	9:41:00	30	29	44	3.1	44.1	90.743	45	8.9	0.2966667	0.0129	0.0070263
	10:11:00	60	29	41	3.1	41.1	84.563	42	9.4	0.1566667	0.0129	0.005106
	11:11:00	120	29	38	3.05	38.1	78.383	39	9.9	0.0825	0.0129	0.0037052
18/05/2018	9:11:00	1440	30	27	3.8	27.8	57.268	28	11.7	0.008125	0.0128	0.0011538



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	4
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.51 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/05/2018	9:23:30	0.5	29	51	3.1	51.1	105.163	52	7.8	15.6	0.0129	0.0509509
	9:24:30	1	29	51	3.1	51.1	105.163	52	7.8	7.8	0.0129	0.0360277
	9:25:30	2	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	3.95	0.0129	0.0256382
	9:27:30	4	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	1.975	0.0129	0.018129
	9:31:30	8	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	0.9875	0.0129	0.0128191
	9:35:30	12	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	0.6583333	0.0129	0.0104668
	9:38:30	15	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	0.5266667	0.0129	0.0093618
	9:53:30	30	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	0.2633333	0.0129	0.0066198
	10:23:30	60	29	49	3.1	49.1	101.043	50	8.1	0.135	0.0129	0.0047398
	11:23:30	120	29	48	3.05	48.1	98.983	49	8.3	0.0691667	0.0129	0.0033926
18/05/2018	9:23:30	1440	30	38	3.8	38.8	79.928	39	9.9	0.006875	0.0128	0.0010613



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	5
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.62 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/05/2018	9:36:00	0.5	29	52	3.1	52.1	105.141	53	7.6	15.2	0.0125	0.048734
	9:37:00	1	29	52	3.1	52.1	105.141	53	7.6	7.6	0.0125	0.0344601
	9:38:00	2	29	52	3.1	52.1	105.141	53	7.6	3.8	0.0125	0.024367
	9:4:00 a. r	4	29	52	3.1	52.1	105.141	53	7.6	1.9	0.0125	0.0172301
	9:44:00	8	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	0.975	0.0125	0.0123428
	9:48:00	12	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	0.65	0.0125	0.0100778
	9:51:00	15	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	0.5266667	0.0125	0.0090715
	9:06:00	30	29	49	3.1	49.1	99.081	50	8.1	0.27	0.0125	0.0064952
	10:36:00	60	29	46	3.1	46.1	93.021	47	8.6	0.1433333	0.0125	0.0047324
	11:36:00	120	29	43	3.05	43.1	86.961	44	9.1	0.0758333	0.0125	0.0034422
18/05/2018	9:36:00	1440	30	31	3.8	31.8	64.236	32	11.1	0.0077083	0.0124	0.0010887



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	6
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.53 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
28/05/2018	14:00:00	0.5	30	52	3.8	52.8	108.768	53	7.6	15.2	0.0128	0.0499036
	14:01:00	1	30	51	3.8	51.8	106.708	52	7.8	7.8	0.0128	0.0357485
	14:02:00	2	30	51	3.8	51.8	106.708	52	7.8	3.9	0.0128	0.025278
	14:04:00	4	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	1.975	0.0128	0.0179884
	14:08:00	8	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	0.9875	0.0128	0.0127197
	14:12:00	12	30	49	3.8	49.8	102.588	50	8.1	0.675	0.0128	0.0105163
	14:15:00	15	30	49	3.8	49.8	102.588	50	8.1	0.54	0.0128	0.009406
	14:30:00	30	30	49	3.8	49.8	102.588	50	8.1	0.27	0.0128	0.0066511
	15:00:00	60	30	47	3.8	47.8	98.468	48	8.4	0.14	0.0128	0.0047893
	16:00:00	120	29	44	3.05	44.1	90.743	45	8.9	0.0741667	0.0129	0.0035131
29/05/2018	14:00:00	1440	30	31	3.8	31.8	65.508	32	11.1	0.0077083	0.0128	0.0011238



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	7
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.7 $\alpha =$ 0.99 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/05/2018	14:40:00	0.5	30	48	3.8	48.8	96.624	49	8.3	16.6	0.012	0.0488917
	14:41:00	1	30	47	3.8	47.8	94.644	48	8.4	8.4	0.012	0.0347793
	14:42:00	2	30	46	3.8	46.8	92.664	47	8.6	4.3	0.012	0.0248837
	14:44:00	4	30	46	3.8	46.8	92.664	47	8.6	2.15	0.012	0.0175955
	14:48:00	8	30	45	3.8	45.8	90.684	46	8.8	1.1	0.012	0.0125857
	14:52:00	12	30	44	3.8	44.8	88.704	45	8.9	0.7416667	0.012	0.0103344
	14:55:00	15	30	44	3.8	44.8	88.704	45	8.9	0.5933333	0.012	0.0092434
	15:10:00 p.	30	30	42	3.8	42.8	84.744	43	9.2	0.3066667	0.012	0.0066453
	15:40:00	60	30	39	3.8	39.8	78.804	40	9.7	0.1616667	0.012	0.0048249
	16:40:00	120	29	36	3.05	36.1	71.379	37	10.2	0.085	0.0121	0.0035277
18/05/2018	14:40:00	1440	30	23	3.8	23.8	47.124	24	12.4	0.0086111	0.012	0.0011136



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	8
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.53 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
20/05/2018	9:25:00	0.5	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	15.8	0.0129	0.0512765
	9:26:00	1	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	7.9	0.0129	0.036258
	9:27:00	2	29	50	3.1	50.1	103.103	51	7.9	3.95	0.0129	0.0256382
	9:29:00	4	29	49	3.1	49.1	101.043	50	8.1	2.025	0.0129	0.018357
	9:33:00	8	29	48	3.1	48.1	98.983	49	8.3	1.0375	0.0129	0.0131396
	9:37:00	12	29	48	3.1	48.1	98.983	49	8.3	0.6916667	0.0129	0.0107285
	9:40:00	15	29	48	3.1	48.1	98.983	49	8.3	0.5533333	0.0129	0.0095958
	9:55:00	30	29	47	3.1	47.1	96.923	48	8.4	0.28	0.0129	0.006826
	10:25:00	60	29	45	3.1	45.1	92.803	46	8.8	0.1466667	0.0129	0.0049403
	11:25:00	120	30	42	3.8	42.8	88.168	43	9.2	0.0766667	0.0128	0.0035442
21/05/2018	9:25:00	1440	28	28	2.5	27.5	56.650	29	11.5	0.0079861	0.013	0.0011617



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada MinEducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	9
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/05/2018	8:46:00	0.5	28	52	2.5	51.5	106.090	53	7.6	15.2	0.013	0.0506833
	8:47:00	1	28	51	2.5	50.5	104.030	52	7.8	7.8	0.013	0.036307
	8:48:00	2	28	51	2.5	50.5	104.030	52	7.8	3.9	0.013	0.0256729
	8:50:00	4	28	51	2.5	50.5	104.030	52	7.8	1.95	0.013	0.0181535
	8:54:00	8	28	50	2.5	49.5	101.970	51	7.9	0.9875	0.013	0.0129185
	8:58:00	12	28	50	2.5	49.5	101.970	51	7.9	0.6583333	0.013	0.0105479
	9:01:00	15	28	50	2.5	49.5	101.970	51	7.9	0.5266667	0.013	0.0094343
	9:16:00	30	28	50	2.5	49.5	101.970	51	7.9	0.2633333	0.013	0.0066711
	9:46:00	60	28	49	2.5	48.5	99.910	50	8.1	0.135	0.013	0.0047765
	10:46:00	120	29	46	3.05	46.1	94.863	47	8.6	0.0716667	0.0129	0.0034534
18/05/2018	8:46:00	1440	27	36	2	35.0	72.100	37	10.2	0.0070833	0.0132	0.0011109



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	10
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.67 $\alpha =$ 1 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/05/2018	14:48:00	0.5	30	44	3.8	44.8	89.600	45	8.9	17.8	0.0122	0.0514719
	14:49:00	1	30	43	3.8	43.8	87.600	44	9.1	9.1	0.0122	0.0368028
	14:50:00	2	30	42	3.8	42.8	85.600	43	9.2	4.6	0.0122	0.0261661
	14:52:00	4	30	40	3.8	40.8	81.600	41	9.6	2.4	0.0122	0.0189002
	14:56:00	8	30	39	3.8	39.8	79.600	40	9.7	1.2125	0.0122	0.0134339
	15:00:00	12	30	38	3.8	38.8	77.600	39	9.9	0.825	0.0122	0.0110812
	15:03:00	15	30	38	3.8	38.8	77.600	39	9.9	0.66	0.0122	0.0099113
	15:18:00	30	30	36	3.8	36.8	73.600	37	10.2	0.34	0.0122	0.0071138
	15:48:00 p.	60	29	34	3.1	34.1	68.100	35	10.6	0.1766667	0.0123	0.0051699
	16:48:00 p.	120	29	31	3.05	31.1	62.100	32	11.1	0.0925	0.0123	0.0037409
18/05/2018	14:48:00	1440	29	20	3.05	20.1	40.100	21	12.9	0.0089583	0.0123	0.0011642



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	11
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.62 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
20/05/2018	15:00:30	0.5	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	15.6	0.0125	0.049371
	15:01:30	1	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	7.8	0.0125	0.0349106
	15:02:30	2	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	3.9	0.0125	0.0246855
	15:04:30	4	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	1.95	0.0125	0.0174553
	15:08:30	8	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	0.9875	0.0125	0.0124216
	15:12:30	12	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	0.6583333	0.0125	0.0101422
	15:15:30	15	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	0.5266667	0.0125	0.0090715
	15:30:30	30	29	49	3.1	49.1	99.081	50	8.1	0.27	0.0125	0.0064952
	16:00:30	60	28	46	2.5	45.5	91.910	47	8.6	0.1433333	0.0126	0.0047703
	17:00:30	120	26	40	1.65	38.7	78.073	41	9.6	0.08	0.0129	0.0036487
21/05/2018	15:00:30	1440	28	23	2.5	22.5	45.450	24	12.4	0.0086111	0.0126	0.0011692



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	12
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.62 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
28/05/2018	14:25:00	0.5	30	52	3.8	52.8	106.656	53	7.6	15.2	0.0124	0.0483441
	14:26:00	1	30	51	3.8	51.8	104.636	52	7.8	7.8	0.0124	0.0346313
	14:27:00	2	30	51	3.8	51.8	104.636	52	7.8	3.9	0.0124	0.024488
	14:29:00	4	30	51	3.8	51.8	104.636	52	7.8	1.95	0.0124	0.0173157
	14:33:00	8	30	50	3.8	50.8	102.616	51	7.9	0.9875	0.0124	0.0123223
	14:37:00	12	30	50	3.8	50.8	102.616	51	7.9	0.6583333	0.0124	0.0100611
	14:40:00	15	30	50	3.8	50.8	102.616	51	7.9	0.5266667	0.0124	0.0089989
	14:55:00	30	30	50	3.8	50.8	102.616	51	7.9	0.2633333	0.0124	0.0063632
	15:25:00	60	30	49	3.8	49.8	100.596	50	8.1	0.135	0.0124	0.0045561
	16:25:00	120	29	46	3.05	46.1	93.021	47	8.6	0.0716667	0.0125	0.0033463
29/05/2018	14:25:00	1440	30	36	3.8	36.8	74.336	37	10.2	0.0070833	0.0124	0.0010436



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	13
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.69 $\alpha =$ 0.99 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
20/05/2018	15:13:00	0.5	29	50	3.1	50.1	99.099	51	7.9	15.8	0.0123	0.0488915
	15:14:00	1	29	50	3.1	50.1	99.099	51	7.9	7.9	0.0123	0.0345715
	15:15:00	2	29	50	3.1	50.1	99.099	51	7.9	3.95	0.0123	0.0244458
	15:17:00	4	29	50	3.1	50.1	99.099	51	7.9	1.975	0.0123	0.0172858
	15:21:00	8	29	50	3.1	50.1	99.099	51	7.9	0.9875	0.0123	0.0122229
	15:25:00	12	29	49	3.1	49.1	97.119	50	8.1	0.675	0.0123	0.0101055
	15:28:00	15	29	49	3.1	49.1	97.119	50	8.1	0.54	0.0123	0.0090386
	15:43:00	30	29	48	3.1	48.1	95.139	49	8.3	0.2766667	0.0123	0.0064697
	16:13:00	60	28	46	2.5	45.5	90.090	47	8.6	0.1433333	0.0124	0.0046946
	17:13:00	120	26	43	1.65	41.7	82.467	44	9.1	0.0758333	0.0127	0.0034973
21/05/2018	15:13:00	1440	28	28	2.5	27.5	54.450	29	11.5	0.0079861	0.0124	0.0011081



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	14
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.6 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
28/05/2018	14:37:30	0.5	30	45	3.8	45.8	92.516	46	8.8	17.6	0.0124	0.0520209
	14:38:30	1	30	45	3.8	45.8	92.516	46	8.8	8.8	0.0124	0.0367843
	14:39:30	2	30	45	3.8	45.8	92.516	46	8.8	4.4	0.0124	0.0260105
	14:41:30	4	30	45	3.8	45.8	92.516	46	8.8	2.2	0.0124	0.0183922
	14:45:30	8	30	45	3.8	45.8	92.516	46	8.8	1.1	0.0124	0.0130052
	14:49:30	12	30	44	3.8	44.8	90.496	45	8.9	0.7416667	0.0124	0.0106789
	14:52:30	15	30	44	3.8	44.8	90.496	45	8.9	0.5933333	0.0124	0.0095515
	15:07:30	30	30	43	3.8	43.8	88.476	44	9.1	0.3033333	0.0124	0.0068294
	15:37:30	60	30	41	3.8	41.8	84.436	42	9.4	0.1566667	0.0124	0.0049081
	16:37:30	120	29	39	3.05	39.1	78.881	40	9.7	0.0808333	0.0125	0.0035539
29/05/2018	14:37:30	1440	30	28	3.8	28.8	58.176	29	11.5	0.0079861	0.0124	0.0011081



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	15
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.65 $\alpha =$ 1 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
20/05/2018	15:25:30	0.5	29	52	3.1	52.1	104.100	53	7.6	15.2	0.0123	0.0479542
	15:26:30	1	29	51	3.1	51.1	102.100	52	7.8	7.8	0.0123	0.034352
	15:27:30	2	29	51	3.1	51.1	102.100	52	7.8	3.9	0.0123	0.0242906
	15:29:30	4	29	51	3.1	51.1	102.100	52	7.8	1.95	0.0123	0.017176
	15:33:30	8	29	50	3.1	50.1	100.100	51	7.9	0.9875	0.0123	0.0122229
	15:37:30	12	29	50	3.1	50.1	100.100	51	7.9	0.6583333	0.0123	0.0099799
	15:40:30	15	29	50	3.1	50.1	100.100	51	7.9	0.5266667	0.0123	0.0089263
	15:55:30	30	29	50	3.1	50.1	100.100	51	7.9	0.2633333	0.0123	0.0063119
	16:25:30	60	28	49	2.5	48.5	97.000	50	8.1	0.135	0.0124	0.0045561
	17:25:30	120	26	46	1.65	44.7	89.300	47	8.6	0.0716667	0.0127	0.0033999
21/05/2018	15:25:30	1440	28	36	2.5	35.5	71.000	37	10.2	0.0070833	0.0124	0.0010436



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	16
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	60	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
28/05/2018	14:50:00	0.5	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	20.2	0.0126	0.05663
	14:51:00	1	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	10.1	0.0126	0.0400434
	14:52:00	2	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	5.05	0.0126	0.028315
	14:54:00	4	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	2.525	0.0126	0.0200217
	14:58:00	8	30	36	3.8	36.8	75.072	37	10.2	1.275	0.0126	0.0142274
	15:02:00	12	30	36	3.8	36.8	75.072	37	10.2	0.85	0.0126	0.0116166
	15:05:00	15	30	36	3.8	36.8	75.072	37	10.2	0.68	0.0126	0.0103902
	15:20:00	30	30	35	3.8	35.8	73.032	36	10.4	0.3466667	0.0126	0.0074187
	15:50:00	60	29	33	3.1	33.1	67.422	34	10.7	0.1783333	0.0127	0.0053632
	16:50:00	120	28	31	2.5	30.5	62.220	32	11.1	0.0925	0.0128	0.003893
29/05/2018	14:50:00	1440	30	22	3.8	22.8	46.512	23	12.5	0.0086806	0.0126	0.0011739



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada MinEducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	17
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.64 $\alpha =$ 1 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
21/05/2018	9:30:00	0.5	28	37	2.5	36.5	73.000	38	10.1	20.2	0.0126	0.05663
	9:31:00	1	28	37	2.5	36.5	73.000	38	10.1	10.1	0.0126	0.0400434
	9:32:00	2	28	37	2.5	36.5	73.000	38	10.1	5.05	0.0126	0.028315
	9:34:00	4	28	37	2.5	36.5	73.000	38	10.1	2.525	0.0126	0.0200217
	9:38:00	8	28	36	2.5	35.5	71.000	37	10.2	1.275	0.0126	0.0142274
	9:42:00	12	28	36	2.5	35.5	71.000	37	10.2	0.85	0.0126	0.0116166
	9:45:00	15	28	36	2.5	35.5	71.000	37	10.2	0.68	0.0126	0.0103902
	10:00:00	30	28	36	2.5	35.5	71.000	37	10.2	0.34	0.0126	0.007347
	10:30:00	60	28	35	2.5	34.5	69.000	36	10.4	0.1733333	0.0126	0.0052458
	11:30:00	120	30	33	3.8	33.8	67.600	34	10.7	0.0891667	0.0124	0.0037027
22/05/2018	9:30:00	1440	27	25	2	24.0	48.000	26	12	0.0083333	0.0128	0.0011685



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	18
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
21/05/2018	9:42:30	0.5	28	48	2.5	47.5	96.900	49	8.3	16.6	0.0128	0.0521512
	9:43:30	1	28	48	2.5	47.5	96.900	49	8.3	8.3	0.0128	0.0368764
	9:44:30	2	28	47	2.5	46.5	94.860	48	8.4	4.2	0.0128	0.0262322
	9:46:30	4	28	47	2.5	46.5	94.860	48	8.4	2.1	0.0128	0.018549
	9:50:30	8	28	47	2.5	46.5	94.860	48	8.4	1.05	0.0128	0.0131161
	9:54:30	12	28	46	2.5	45.5	92.820	47	8.6	0.7166667	0.0128	0.010836
	9:57:30	15	28	46	2.5	45.5	92.820	47	8.6	0.5733333	0.0128	0.009692
	10:12:30	30	28	46	2.5	45.5	92.820	47	8.6	0.2866667	0.0128	0.0068533
	10:42:30	60	28	43	2.5	42.5	86.700	44	9.1	0.1516667	0.0128	0.0049849
	11:42:30	120	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	0.08	0.0126	0.0035638
22/05/2018	9:42:30	1440	27	28	2	27.0	55.080	29	11.5	0.0079861	0.013	0.0011617



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	19
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.54 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
28/05/2018	15:02:30	0.5	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	16.6	0.0128	0.0521512
	15:03:30	1	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	8.3	0.0128	0.0368764
	15:04:30	2	30	47	3.8	47.8	98.468	48	8.4	4.2	0.0128	0.0262322
	15:06:30	4	30	47	3.8	47.8	98.468	48	8.4	2.1	0.0128	0.018549
	15:10:30	8	30	47	3.8	47.8	98.468	48	8.4	1.05	0.0128	0.0131161
	15:14:30	12	30	47	3.8	47.8	98.468	48	8.4	0.7	0.0128	0.0107092
	15:17:30	15	30	46	3.8	46.8	96.408	47	8.6	0.5733333	0.0128	0.009692
	15:32:30	30	30	45	3.8	45.8	94.348	46	8.8	0.2933333	0.0128	0.0069325
	16:02:30	60	29	43	3.1	43.1	88.683	44	9.1	0.1516667	0.0129	0.0050238
	17:02:30	120	28	40	2.5	39.5	81.370	41	9.6	0.08	0.013	0.003677
29/05/2018	15:02:30	1440	30	28	3.8	28.8	59.328	29	11.5	0.0079861	0.0128	0.0011439



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	20
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.54 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
28/05/2018	15:15:00	0.5	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	16.6	0.0128	0.0521512
	15:16:00	1	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	8.3	0.0128	0.0368764
	15:17:00	2	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	4.15	0.0128	0.0260756
	15:19:00	4	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	2.075	0.0128	0.0184382
	15:23:00	8	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	1.0375	0.0128	0.0130378
	15:27:00	12	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	0.6916667	0.0128	0.0106453
	15:30:00	15	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	0.5533333	0.0128	0.0095215
	15:45:00	30	29	46	3.1	46.1	94.863	47	8.6	0.2866667	0.0129	0.0069068
	16:15:00	60	28	44	2.5	43.5	89.610	45	8.9	0.1483333	0.013	0.0050068
	17:15:00	120	28	40	2.5	39.5	81.370	41	9.6	0.08	0.013	0.003677
29/05/2018	15:15:00	1440	30	25	3.8	25.8	53.148	26	12	0.0083333	0.0128	0.0011685



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	21
SECTOR	Bellavista	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.63 $\alpha =$ 1 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
28/05/2018	15:27:30	0.5	30	47	3.8	47.8	95.600	48	8.4	16.8	0.0124	0.0508249
	15:28:30	1	30	47	3.8	47.8	95.600	48	8.4	8.4	0.0124	0.0359386
	15:29:30	2	30	47	3.8	47.8	95.600	48	8.4	4.2	0.0124	0.0254124
	15:31:30	4	30	47	3.8	47.8	95.600	48	8.4	2.1	0.0124	0.0179693
	15:35:30	8	30	46	3.8	46.8	93.600	47	8.6	1.075	0.0124	0.0128566
	15:39:30	12	30	46	3.8	46.8	93.600	47	8.6	0.7166667	0.0124	0.0104974
	15:42:30	15	30	46	3.8	46.8	93.600	47	8.6	0.5733333	0.0124	0.0093891
	15:57:30	30	29	45	3.1	45.1	90.100	46	8.8	0.2933333	0.0125	0.00677
	16:27:30	60	28	43	2.5	42.5	85.000	44	9.1	0.1516667	0.0126	0.004907
	17:27:30	120	28	41	2.5	40.5	81.000	42	9.4	0.0783333	0.0126	0.0035265
29/05/2018	15:27:30	1440	30	28	3.8	28.8	57.600	29	11.5	0.0079861	0.0124	0.0011081



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	22
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.56 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
4/07/2018	14:35:00	0.5	30	52	3.8	52.8	107.712	53	7.6	15.2	0.0126	0.0491238
	14:36:00	1	30	51	3.8	51.8	105.672	52	7.8	7.8	0.0126	0.0351899
	14:37:00	2	30	51	3.8	51.8	105.672	52	7.8	3.9	0.0126	0.024883
	14:39:00	4	30	51	3.8	51.8	105.672	52	7.8	1.95	0.0126	0.0175949
	14:43:00	8	30	50	3.8	50.8	103.632	51	7.9	0.9875	0.0126	0.012521
	14:47:00	12	30	50	3.8	50.8	103.632	51	7.9	0.6583333	0.0126	0.0102234
	14:50:00	15	30	50	3.8	50.8	103.632	51	7.9	0.5266667	0.0126	0.009144
	15:05:00	30	30	50	3.8	50.8	103.632	51	7.9	0.2633333	0.0126	0.0064658
	15:35:00	60	30	49	3.8	49.8	101.592	50	8.1	0.135	0.0126	0.0046295
	16:35:00	120	29	46	3.05	46.1	93.942	47	8.6	0.0716667	0.0127	0.0033999
5/07/2018	14:35:00	1440	29	36	3.05	36.1	73.542	37	10.2	0.0070833	0.0127	0.0010689



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	23
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.5 $\alpha =$ 1.04 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
4/07/2018	14:47:30	0.5	30	43	3.8	43.8	91.104	44	9.1	18.2	0.0128	0.0546067
	14:48:30	1	30	43	3.8	43.8	91.104	44	9.1	9.1	0.0128	0.0386127
	14:49:30	2	30	42	3.8	42.8	89.024	43	9.2	4.6	0.0128	0.0274529
	14:51:30	4	30	40	3.8	40.8	84.864	41	9.6	2.4	0.0128	0.0198297
	14:55:30	8	30	38	3.8	38.8	80.704	39	9.9	1.2375	0.0128	0.0142391
	14:59:30	12	30	37	3.8	37.8	78.624	38	10.1	0.8416667	0.0128	0.011743
	15:02:30	15	30	37	3.8	37.8	78.624	38	10.1	0.6733333	0.0128	0.0105033
	15:17:30	30	30	35	3.8	35.8	74.464	36	10.4	0.3466667	0.0128	0.0075364
	15:47:30	60	29	33	3.1	33.1	68.744	34	10.7	0.1783333	0.0129	0.0054476
	16:47:30	120	28	30	2.5	29.5	61.360	31	11.2	0.0933333	0.013	0.0039716
5/07/2018	14:47:30	1440	29	23	3.05	23.1	47.944	24	12.4	0.0086111	0.0129	0.0011971



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	24
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
4/07/2018	15:00:00	0.5	30	50	3.8	50.8	103.632	51	7.9	15.8	0.0126	0.050084
	15:01:00	1	30	50	3.8	50.8	103.632	51	7.9	7.9	0.0126	0.0354147
	15:02:00	2	30	50	3.8	50.8	103.632	51	7.9	3.95	0.0126	0.025042
	15:04:00	4	30	50	3.8	50.8	103.632	51	7.9	1.975	0.0126	0.0177074
	15:08:00	8	30	48	3.8	48.8	99.552	49	8.3	1.0375	0.0126	0.0128341
	15:12:00	12	30	47	3.8	47.8	97.512	48	8.4	0.7	0.0126	0.0105419
	15:15:00	15	30	47	3.8	47.8	97.512	48	8.4	0.56	0.0126	0.009429
	15:30:00	30	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	0.2933333	0.0126	0.0068242
	16:00:00	60	29	41	3.1	41.1	83.742	42	9.4	0.1566667	0.0127	0.0050268
	17:00:00	120	28	38	2.5	37.5	76.500	39	9.9	0.0825	0.0128	0.0036765
5/07/2018	15:00:00	1440	29	26	3.05	26.1	53.142	27	11.9	0.0082639	0.0127	0.0011545



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	25
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.56 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
4/07/2018	15:12:30	0.5	30	43	3.8	43.8	89.352	44	9.1	18.2	0.0126	0.0537534
	15:13:30	1	30	42	3.8	42.8	87.312	43	9.2	9.2	0.0126	0.0382177
	15:14:30	2	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	4.7	0.0126	0.0273161
	15:16:30	4	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	2.4	0.0126	0.0195198
	15:20:30	8	30	39	3.8	39.8	81.192	40	9.7	1.2125	0.0126	0.0138743
	15:24:30	12	30	38	3.8	38.8	79.152	39	9.9	0.825	0.0126	0.0114445
	15:27:30	15	30	38	3.8	38.8	79.152	39	9.9	0.66	0.0126	0.0102363
	15:42:30	30	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	0.3366667	0.0126	0.0073109
	16:12:30	60	29	35	3.1	35.1	71.502	36	10.4	0.1733333	0.0127	0.0052874
	17:12:30	120	28	33	2.5	32.5	66.300	34	10.7	0.0891667	0.0128	0.0038222
5/07/2018	15:12:30	1440	29	26	3.05	26.1	53.142	27	11.9	0.0082639	0.0127	0.0011545



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	26
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.6 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
4/07/2018	15:25:00	0.5	30	43	3.8	43.8	88.476	44	9.1	18.2	0.0124	0.0529002
	15:26:00	1	30	43	3.8	43.8	88.476	44	9.1	9.1	0.0124	0.0374061
	15:27:00	2	30	42	3.8	42.8	86.456	43	9.2	4.6	0.0124	0.026595
	15:29:00	4	30	42	3.8	42.8	86.456	43	9.2	2.3	0.0124	0.0188055
	15:33:00	8	30	41	3.8	41.8	84.436	42	9.4	1.175	0.0124	0.0134413
	15:37:00	12	30	40	3.8	40.8	82.416	41	9.6	0.8	0.0124	0.0110909
	15:40:00	15	30	40	3.8	40.8	82.416	41	9.6	0.64	0.0124	0.00992
	15:55:00	30	29	38	3.1	38.1	76.861	39	9.9	0.33	0.0125	0.0071807
	16:25:00	60	29	37	3.1	37.1	74.841	38	10.1	0.1683333	0.0125	0.0051286
	17:25:00	120	28	35	2.5	34.5	69.690	36	10.4	0.0866667	0.0126	0.0037093
5/07/2018	15:25:00	1440	29	29	3.05	29.1	58.681	30	11.4	0.0079167	0.0125	0.0011122



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	27
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.64 $\alpha =$ 1 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
6/07/2018	9:05:00	0.5	29	38	3.1	38.1	76.100	39	9.9	19.8	0.0125	0.0556215
	9:06:00	1	29	38	3.1	38.1	76.100	39	9.9	9.9	0.0125	0.0393303
	9:07:00	2	29	37	3.1	37.1	74.100	38	10.1	5.05	0.0125	0.0280903
	9:09:00	4	29	35	3.1	35.1	70.100	36	10.4	2.6	0.0125	0.0201556
	9:13:00	8	29	33	3.1	33.1	66.100	34	10.7	1.3375	0.0125	0.0144563
	9:17:00	12	29	31	3.1	31.1	62.100	32	11.1	0.925	0.0125	0.0120221
	9:20:00	15	29	31	3.1	31.1	62.100	32	11.1	0.74	0.0125	0.0107529
	9:35:00	30	29	30	3.1	30.1	60.100	31	11.2	0.3733333	0.0125	0.0076376
	10:05:00	60	30	28	3.8	28.8	57.600	29	11.5	0.1916667	0.0124	0.0054287
	11:05:00	120	29	26	3.05	26.1	52.100	27	11.9	0.0991667	0.0125	0.0039363
9/07/2018	9:05:00	4320	29	18	3.05	18.1	36.100	19	13.2	0.0030556	0.0125	0.000691



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	28
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.58 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
6/07/2018	9:17:30	0.5	29	45	3.1	45.1	91.902	46	8.8	17.6	0.0127	0.0532795
	9:18:30	1	29	44	3.1	44.1	89.862	45	8.9	8.9	0.0127	0.0378877
	9:19:30	2	29	44	3.1	44.1	89.862	45	8.9	4.45	0.0127	0.0267907
	9:21:30	4	29	44	3.1	44.1	89.862	45	8.9	2.225	0.0127	0.0189439
	9:25:30	8	29	42	3.1	42.1	85.782	43	9.2	1.15	0.0127	0.0136192
	9:29:30	12	29	42	3.1	42.1	85.782	43	9.2	0.7666667	0.0127	0.0111201
	9:32:30	15	29	42	3.1	42.1	85.782	43	9.2	0.6133333	0.0127	0.0099461
	9:47:30	30	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	0.3133333	0.0126	0.007053
	10:17:30	60	30	39	3.8	39.8	81.192	40	9.7	0.1616667	0.0126	0.0050662
	11:17:30	120	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	0.0841667	0.0126	0.0036554
9/07/2018	9:17:30	4320	29	29	3.05	29.1	59.262	30	11.4	0.0026389	0.0127	0.0006524



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	29
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.54 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
6/07/2018	9:30:00	0.5	29	38	3.1	38.1	78.383	39	9.9	19.8	0.0129	0.0574014
	9:31:00	1	29	37	3.1	37.1	76.323	38	10.1	10.1	0.0129	0.0409968
	9:32:00	2	29	36	3.1	36.1	74.263	37	10.2	5.1	0.0129	0.0291323
	9:34:00	4	29	36	3.1	36.1	74.263	37	10.2	2.55	0.0129	0.0205996
	9:38:00	8	29	34	3.1	34.1	70.143	35	10.6	1.325	0.0129	0.014849
	9:42:00	12	29	33	3.1	33.1	68.083	34	10.7	0.8916667	0.0129	0.0121812
	9:45:00	15	29	33	3.1	33.1	68.083	34	10.7	0.7133333	0.0129	0.0108952
	10:00:00	30	30	32	3.8	32.8	67.568	33	10.9	0.3633333	0.0128	0.0077155
	10:30:00	60	30	31	3.8	31.8	65.508	32	11.1	0.185	0.0128	0.0055055
	11:30:00	120	30	29	3.8	29.8	61.388	30	11.4	0.095	0.0128	0.0039452
9/07/2018	9:30:00	4320	28	21	2.5	20.5	42.230	22	12.7	0.0029398	0.013	0.0007049



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	30
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.6 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
6/07/2018	9:42:30	0.5	29	20	3.1	20.1	40.501	21	12.9	25.8	0.0125	0.0634921
	9:43:30	1	29	19	3.1	19.1	38.481	20	13	13	0.0125	0.0450694
	9:44:30	2	29	19	3.1	19.1	38.481	20	13	6.5	0.0125	0.0318689
	9:46:30	4	29	18	3.1	18.1	36.461	19	13.2	3.3	0.0125	0.0227074
	9:50:30	8	29	17	3.1	17.1	34.441	18	13.3	1.6625	0.0125	0.0161172
	9:54:30	12	29	16	3.1	16.1	32.421	17	13.5	1.125	0.0125	0.0132583
	9:57:30	15	29	16	3.1	16.1	32.421	17	13.5	0.9	0.0125	0.0118585
	10:12:30	30	30	15	3.8	15.8	31.916	16	13.7	0.4566667	0.0124	0.0083796
	10:42:30	60	30	14	3.8	14.8	29.896	15	13.8	0.23	0.0124	0.0059468
	11:42:30	120	30	13	3.8	13.8	27.876	14	14	0.1166667	0.0124	0.0042354
9/07/2018	9:42:30	4320	28	8	2.5	7.5	15.150	9	14.8	0.0034259	0.0126	0.0007375



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	31
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.62 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	Lt	K de tabla	D (mm)
6/07/2018	14:35:00	0.5	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	15.6	0.0125	0.049371
	14:36:00	1	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	7.8	0.0125	0.0349106
	14:37:00	2	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	3.9	0.0125	0.0246855
	14:39:00	4	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	1.95	0.0125	0.0174553
	14:43:00	8	29	51	3.1	51.1	103.121	52	7.8	0.975	0.0125	0.0123428
	14:47:00	12	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	0.6583333	0.0125	0.0101422
	14:50:00	15	29	50	3.1	50.1	101.101	51	7.9	0.5266667	0.0125	0.0090715
	15:05:00	30	30	48	3.8	48.8	98.576	49	8.3	0.2766667	0.0124	0.0065223
	15:35:00	60	30	46	3.8	46.8	94.536	47	8.6	0.1433333	0.0124	0.0046946
	16:35:00	120	30	44	3.8	44.8	90.496	45	8.9	0.0741667	0.0124	0.0033377
9/07/2018	14:35:00	4320	28	30	2.5	29.5	59.590	31	11.2	0.0025926	0.0126	0.0006416



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	32
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.55 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
10/07/2018	9:00:00	0.5	28	52	2.5	51.5	105.060	53	7.6	15.2	0.0128	0.0499036
	9:01:00	1	28	51	2.5	50.5	103.020	52	7.8	7.8	0.0128	0.0357485
	9:02:00	2	28	51	2.5	50.5	103.020	52	7.8	3.9	0.0128	0.025278
	9:04:00	4	28	51	2.5	50.5	103.020	52	7.8	1.95	0.0128	0.0178742
	9:08:00	8	28	50	2.5	49.5	100.980	51	7.9	0.9875	0.0128	0.0127197
	9:12:00	12	28	50	2.5	49.5	100.980	51	7.9	0.6583333	0.0128	0.0103856
	9:15:00	15	28	50	2.5	49.5	100.980	51	7.9	0.5266667	0.0128	0.0092892
	9:30:00	30	28	50	2.5	49.5	100.980	51	7.9	0.2633333	0.0128	0.0065684
	10:00:00	60	29	49	3.1	49.1	100.062	50	8.1	0.135	0.0127	0.0046663
	11:00:00	120	30	46	3.8	46.8	95.472	47	8.6	0.0716667	0.0126	0.0033731
11/07/2018	9:00:00	1440	29	36	3.05	36.1	73.542	37	10.2	0.0070833	0.0127	0.0010689



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	33
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.56 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
10/07/2018	9:12:30	0.5	28	41	2.5	40.5	82.620	42	9.4	18.8	0.0128	0.0554995
	9:13:30	1	28	40	2.5	39.5	80.580	41	9.6	9.6	0.0128	0.0396593
	9:14:30	2	28	39	2.5	38.5	78.540	40	9.7	4.85	0.0128	0.0281891
	9:16:30	4	28	39	2.5	38.5	78.540	40	9.7	2.425	0.0128	0.0199327
	9:20:30	8	28	37	2.5	36.5	74.460	38	10.1	1.2625	0.0128	0.0143822
	9:24:30	12	28	37	2.5	36.5	74.460	38	10.1	0.8416667	0.0128	0.011743
	9:27:30	15	28	37	2.5	36.5	74.460	38	10.1	0.6733333	0.0128	0.0105033
	9:42:30	30	28	36	2.5	35.5	72.420	37	10.2	0.34	0.0128	0.0074636
	10:12:30	60	29	34	3.1	34.1	69.462	35	10.6	0.1766667	0.0127	0.005338
	11:12:30	120	30	32	3.8	32.8	66.912	33	10.9	0.0908333	0.0126	0.0037975
11/07/2018	9:12:30	1440	29	25	3.05	25.1	51.102	26	12	0.0083333	0.0127	0.0011593



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada por el Ministerio de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	34
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.54 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
10/07/2018	9:25:00	0.5	28	48	2.5	47.5	97.850	49	8.3	16.6	0.013	0.052966
	9:26:00	1	28	47	2.5	46.5	95.790	48	8.4	8.4	0.013	0.0376776
	9:27:00	2	28	47	2.5	46.5	95.790	48	8.4	4.2	0.013	0.0266421
	9:29:00	4	28	47	2.5	46.5	95.790	48	8.4	2.1	0.013	0.0188388
	9:33:00	8	28	46	2.5	45.5	93.730	47	8.6	1.075	0.013	0.0134787
	9:37:00	12	28	45	2.5	44.5	91.670	46	8.8	0.7333333	0.013	0.0111325
	9:40:00	15	28	45	2.5	44.5	91.670	46	8.8	0.5866667	0.013	0.0099572
	9:55:00	30	28	44	2.5	43.5	89.610	45	8.9	0.2966667	0.013	0.0070807
	10:25:00	60	29	43	3.1	43.1	88.683	44	9.1	0.1516667	0.0129	0.0050238
	11:25:00	120	30	41	3.8	41.8	86.108	42	9.4	0.0783333	0.0128	0.0035825
11/07/2018	9:25:00	1440	29	35	3.05	35.1	72.203	36	10.4	0.0072222	0.0129	0.0010963



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	35
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
10/07/2018	9:37:30	0.5	28	39	2.5	38.5	78.540	40	9.7	19.4	0.0128	0.0563782
	9:38:30	1	28	38	2.5	37.5	76.500	39	9.9	9.9	0.0128	0.0402743
	9:39:30	2	28	37	2.5	36.5	74.460	38	10.1	5.05	0.0128	0.0287644
	9:41:30	4	28	36	2.5	35.5	72.420	37	10.2	2.55	0.0128	0.02044
	9:45:30	8	28	35	2.5	34.5	70.380	36	10.4	1.3	0.0128	0.0145942
	9:49:30	12	28	35	2.5	34.5	70.380	36	10.4	0.8666667	0.0128	0.0119162
	9:52:30	15	28	34	2.5	33.5	68.340	35	10.6	0.7066667	0.0128	0.0107601
	10:07:30	30	28	32	2.5	31.5	64.260	33	10.9	0.3633333	0.0128	0.0077155
	10:37:30	60	29	30	3.1	30.1	61.302	31	11.2	0.1866667	0.0127	0.005487
	11:37:30	120	30	28	3.8	28.8	58.752	29	11.5	0.0958333	0.0126	0.0039006
11/07/2018	9:37:30	1440	29	23	3.05	23.1	47.022	24	12.4	0.0086111	0.0127	0.0011785



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada MinEducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	36
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.51 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
10/07/2018	9:50:00	0.5	28	49	2.5	48.5	99.910	50	8.1	16.2	0.013	0.052324
	9:51:00	1	28	48	2.5	47.5	97.850	49	8.3	8.3	0.013	0.0374526
	9:52:00	2	28	47	2.5	46.5	95.790	48	8.4	4.2	0.013	0.0266421
	9:54:00	4	28	46	2.5	45.5	93.730	47	8.6	2.15	0.013	0.0190617
	9:58:00	8	28	44	2.5	43.5	89.610	45	8.9	1.1125	0.013	0.0137118
	10:02:00	12	28	43	2.5	42.5	87.550	44	9.1	0.7583333	0.013	0.0113207
	10:05:00	15	28	42	2.5	41.5	85.490	43	9.2	0.6133333	0.013	0.010181
	10:20:00	30	28	40	2.5	39.5	81.370	41	9.6	0.32	0.013	0.0073539
	10:50:00	60	29	37	3.1	37.1	76.323	38	10.1	0.1683333	0.0129	0.0052927
	11:50:00	120	30	35	3.8	35.8	73.748	36	10.4	0.0866667	0.0128	0.0037682
11/07/2018	9:50:00	1440	29	27	3.05	27.1	55.723	28	11.7	0.008125	0.0129	0.0011628



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	37
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.63 $\alpha =$ 1 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
10/07/2018	10:02:30	0.5	29	46	3.1	46.1	92.100	47	8.6	17.2	0.0125	0.0518411
	10:03:30	1	29	46	3.1	46.1	92.100	47	8.6	8.6	0.0125	0.0366572
	10:04:30	2	29	45	3.1	45.1	90.100	46	8.8	4.4	0.0125	0.0262202
	10:06:30	4	29	45	3.1	45.1	90.100	46	8.8	2.2	0.0125	0.0185405
	10:10:30	8	29	43	3.1	43.1	86.100	44	9.1	1.1375	0.0125	0.0133317
	10:14:30	12	29	43	3.1	43.1	86.100	44	9.1	0.7583333	0.0125	0.0108853
	10:17:30	15	29	42	3.1	42.1	84.100	43	9.2	0.6133333	0.0125	0.0097895
	10:32:30	30	29	39	3.1	39.1	78.100	40	9.7	0.3233333	0.0125	0.0071078
	11:02:30	60	30	36	3.8	36.8	73.600	37	10.2	0.17	0.0124	0.0051127
	12:02:30	120	30	33	3.8	33.8	67.600	34	10.7	0.0891667	0.0124	0.0037027
11/07/2018	10:02:30	1440	29	25	3.05	25.1	50.100	26	12	0.0083333	0.0125	0.0011411



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	38
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.56 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
11/07/2018	9:00:00	0.5	28	24	2.5	23.5	47.940	25	12.2	24.4	0.0128	0.0632273
	9:01:00	1	28	23	2.5	22.5	45.900	24	12.4	12.4	0.0128	0.0450735
	9:02:00	2	28	22	2.5	21.5	43.860	23	12.5	6.25	0.0128	0.032
	9:04:00	4	28	20	2.5	19.5	39.780	21	12.9	3.225	0.0128	0.0229866
	9:08:00	8	28	18	2.5	17.5	35.700	19	13.2	1.65	0.0128	0.0164419
	9:12:00	12	28	18	2.5	17.5	35.700	19	13.2	1.1	0.0128	0.0134248
	9:15:00	15	28	18	2.5	17.5	35.700	19	13.2	0.88	0.0128	0.0120075
	9:30:00	30	28	16	2.5	15.5	31.620	17	13.5	0.45	0.0128	0.0085865
	10:00:00	60	29	16	3.1	16.1	32.742	17	13.5	0.225	0.0127	0.0060241
	11:00:00	120	30	15	3.8	15.8	32.232	16	13.7	0.1141667	0.0126	0.0042574
12/07/2018	9:00:00	1440	28	12	2.5	11.5	23.460	13	14.2	0.0098611	0.0128	0.0012711



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	39
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
11/07/2018	9:12:30	0.5	28	43	2.5	42.5	86.700	44	9.1	18.2	0.0128	0.0546067
	9:13:30	1	28	42	2.5	41.5	84.660	43	9.2	9.2	0.0128	0.0388243
	9:14:30	2	28	41	2.5	40.5	82.620	42	9.4	4.7	0.0128	0.0277497
	9:16:30	4	28	40	2.5	39.5	80.580	41	9.6	2.4	0.0128	0.0198297
	9:20:30	8	28	38	2.5	37.5	76.500	39	9.9	1.2375	0.0128	0.0142391
	9:24:30	12	28	37	2.5	36.5	74.460	38	10.1	0.8416667	0.0128	0.011743
	9:27:30	15	28	37	2.5	36.5	74.460	38	10.1	0.6733333	0.0128	0.0105033
	9:42:30	30	28	35	2.5	34.5	70.380	36	10.4	0.3466667	0.0128	0.0075364
	10:12:30	60	29	33	3.1	33.1	67.422	34	10.7	0.1783333	0.0127	0.0053632
	11:12:30	120	30	31	3.8	31.8	64.872	32	11.1	0.0925	0.0126	0.0038321
12/07/2018	9:12:30	1440	28	25	2.5	24.5	49.980	26	12	0.0083333	0.0128	0.0011685



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	40
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.6 $\alpha =$ 1.01 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
11/07/2018	9:25:00	0.5	28	50	2.5	49.5	99.990	51	7.9	15.8	0.0126	0.050084
	9:26:00	1	28	50	2.5	49.5	99.990	51	7.9	7.9	0.0126	0.0354147
	9:27:00	2	28	50	2.5	49.5	99.990	51	7.9	3.95	0.0126	0.025042
	9:29:00	4	28	50	2.5	49.5	99.990	51	7.9	1.975	0.0126	0.0177074
	9:33:00	8	28	50	2.5	49.5	99.990	51	7.9	0.9875	0.0126	0.012521
	9:37:00	12	28	49	2.5	48.5	97.970	50	8.1	0.675	0.0126	0.010352
	9:40:00	15	28	49	2.5	48.5	97.970	50	8.1	0.54	0.0126	0.0092591
	9:55:00	30	28	48	2.5	47.5	95.950	49	8.3	0.2766667	0.0126	0.0066275
	10:25:00	60	29	47	3.1	47.1	95.041	48	8.4	0.14	0.0125	0.0046771
	11:25:00	120	30	44	3.8	44.8	90.496	45	8.9	0.0741667	0.0124	0.0033377
12/07/2018	9:25:00	1440	28	34	2.5	33.5	67.670	35	10.6	0.0073611	0.0126	0.001081



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	41
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.53 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
11/07/2018	9:37:30	0.5	28	48	2.5	47.5	97.850	49	8.3	16.6	0.013	0.052966
	9:38:30	1	28	48	2.5	47.5	97.850	49	8.3	8.3	0.013	0.0374526
	9:39:30	2	28	47	2.5	46.5	95.790	48	8.4	4.2	0.013	0.0266421
	9:41:30	4	28	47	2.5	46.5	95.790	48	8.4	2.1	0.013	0.0188388
	9:45:30	8	28	46	2.5	45.5	93.730	47	8.6	1.075	0.013	0.0134787
	9:49:30	12	28	46	2.5	45.5	93.730	47	8.6	0.7166667	0.013	0.0110053
	9:52:30	15	28	45	2.5	44.5	91.670	46	8.8	0.5866667	0.013	0.0099572
	10:07:30	30	28	44	2.5	43.5	89.610	45	8.9	0.2966667	0.013	0.0070807
	10:37:30	60	29	41	3.1	41.1	84.563	42	9.4	0.1566667	0.0129	0.005106
	11:37:30	120	30	38	3.8	38.8	79.928	39	9.9	0.0825	0.0128	0.0036765
12/07/2018	9:37:30	1440	28	28	2.5	27.5	56.650	29	11.5	0.0079861	0.013	0.0011617



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	42
SECTOR	Los Vados	PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.5 $\alpha =$ 1.04 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
11/07/2018	9:50:00	0.5	28	40	2.5	39.5	82.160	41	9.6	19.2	0.013	0.0569631
	9:51:00	1	28	40	2.5	39.5	82.160	41	9.6	9.6	0.013	0.040279
	9:52:00	2	28	39	2.5	38.5	80.080	40	9.7	4.85	0.013	0.0286295
	9:54:00	4	28	39	2.5	38.5	80.080	40	9.7	2.425	0.013	0.0202441
	9:58:00	8	28	38	2.5	37.5	78.000	39	9.9	1.2375	0.013	0.0144616
	10:02:00	12	28	38	2.5	37.5	78.000	39	9.9	0.825	0.013	0.0118078
	10:05:00	15	28	37	2.5	36.5	75.920	38	10.1	0.6733333	0.013	0.0106674
	10:20:00	30	29	35	3.1	35.1	72.904	36	10.4	0.3466667	0.0129	0.0075953
	10:50:00	60	30	32	3.8	32.8	68.224	33	10.9	0.1816667	0.0128	0.0054557
	11:50:00	120	30	30	3.8	30.8	64.064	31	11.2	0.0933333	0.0128	0.0039105
12/07/2018	9:50:00	1440	28	21	2.5	20.5	42.640	22	12.7	0.0088194	0.013	0.0012209



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	43
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.58 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
14/08/2018	13:40:00	0.5	30	31	3.8	31.8	64.872	32	11.1	22.2	0.0126	0.0593673
	13:41:00	1	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	11.2	0.0126	0.0421677
	13:42:00	2	30	29	3.8	29.8	60.792	30	11.4	5.7	0.0126	0.0300821
	13:44:00	4	30	28	3.8	28.8	58.752	29	11.5	2.875	0.0126	0.0213643
	13:48:00	8	30	27	3.8	27.8	56.712	28	11.7	1.4625	0.0126	0.0152377
	13:52:00	12	30	26	3.8	26.8	54.672	27	11.9	0.9916667	0.0126	0.0125474
	13:55:00	15	30	26	3.8	26.8	54.672	27	11.9	0.7933333	0.0126	0.0112227
	14:10:00	30	30	25	3.8	25.8	52.632	26	12	0.4	0.0126	0.0079689
	14:40:00	60	30	24	3.8	24.8	50.592	25	12.2	0.2033333	0.0126	0.0056817
	15:40:00	120	29	22	3.05	22.1	44.982	23	12.5	0.1041667	0.0127	0.0040989
15/08/2018	13:40:00	1440	28	18	2.5	17.5	35.700	19	13.2	0.0091667	0.0128	0.0012255



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	44
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
14/08/2018	13:52:30	0.5	30	42	3.8	42.8	88.168	43	9.2	18.4	0.0128	0.0549059
	13:53:30	1	30	40	3.8	40.8	84.048	41	9.6	9.6	0.0128	0.0396593
	13:54:30	2	30	39	3.8	39.8	81.988	40	9.7	4.85	0.0128	0.0281891
	13:56:30	4	30	37	3.8	37.8	77.868	38	10.1	2.525	0.0128	0.0203395
	14:00:30	8	30	35	3.8	35.8	73.748	36	10.4	1.3	0.0128	0.0145942
	14:04:30	12	30	35	3.8	35.8	73.748	36	10.4	0.8666667	0.0128	0.0119162
	14:07:30	15	30	35	3.8	35.8	73.748	36	10.4	0.6933333	0.0128	0.0106581
	14:22:30	30	30	32	3.8	32.8	67.568	33	10.9	0.3633333	0.0128	0.0077155
	14:52:30	60	30	30	3.8	30.8	63.448	31	11.2	0.1866667	0.0128	0.0055302
	15:52:30	120	29	28	3.05	28.1	57.783	29	11.5	0.0958333	0.0129	0.0039934
15/08/2018	13:52:30	1440	28	22	2.5	21.5	44.290	23	12.5	0.0086806	0.013	0.0012112



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	45
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.54 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
14/08/2018	14:05:00	0.5	30	33	3.8	33.8	69.628	34	10.7	21.4	0.0128	0.059213
	14:06:00	1	30	32	3.8	32.8	67.568	33	10.9	10.9	0.0128	0.0422594
	14:07:00	2	30	31	3.8	31.8	65.508	32	11.1	5.55	0.0128	0.0301548
	14:09:00	4	30	31	3.8	31.8	65.508	32	11.1	2.775	0.0128	0.0213227
	14:13:00	8	30	30	3.8	30.8	63.448	31	11.2	1.4	0.0128	0.0151452
	14:17:00	12	30	29	3.8	29.8	61.388	30	11.4	0.95	0.0128	0.0124759
	14:20:00	15	30	29	3.8	29.8	61.388	30	11.4	0.76	0.0128	0.0111588
	14:35:00	30	30	28	3.8	28.8	59.328	29	11.5	0.3833333	0.0128	0.007925
	15:05:00	60	30	25	3.8	25.8	53.148	26	12	0.2	0.0128	0.0057243
	16:05:00	120	29	24	3.05	24.1	49.543	25	12.2	0.1016667	0.0129	0.0041132
15/08/2018	14:05:00	1440	28	18	2.5	17.5	36.050	19	13.2	0.0091667	0.013	0.0012447



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vg.ada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	46
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
14/08/2018	14:17:30	0.5	30	38	3.8	38.8	79.152	39	9.9	19.8	0.0126	0.0560665
	14:18:30	1	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	10.1	0.0126	0.0400434
	14:19:30	2	30	36	3.8	36.8	75.072	37	10.2	5.1	0.0126	0.0284548
	14:21:30	4	30	35	3.8	35.8	73.032	36	10.4	2.6	0.0126	0.0203169
	14:25:30	8	30	34	3.8	34.8	70.992	35	10.6	1.325	0.0126	0.0145037
	14:29:30	12	30	33	3.8	33.8	68.952	34	10.7	0.8916667	0.0126	0.0118979
	14:32:30	15	30	33	3.8	33.8	68.952	34	10.7	0.7133333	0.0126	0.0106418
	14:47:30	30	30	31	3.8	31.8	64.872	32	11.1	0.37	0.0126	0.0076643
	15:17:30	60	30	29	3.8	29.8	60.792	30	11.4	0.19	0.0126	0.0054922
	16:17:30	120	29	27	3.05	27.1	55.182	28	11.7	0.0975	0.0127	0.0039656
15/08/2018	14:17:30	1440	28	22	2.5	21.5	43.860	23	12.5	0.0086806	0.0128	0.0011926



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	47
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.56 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	Lt	K de tabla	D (mm)
14/08/2018	14:30:00	0.5	30	48	3.8	48.8	99.552	49	8.3	16.6	0.0126	0.0513363
	14:31:00	1	30	47	3.8	47.8	97.512	48	8.4	8.4	0.0126	0.0365183
	14:32:00	2	30	46	3.8	46.8	95.472	47	8.6	4.3	0.0126	0.0261279
	14:34:00	4	30	46	3.8	46.8	95.472	47	8.6	2.15	0.0126	0.0184752
	14:38:00	8	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	1.1	0.0126	0.013215
	14:42:00	12	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	0.7333333	0.0126	0.01079
	14:45:00	15	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	0.5866667	0.0126	0.0096509
	15:00:00	30	30	42	3.8	42.8	87.312	43	9.2	0.3066667	0.0126	0.0069776
	15:30:00	60	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	0.1683333	0.0126	0.0051696
	16:30:00	120	29	32	3.05	32.1	65.382	33	10.9	0.0908333	0.0127	0.0038276
15/08/2018	14:30:00	1440	28	19	2.5	18.5	37.740	20	13	0.0090278	0.0128	0.0012162



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada por el Ministerio de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	48
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.51 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
14/08/2018	14:42:30	0.5	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	15.8	0.0128	0.050879
	14:43:30	1	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	7.9	0.0128	0.0359769
	14:44:30	2	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	3.95	0.0128	0.0254395
	14:46:30	4	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	1.975	0.0128	0.0179884
	14:50:30	8	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	0.9875	0.0128	0.0127197
	14:54:30	12	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	0.6583333	0.0128	0.0103856
	14:57:30	15	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	0.5266667	0.0128	0.0092892
	15:12:30	30	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	0.2766667	0.0128	0.0067327
	15:42:30	60	30	46	3.8	46.8	96.408	47	8.6	0.1433333	0.0128	0.004846
	16:42:30	120	29	43	3.05	43.1	88.683	44	9.1	0.0758333	0.0129	0.0035524
15/08/2018	14:42:30	1440	28	30	2.5	29.5	60.770	31	11.2	0.0077778	0.013	0.0011465



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	49
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
14/08/2018	14:55:00	0.5	30	40	3.8	40.8	84.048	41	9.6	19.2	0.0128	0.0560868
	14:56:00	1	30	39	3.8	39.8	81.988	40	9.7	9.7	0.0128	0.0398654
	14:57:00	2	30	38	3.8	38.8	79.928	39	9.9	4.95	0.0128	0.0284782
	14:59:00	4	30	38	3.8	38.8	79.928	39	9.9	2.475	0.0128	0.0201371
	15:03:00	8	30	36	3.8	36.8	75.808	37	10.2	1.275	0.0128	0.0144532
	15:07:00	12	30	36	3.8	36.8	75.808	37	10.2	0.85	0.0128	0.011801
	15:10:00	15	30	35	3.8	35.8	73.748	36	10.4	0.6933333	0.0128	0.0106581
	15:25:00	30	30	33	3.8	33.8	69.628	34	10.7	0.3566667	0.0128	0.0076444
	15:55:00	60	29	31	3.1	31.1	63.963	32	11.1	0.185	0.0129	0.0055485
	16:55:00	120	29	29	3.05	29.1	59.843	30	11.4	0.095	0.0129	0.003976
15/08/2018	14:55:00	1440	30	23	3.8	23.8	49.028	24	12.4	0.0086111	0.0128	0.0011878



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	50
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.53 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
16/08/2018	13:15:00	0.5	30	26	3.8	26.8	55.208	27	11.9	23.8	0.0128	0.0624451
	13:16:00	1	30	25	3.8	25.8	53.148	26	12	12	0.0128	0.0443405
	13:17:00	2	30	24	3.8	24.8	51.088	25	12.2	6.1	0.0128	0.0316137
	13:19:00	4	30	23	3.8	23.8	49.028	24	12.4	3.1	0.0128	0.0225367
	13:23:00	8	30	22	3.8	22.8	46.968	23	12.5	1.5625	0.0128	0.016
	13:27:00	12	30	21	3.8	21.8	44.908	22	12.7	1.0583333	0.0128	0.013168
	13:30:00	15	30	21	3.8	21.8	44.908	22	12.7	0.8466667	0.0128	0.0117779
	13:45:00	30	30	21	3.8	21.8	44.908	22	12.7	0.4233333	0.0128	0.0083282
	14:15:00	60	30	20	3.8	20.8	42.848	21	12.9	0.215	0.0128	0.0059351
	15:15:00	120	30	18	3.8	18.8	38.728	19	13.2	0.11	0.0128	0.0042453
17/08/2018	13:15:00	1440	28	15	2.5	14.5	29.870	16	13.7	0.0095139	0.013	0.001268



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	51
SECTOR	Valles del Rodeo	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/08/2018	13:27:30	0.5	30	27	3.8	27.8	57.268	28	11.7	23.4	0.0128	0.0619181
	13:28:30	1	30	26	3.8	26.8	55.208	27	11.9	11.9	0.0128	0.0441554
	13:29:30	2	30	25	3.8	25.8	53.148	26	12	6	0.0128	0.0313535
	13:31:30	4	30	24	3.8	24.8	51.088	25	12.2	3.05	0.0128	0.0223542
	13:35:30	8	30	23	3.8	23.8	49.028	24	12.4	1.55	0.0128	0.0159359
	13:39:30	12	30	23	3.8	23.8	49.028	24	12.4	1.0333333	0.0128	0.0130116
	13:42:30	15	30	23	3.8	23.8	49.028	24	12.4	0.8266667	0.0128	0.0116379
	13:57:30	30	30	22	3.8	22.8	46.968	23	12.5	0.4166667	0.0128	0.0082624
	14:27:30	60	30	21	3.8	21.8	44.908	22	12.7	0.2116667	0.0128	0.0058889
	15:27:30	120	29	19	3.05	19.1	39.243	20	13	0.1083333	0.0129	0.0042459
18/08/2018	13:27:30	1440	30	16	3.8	16.8	34.608	17	13.5	0.009375	0.0128	0.0012394



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada por el Ministerio de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	52
SECTOR	La Fortaleza	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/08/2018	13:40:00	0.5	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	17.6	0.0126	0.05286
	13:41:00	1	30	43	3.8	43.8	89.352	44	9.1	9.1	0.0126	0.0380094
	13:42:00	2	30	42	3.8	42.8	87.312	43	9.2	4.6	0.0126	0.027024
	13:44:00	4	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	2.35	0.0126	0.0193154
	13:48:00	8	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	1.2	0.0126	0.0138026
	13:52:00	12	30	38	3.8	38.8	79.152	39	9.9	0.825	0.0126	0.0114445
	13:55:00	15	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	0.6733333	0.0126	0.0103392
	14:10:00	30	30	33	3.8	33.8	68.952	34	10.7	0.3566667	0.0126	0.0075249
	14:40:00	60	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	0.1866667	0.0126	0.0054438
	15:40:00	120	29	25	3.05	25.1	51.102	26	12	0.1	0.0127	0.0040161
18/08/2018	13:40:00	1440	30	14	3.8	14.8	30.192	15	13.8	0.0095833	0.0126	0.0012335



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	53
SECTOR	La Fortaleza	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.53 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	Lt	K de tabla	D (mm)
16/08/2018	13:52:30	0.5	30	50	3.8	50.8	104.648	51	7.9	15.8	0.0128	0.050879
	13:53:30	1	30	49	3.8	49.8	102.588	50	8.1	8.1	0.0128	0.0364294
	13:54:30	2	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	4.15	0.0128	0.0260756
	13:56:30	4	30	48	3.8	48.8	100.528	49	8.3	2.075	0.0128	0.0184382
	14:00:30	8	30	47	3.8	47.8	98.468	48	8.4	1.05	0.0128	0.0131161
	14:04:30	12	30	46	3.8	46.8	96.408	47	8.6	0.7166667	0.0128	0.010836
	14:07:30	15	30	46	3.8	46.8	96.408	47	8.6	0.5733333	0.0128	0.009692
	14:22:00	30	30	43	3.8	43.8	90.228	44	9.1	0.3033333	0.0128	0.0070497
	14:52:00	60	30	39	3.8	39.8	81.988	40	9.7	0.1616667	0.0128	0.0051466
	15:52:00	120	29	34	3.05	34.1	70.143	35	10.6	0.0883333	0.0129	0.003834
17/08/2018	13:52:00	1440	30	18	3.8	18.8	38.728	19	13.2	0.0091667	0.0128	0.0012255



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	54
SECTOR	La Fortaleza	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.55 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
16/08/2018	14:05:00	0.5	30	46	3.8	46.8	95.472	47	8.6	17.2	0.0126	0.0522558
	14:06:00	1	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	8.8	0.0126	0.0373776
	14:07:00	2	30	44	3.8	44.8	91.392	45	8.9	4.45	0.0126	0.0265797
	14:09:00	4	30	44	3.8	44.8	91.392	45	8.9	2.225	0.0126	0.0187947
	14:13:00	8	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	1.175	0.0126	0.0136581
	14:17:00	12	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	0.8	0.0126	0.0112698
	14:20:00	15	30	39	3.8	39.8	81.192	40	9.7	0.6466667	0.0126	0.0101324
	14:35:00	30	30	35	3.8	35.8	73.032	36	10.4	0.3466667	0.0126	0.0074187
	15:05:00	60	30	31	3.8	31.8	64.872	32	11.1	0.185	0.0126	0.0054195
	16:05:00	120	29	26	3.05	26.1	53.142	27	11.9	0.0991667	0.0127	0.0039993
17/08/2018	14:05:00	1440	30	15	3.8	15.8	32.232	16	13.7	0.0095139	0.0126	0.001229



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	55
SECTOR	La Fortaleza	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.64 $\alpha =$ 1 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
17/08/2018	14:17:30	0.5	30	45	3.8	45.8	91.600	46	8.8	17.6	0.0124	0.0520209
	14:18:30	1	30	44	3.8	44.8	89.600	45	8.9	8.9	0.0124	0.0369928
	14:19:30	2	30	42	3.8	42.8	85.600	43	9.2	4.6	0.0124	0.026595
	14:21:30	4	30	41	3.8	41.8	83.600	42	9.4	2.35	0.0124	0.0190088
	14:25:30	8	30	39	3.8	39.8	79.600	40	9.7	1.2125	0.0124	0.0136541
	14:29:30	12	30	38	3.8	38.8	77.600	39	9.9	0.825	0.0124	0.0112629
	14:32:30	15	30	37	3.8	37.8	75.600	38	10.1	0.6733333	0.0124	0.0101751
	14:47:30	30	30	35	3.8	35.8	71.600	36	10.4	0.3466667	0.0124	0.0073009
	15:17:30	60	30	33	3.8	33.8	67.600	34	10.7	0.1783333	0.0124	0.0052365
	16:17:30	120	29	30	3.05	30.1	60.100	31	11.2	0.0933333	0.0125	0.0038188
18/08/2018	14:17:30	1440	30	20	3.8	20.8	41.600	21	12.9	0.0089583	0.0124	0.0011736



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	56
SECTOR	La Fortaleza	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
16/08/2018	14:30:00	0.5	30	47	3.8	47.8	98.468	48	8.4	16.8	0.0128	0.0524644
	14:31:00	1	30	46	3.8	46.8	96.408	47	8.6	8.6	0.0128	0.037537
	14:32:00	2	30	45	3.8	45.8	94.348	46	8.8	4.4	0.0128	0.0268495
	14:34:00	4	30	43	3.8	43.8	90.228	44	9.1	2.275	0.0128	0.0193064
	14:38:00	8	30	40	3.8	40.8	84.048	41	9.6	1.2	0.0128	0.0140217
	14:42:00	12	30	37	3.8	37.8	77.868	38	10.1	0.8416667	0.0128	0.011743
	14:45:00	15	30	35	3.8	35.8	73.748	36	10.4	0.6933333	0.0128	0.0106581
	15:00:00	30	30	32	3.8	32.8	67.568	33	10.9	0.3633333	0.0128	0.0077155
	15:30:00	60	30	29	3.8	29.8	61.388	30	11.4	0.19	0.0128	0.0055794
	16:30:00	120	29	25	3.05	25.1	51.603	26	12	0.1	0.0129	0.0040793
17/08/2018	14:30:00	1440	29	11	3.05	11.1	22.763	12	14.3	0.0099306	0.0129	0.0012855



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	57
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
29/08/2018	12:15:00	0.5	30	36	3.8	36.8	75.808	37	10.2	20.4	0.0128	0.0578129
	12:16:00	1	30	34	3.8	34.8	71.688	35	10.6	10.6	0.0128	0.0416738
	12:17:00	2	30	33	3.8	33.8	69.628	34	10.7	5.35	0.0128	0.0296065
	12:19:00	4	30	31	3.8	31.8	65.508	32	11.1	2.775	0.0128	0.0213227
	12:23:00	8	30	30	3.8	30.8	63.448	31	11.2	1.4	0.0128	0.0151452
	12:27:00	12	30	28	3.8	28.8	59.328	29	11.5	0.9583333	0.0128	0.0125305
	12:30:00	15	30	28	3.8	28.8	59.328	29	11.5	0.7666667	0.0128	0.0112076
	12:45:00	30	30	26	3.8	26.8	55.208	27	11.9	0.3966667	0.0128	0.0080616
	13:15:00	60	30	24	3.8	24.8	51.088	25	12.2	0.2033333	0.0128	0.0057718
	14:15:00	120	29	20	3.05	20.1	41.303	21	12.9	0.1075	0.0129	0.0042295
30/08/2018	12:15:00	1440	28	10	2.5	9.5	19.570	11	14.5	0.0100694	0.013	0.0013045



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	58
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.56 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
29/08/2018	12:27:30	0.5	30	42	3.8	42.8	87.312	43	9.2	18.4	0.0126	0.054048
	12:28:30	1	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	9.4	0.0126	0.0386309
	12:29:30	2	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	4.8	0.0126	0.0276052
	12:31:30	4	30	38	3.8	38.8	79.152	39	9.9	2.475	0.0126	0.0198225
	12:35:30	8	30	36	3.8	36.8	75.072	37	10.2	1.275	0.0126	0.0142274
	12:39:30	12	30	35	3.8	35.8	73.032	36	10.4	0.8666667	0.0126	0.01173
	12:42:30	15	30	35	3.8	35.8	73.032	36	10.4	0.6933333	0.0126	0.0104916
	12:57:30	30	30	33	3.8	33.8	68.952	34	10.7	0.3566667	0.0126	0.0075249
	13:27:30	60	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	0.1866667	0.0126	0.0054438
	14:27:30	120	30	27	3.8	27.8	56.712	28	11.7	0.0975	0.0126	0.0039343
30/08/2018	12:27:30	1440	29	16	3.05	16.1	32.742	17	13.5	0.009375	0.0127	0.0012297



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	59
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
29/08/2018	12:40:00	0.5	30	39	3.8	39.8	81.988	40	9.7	19.4	0.0128	0.0563782
	12:41:00	1	30	38	3.8	38.8	79.928	39	9.9	9.9	0.0128	0.0402743
	12:42:00	2	30	37	3.8	37.8	77.868	38	10.1	5.05	0.0128	0.0287644
	12:44:00	4	30	36	3.8	36.8	75.808	37	10.2	2.55	0.0128	0.02044
	12:48:00	8	30	34	3.8	34.8	71.688	35	10.6	1.325	0.0128	0.0147339
	12:52:00	12	30	33	3.8	33.8	69.628	34	10.7	0.8916667	0.0128	0.0120868
	12:55:00	15	30	33	3.8	33.8	69.628	34	10.7	0.7133333	0.0128	0.0108108
	13:10:00	30	30	31	3.8	31.8	65.508	32	11.1	0.37	0.0128	0.0077859
	13:40:00	60	30	28	3.8	28.8	59.328	29	11.5	0.1916667	0.0128	0.0056038
	14:40:00	120	30	25	3.8	25.8	53.148	26	12	0.1	0.0128	0.0040477
30/08/2018	12:40:00	1440	29	13	3.05	13.1	26.883	14	14	0.0097222	0.0129	0.001272



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	60
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	Lt	K de tabla	D (mm)
29/08/2018	12:52:30	0.5	30	33	3.8	33.8	68.952	34	10.7	21.4	0.0126	0.0582878
	12:53:30	1	30	31	3.8	31.8	64.872	32	11.1	11.1	0.0126	0.041979
	12:54:30	2	30	29	3.8	29.8	60.792	30	11.4	5.7	0.0126	0.0300821
	12:56:30	4	30	27	3.8	27.8	56.712	28	11.7	2.925	0.0126	0.0215493
	13:00:30	8	30	24	3.8	24.8	50.592	25	12.2	1.525	0.0126	0.0155599
	13:04:30	12	30	23	3.8	23.8	48.552	24	12.4	1.0333333	0.0126	0.0128083
	13:07:30	15	30	23	3.8	23.8	48.552	24	12.4	0.8266667	0.0126	0.0114561
	13:22:30	30	30	21	3.8	21.8	44.472	22	12.7	0.4233333	0.0126	0.0081981
	13:52:30	60	30	19	3.8	19.8	40.392	20	13	0.2166667	0.0126	0.005865
	14:52:30	120	30	17	3.8	17.8	36.312	18	13.3	0.1108333	0.0126	0.0041947
30/08/2018	12:52:30	1440	29	10	3.05	10.1	20.502	11	14.5	0.0100694	0.0127	0.0012744



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	61
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°. 152 H **Gs de los sólidos =** 2.55 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
29/08/2018	13:05:00	0.5	30	46	3.8	46.8	95.472	47	8.6	17.2	0.0126	0.0522558
	13:06:00	1	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	8.8	0.0126	0.0373776
	13:07:00	2	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	4.4	0.0126	0.02643
	13:09:00	4	30	44	3.8	44.8	91.392	45	8.9	2.225	0.0126	0.0187947
	13:13:00	8	30	43	3.8	43.8	89.352	44	9.1	1.1375	0.0126	0.0134384
	13:17:00	12	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	0.7833333	0.0126	0.0111518
	13:20:00	15	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	0.6266667	0.0126	0.0099744
	13:35:00	30	30	38	3.8	38.8	79.152	39	9.9	0.33	0.0126	0.0072381
	14:05:00	60	30	34	3.8	34.8	70.992	35	10.6	0.1766667	0.0126	0.005296
	15:05:00	120	29	30	3.05	30.1	61.302	31	11.2	0.0933333	0.0127	0.0038799
30/08/2018	13:05:00	1440	28	17	2.5	16.5	33.660	18	13.3	0.0092361	0.0128	0.0012301



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada por el Ministerio de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	62
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.69 $\alpha =$ 0.99 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
29/08/2018	13:17:30	0.5	30	43	3.8	43.8	86.724	44	9.1	18.2	0.0122	0.052047
	13:18:30	1	30	42	3.8	42.8	84.744	43	9.2	9.2	0.0122	0.0370044
	13:19:30	2	30	40	3.8	40.8	80.784	41	9.6	4.8	0.0122	0.0267289
	13:21:30	4	30	39	3.8	39.8	78.804	40	9.7	2.425	0.0122	0.0189983
	13:25:30	8	30	38	3.8	38.8	76.824	39	9.9	1.2375	0.0122	0.0135716
	13:29:30	12	30	36	3.8	36.8	72.864	37	10.2	0.85	0.0122	0.0112478
	13:32:30	15	30	36	3.8	36.8	72.864	37	10.2	0.68	0.0122	0.0100604
	13:47:30	30	30	33	3.8	33.8	66.924	34	10.7	0.3566667	0.0122	0.007286
	14:17:30	60	30	30	3.8	30.8	60.984	31	11.2	0.1866667	0.0122	0.005271
	15:17:30	120	30	26	3.8	26.8	53.064	27	11.9	0.0991667	0.0122	0.0038419
30/08/2018	13:17:30	1440	29	16	3.05	16.1	31.779	17	13.5	0.009375	0.0123	0.0011909



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	63
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
29/08/2018	13:30:00	0.5	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	17.6	0.0126	0.05286
	13:31:00	1	30	43	3.8	43.8	89.352	44	9.1	9.1	0.0126	0.0380094
	13:32:00	2	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	4.7	0.0126	0.0273161
	13:34:00	4	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	2.525	0.0126	0.0200217
	13:38:00	8	30	33	3.8	33.8	68.952	34	10.7	1.3375	0.0126	0.0145719
	13:42:00	12	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	0.9333333	0.0126	0.0121728
	13:45:00	15	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	0.7466667	0.0126	0.0108876
	14:00:00	30	30	25	3.8	25.8	52.632	26	12	0.4	0.0126	0.0079689
	14:30:00	60	30	22	3.8	22.8	46.512	23	12.5	0.2083333	0.0126	0.0057511
	15:30:00	120	29	19	3.05	19.1	38.862	20	13	0.1083333	0.0127	0.0041801
30/08/2018	13:30:00	1440	29	13	3.05	13.1	26.622	14	14	0.0097222	0.0127	0.0012522



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	64
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
30/08/2018	12:15:00	0.5	30	43	3.8	43.8	90.228	44	9.1	18.2	0.0128	0.0546067
	12:16:00	1	30	41	3.8	41.8	86.108	42	9.4	9.4	0.0128	0.0392441
	12:17:00	2	30	39	3.8	39.8	81.988	40	9.7	4.85	0.0128	0.0281891
	12:19:00	4	30	37	3.8	37.8	77.868	38	10.1	2.525	0.0128	0.0203395
	12:23:00	8	30	35	3.8	35.8	73.748	36	10.4	1.3	0.0128	0.0145942
	12:27:00	12	30	34	3.8	34.8	71.688	35	10.6	0.8833333	0.0128	0.0120302
	12:30:00	15	30	34	3.8	34.8	71.688	35	10.6	0.7066667	0.0128	0.0107601
	12:45:00	30	30	32	3.8	32.8	67.568	33	10.9	0.3633333	0.0128	0.0077155
	13:15:00	60	30	30	3.8	30.8	63.448	31	11.2	0.1866667	0.0128	0.0055302
	14:15:00	120	30	28	3.8	28.8	59.328	29	11.5	0.0958333	0.0128	0.0039625
31/08/2018	12:15:00	1440	28	20	2.5	19.5	40.170	21	12.9	0.0089583	0.013	0.0012304



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	65
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.58 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
30/08/2018	12:27:30	0.5	30	47	3.8	47.8	97.512	48	8.4	16.8	0.0126	0.0516446
	12:28:30	1	30	46	3.8	46.8	95.472	47	8.6	8.6	0.0126	0.0369505
	12:29:30	2	30	45	3.8	45.8	93.432	46	8.8	4.4	0.0126	0.02643
	12:31:30	4	30	44	3.8	44.8	91.392	45	8.9	2.225	0.0126	0.0187947
	12:35:30	8	30	42	3.8	42.8	87.312	43	9.2	1.15	0.0126	0.013512
	12:39:30	12	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	0.8	0.0126	0.0112698
	12:42:30	15	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	0.64	0.0126	0.01008
	12:57:30	30	30	36	3.8	36.8	75.072	37	10.2	0.34	0.0126	0.007347
	13:27:30	60	30	34	3.8	34.8	70.992	35	10.6	0.1766667	0.0126	0.005296
	14:27:30	120	29	31	3.05	31.1	63.342	32	11.1	0.0925	0.0127	0.0038626
31/08/2018	12:27:30	1440	30	21	3.8	21.8	44.472	22	12.7	0.0088194	0.0126	0.0011833



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	66
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.57 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
30/08/2018	12:40:00	0.5	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	20.2	0.0126	0.05663
	12:41:00	1	30	36	3.8	36.8	75.072	37	10.2	10.2	0.0126	0.0402412
	12:42:00	2	30	35	3.8	35.8	73.032	36	10.4	5.2	0.0126	0.0287324
	12:44:00	4	30	34	3.8	34.8	70.992	35	10.6	2.65	0.0126	0.0205113
	12:48:00	8	30	32	3.8	32.8	66.912	33	10.9	1.3625	0.0126	0.0147075
	12:52:00	12	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	0.9333333	0.0126	0.0121728
	12:55:00	15	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	0.7466667	0.0126	0.0108876
	13:10:00	30	30	27	3.8	27.8	56.712	28	11.7	0.39	0.0126	0.0078687
	13:40:00	60	30	25	3.8	25.8	52.632	26	12	0.2	0.0126	0.0056349
	14:40:00	120	29	22	3.05	22.1	44.982	23	12.5	0.1041667	0.0127	0.0040989
31/08/2018	12:40:00	1440	30	13	3.8	13.8	28.152	14	14	0.0097222	0.0126	0.0012424



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vía Gladiadora Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	67
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.56 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
30/08/2018	12:52:30	0.5	30	46	3.8	46.8	95.472	47	8.6	17.2	0.0126	0.0522558
	12:53:30	1	30	44	3.8	44.8	91.392	45	8.9	8.9	0.0126	0.0375894
	12:54:30	2	30	43	3.8	43.8	89.352	44	9.1	4.55	0.0126	0.0268767
	12:56:30	4	30	43	3.8	43.8	89.352	44	9.1	2.275	0.0126	0.0190047
	13:00:30	8	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	1.2	0.0126	0.0138026
	13:04:30	12	30	39	3.8	39.8	81.192	40	9.7	0.8083333	0.0126	0.0113283
	13:07:30	15	30	39	3.8	39.8	81.192	40	9.7	0.6466667	0.0126	0.0101324
	13:22:30	30	30	37	3.8	37.8	77.112	38	10.1	0.3366667	0.0126	0.0073109
	13:52:30	60	30	35	3.8	35.8	73.032	36	10.4	0.1733333	0.0126	0.0052458
	14:52:30	120	29	32	3.05	32.1	65.382	33	10.9	0.0908333	0.0127	0.0038276
31/08/2018	12:52:30	1440	29	20	3.05	20.1	40.902	21	12.9	0.0089583	0.0127	0.001202



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	68
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.52 $\alpha =$ 1.03 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
30/08/2018	13:05:00	0.5	30	27	3.8	27.8	57.268	28	11.7	23.4	0.0128	0.0619181
	13:06:00	1	30	26	3.8	26.8	55.208	27	11.9	11.9	0.0128	0.0441554
	13:07:00	2	30	24	3.8	24.8	51.088	25	12.2	6.1	0.0128	0.0316137
	13:09:00	4	30	22	3.8	22.8	46.968	23	12.5	3.125	0.0128	0.0226274
	13:13:00	8	30	20	3.8	20.8	42.848	21	12.9	1.6125	0.0128	0.016254
	13:17:00	12	30	19	3.8	19.8	40.788	20	13	1.0833333	0.0128	0.0133227
	13:20:00	15	30	19	3.8	19.8	40.788	20	13	0.8666667	0.0128	0.0119162
	13:35:00	30	30	17	3.8	17.8	36.668	18	13.3	0.4433333	0.0128	0.0085227
	14:05:00	60	30	16	3.8	16.8	34.608	17	13.5	0.225	0.0128	0.0060716
	15:05:00	120	29	14	3.05	14.1	28.943	15	13.8	0.115	0.0129	0.0043746
31/08/2018	13:05:00	1440	30	10	3.8	10.8	22.248	11	14.5	0.0100694	0.0128	0.0012844



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	69
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.58 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
30/08/2018	13:17:30	0.5	30	32	3.8	32.8	66.912	33	10.9	21.8	0.0126	0.05883
	13:18:30	1	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	11.2	0.0126	0.0421677
	13:19:30	2	30	28	3.8	28.8	58.752	29	11.5	5.75	0.0126	0.0302137
	13:21:30	4	30	26	3.8	26.8	54.672	27	11.9	2.975	0.0126	0.0217327
	13:25:30	8	30	24	3.8	24.8	50.592	25	12.2	1.525	0.0126	0.0155599
	13:29:30	12	30	23	3.8	23.8	48.552	24	12.4	1.0333333	0.0126	0.0128083
	13:32:30	15	30	23	3.8	23.8	48.552	24	12.4	0.8266667	0.0126	0.0114561
	13:47:30	30	30	20	3.8	20.8	42.432	21	12.9	0.43	0.0126	0.0082624
	14:17:30	60	30	19	3.8	19.8	40.392	20	13	0.2166667	0.0126	0.005865
	15:17:30	120	29	17	3.05	17.1	34.782	18	13.3	0.1108333	0.0127	0.004228
31/08/2018	13:17:30	1440	30	11	3.8	11.8	24.072	12	14.3	0.0099306	0.0126	0.0012556



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 123 - 13		APIQUE N°:	70
SECTOR	Pico de Águila	PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Hidrómetro N°: 152 H **Gs de los sólidos =** 2.56 $\alpha =$ 1.02 **Peso del suelo (gr) =** 50
Corrección de cero 3 **Corrección del menisco** 1
Agente dispersante Tripolifosfato de sodio USP **Cantidad** 125 ml de solución

Fecha	Hora de lectura	Tiempo (min)	Temp. °C	R real	Temp. Corregida	Rc	% más fino	R	L de tabla	L/t	K de tabla	D (mm)
30/08/2018	13:30:00	0.5	30	41	3.8	41.8	85.272	42	9.4	18.8	0.0126	0.0546323
	13:31:00	1	30	40	3.8	40.8	83.232	41	9.6	9.6	0.0126	0.0390397
	13:32:00	2	30	38	3.8	38.8	79.152	39	9.9	4.95	0.0126	0.0280332
	13:34:00	4	30	36	3.8	36.8	75.072	37	10.2	2.55	0.0126	0.0201206
	13:38:00	8	30	34	3.8	34.8	70.992	35	10.6	1.325	0.0126	0.0145037
	13:42:00	12	30	33	3.8	33.8	68.952	34	10.7	0.8916667	0.0126	0.0118979
	13:45:00	15	30	32	3.8	32.8	66.912	33	10.9	0.7266667	0.0126	0.0107408
	14:00:00	30	30	30	3.8	30.8	62.832	31	11.2	0.3733333	0.0126	0.0076987
	14:30:00	60	30	28	3.8	28.8	58.752	29	11.5	0.1916667	0.0126	0.0055162
	15:30:00	120	29	25	3.05	25.1	51.102	26	12	0.1	0.0127	0.0040161
31/08/2018	13:30:00	1440	29	17	3.05	17.1	34.782	18	13.3	0.0092361	0.0127	0.0012205

Gravedad específica, Gs.

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

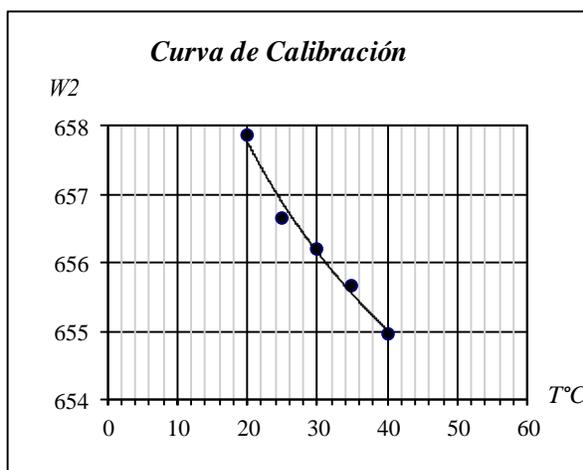
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	1
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	34
Peso del picnómetro con agua (gr)	655.723
N° del recipiente de evaporación (gr)	A-13
Peso del recipiente de evaporación (gr)	67.184
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.233
Peso del suelo seco	97.049
Gravedad específica del agua	0.9944

Gravedad específica del suelo
2.7





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. grado Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

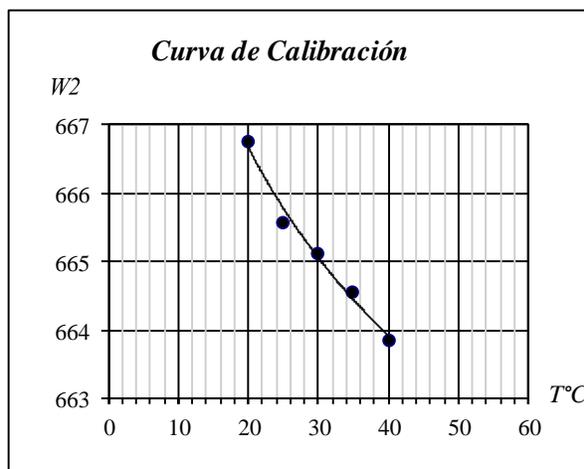
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	2
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	32
Peso del picnómetro con agua (gr)	664.896
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	166.464
Peso del suelo seco	97.592
Gravedad específica del agua	0.9951

Gravedad específica del suelo	2.59
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

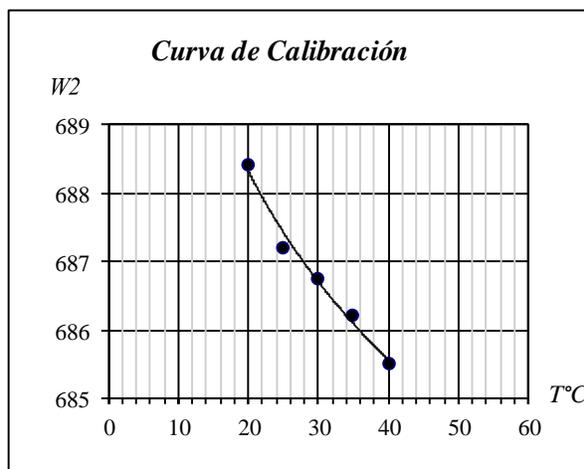
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	3
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	4	Peso del picnómetro (gr)		189.011		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		688.411	687.21	686.758	686.206	685.502

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	743
Temperatura (°C)	31
Peso del picnómetro con agua (gr)	686.681
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	154.083
Peso del suelo seco	92.975
Gravedad específica del agua	0.9954

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

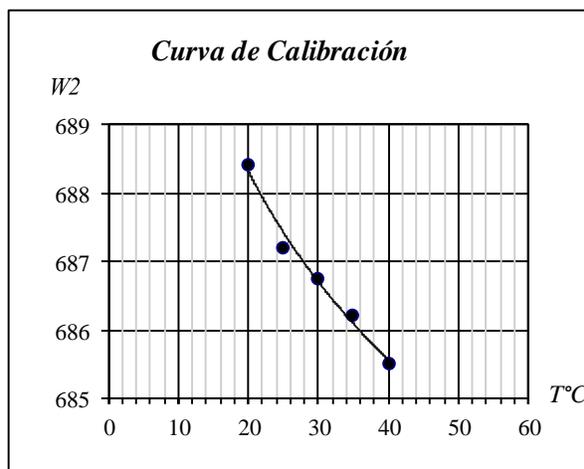
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	4
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	4	Peso del picnómetro (gr)		189.011		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		688.411	687.21	686.758	686.206	685.502

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	743
Temperatura (°C)	30
Peso del picnómetro con agua (gr)	686.817
N° del recipiente de evaporación (gr)	A2
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.969
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.089
Peso del suelo seco	93.12
Gravedad específica del agua	0.9957

Gravedad específica del suelo	2.51
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

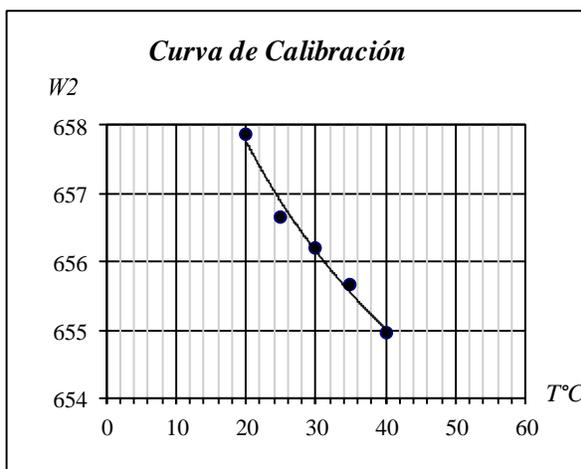
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	5
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	31
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.132
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	167.003
Peso del suelo seco	98.131
Gravedad específica del agua	0.9954

Gravedad específica del suelo	2.62
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. g. ada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

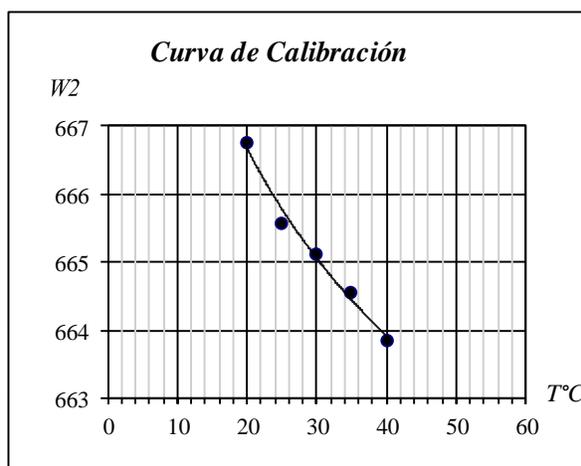
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	6
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)			167.362	
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)			500	
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)			0.0012	
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z-31
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.777
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	165.036
Peso del suelo seco	98.259
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.53
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Gr. ada Mineducac. on

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

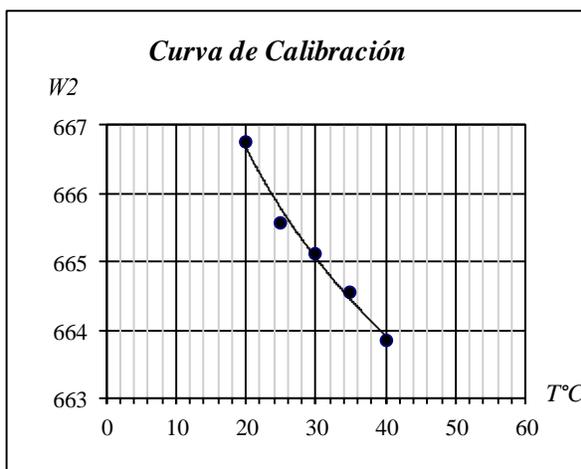
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	7
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	31
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.032
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	156.152
Peso del suelo seco	95.044
Gravedad específica del agua	0.9954

Gravedad específica del suelo	2.7
--------------------------------------	-----





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Gr. ada Mineducac. on

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

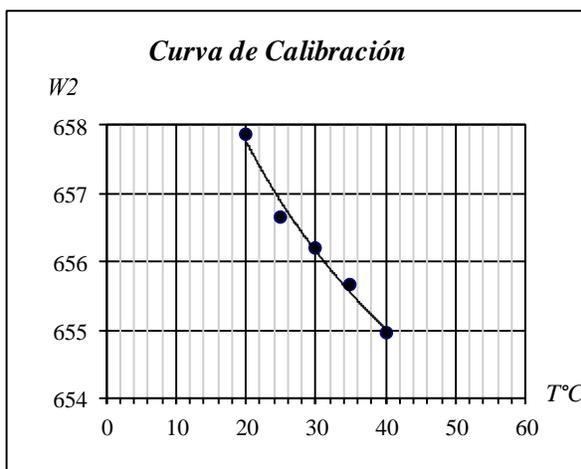
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	8
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	32
Peso del picnómetro con agua (gr)	655.996
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	169.412
Peso del suelo seco	100.54
Gravedad específica del agua	0.9951

Gravedad específica del suelo	2.53
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

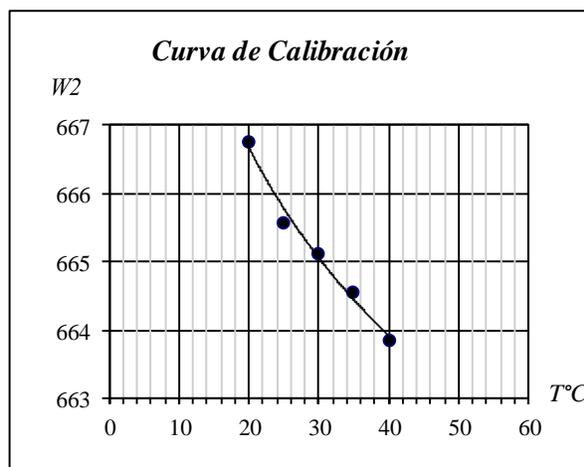
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	9
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	32
Peso del picnómetro con agua (gr)	664.896
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.535
Peso del suelo seco	99.427
Gravedad específica del agua	0.9951

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

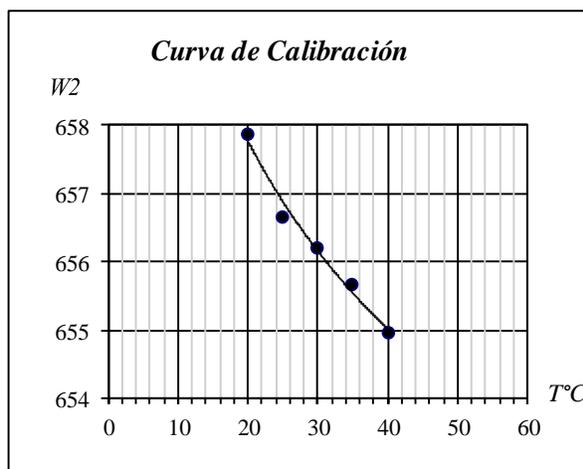
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	10
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	31
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.132
N° del recipiente de evaporación (gr)	G6
Peso del recipiente de evaporación (gr)	99.248
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	196.322
Peso del suelo seco	97.074
Gravedad específica del agua	0.9954

Gravedad específica del suelo	2.67
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Gr. ada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

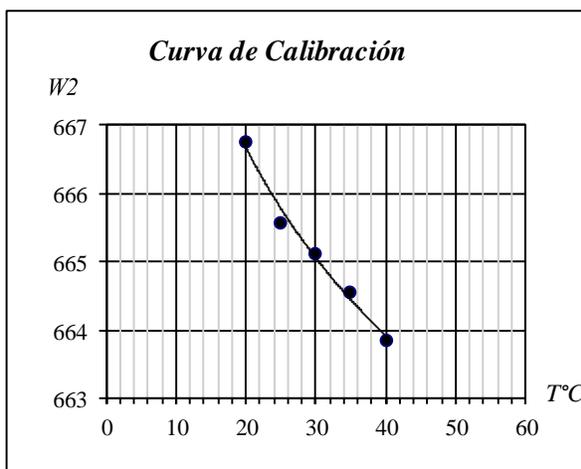
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	11
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)				167.362
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	34
Peso del picnómetro con agua (gr)	664.623
N° del recipiente de evaporación (gr)	H4
Peso del recipiente de evaporación (gr)	94.528
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	191.851
Peso del suelo seco	97.323
Gravedad específica del agua	0.9944

Gravedad específica del suelo	2.62
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

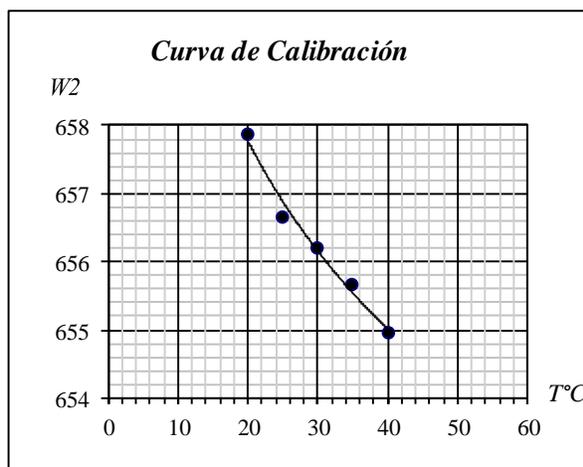
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	12
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.216
Peso del suelo seco	97.048
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.64
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducac.órn</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

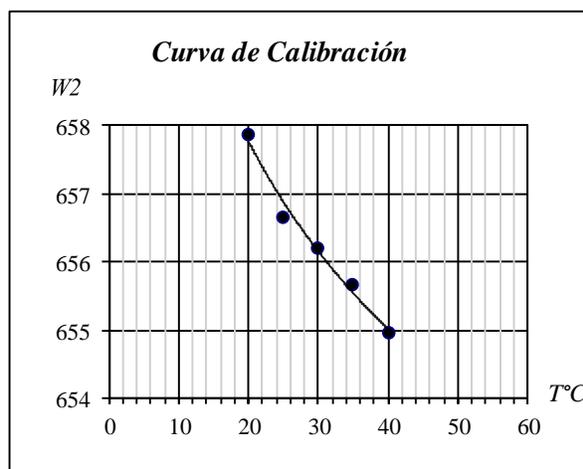
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	13
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.923
Peso del suelo seco	96.051
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.69
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. da Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

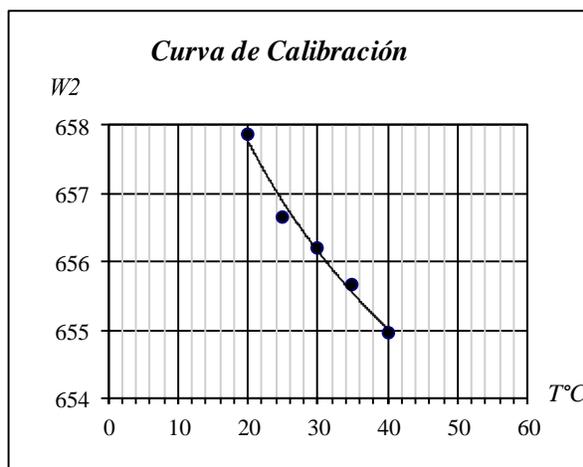
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	14
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	166.681
Peso del suelo seco	97.809
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.6
--------------------------------------	-----



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

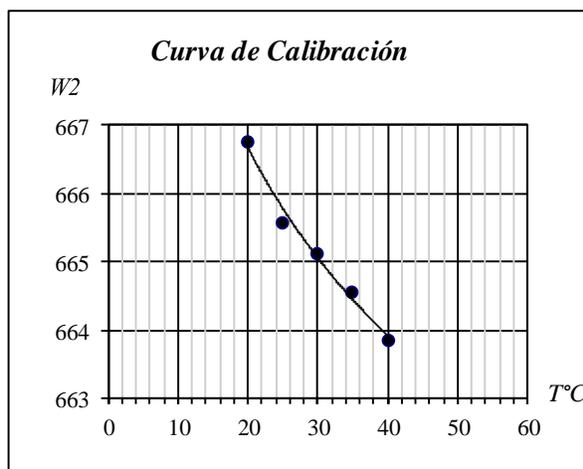
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	15
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	156.523
Peso del suelo seco	95.415
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo
2.65



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. da Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

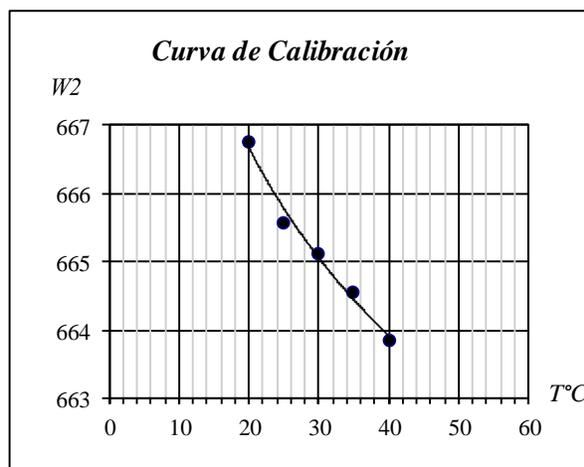
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	16
PROFUNDIDAD (cm):	60	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.578
N° del recipiente de evaporación (gr)	C6
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.25
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	163.331
Peso del suelo seco	97.081
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

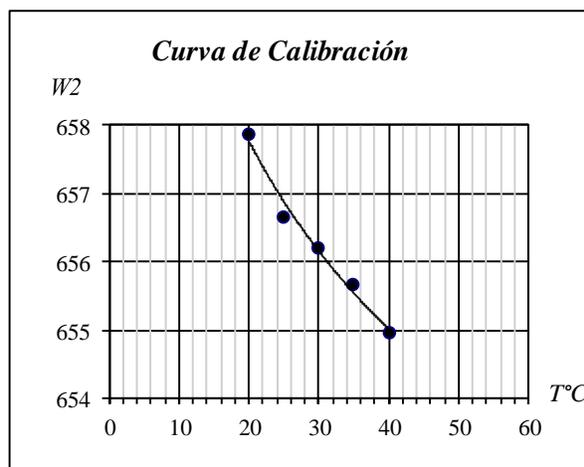
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	17
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	165.725
Peso del suelo seco	96.853
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.64
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. L. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

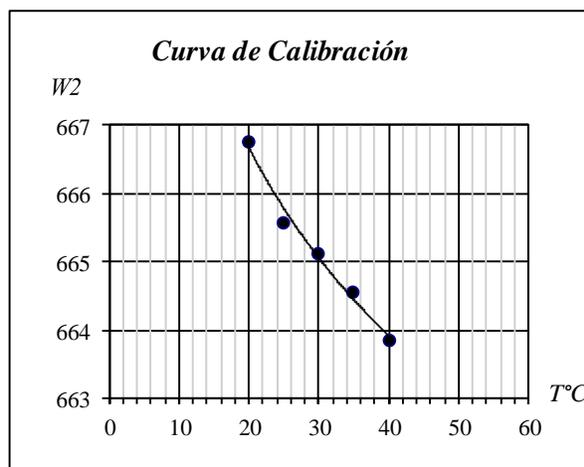
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	18
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)				167.362
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	26
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.714
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	157.953
Peso del suelo seco	96.845
Gravedad específica del agua	0.9968

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

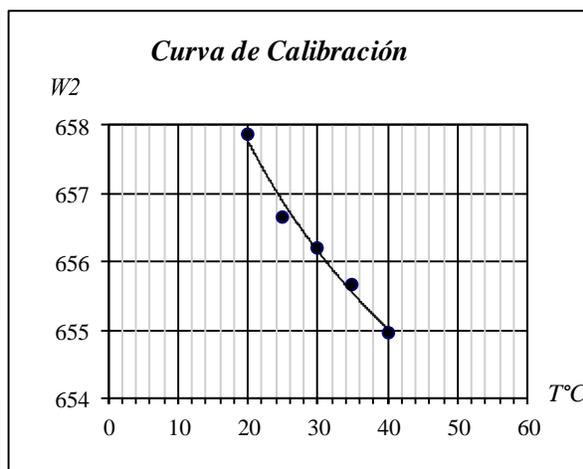
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	19
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	161.524
Peso del suelo seco	99.356
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.54
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ad. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

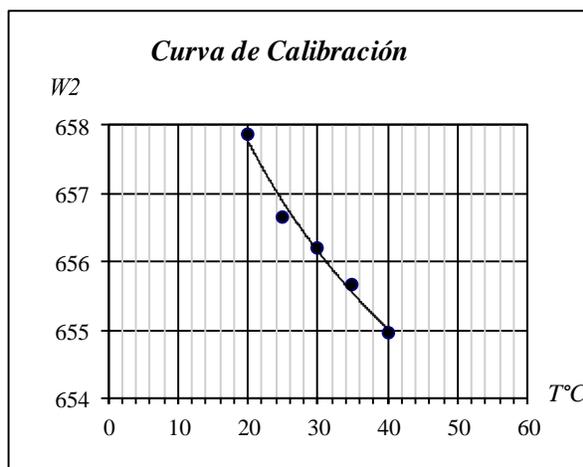
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	20
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	168.241
Peso del suelo seco	99.369
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.54
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

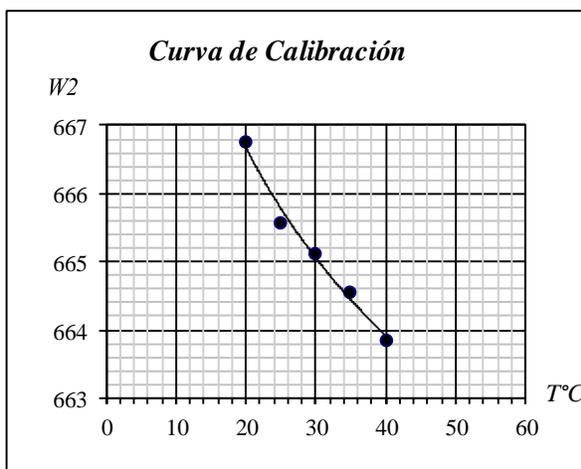
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	21
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	L29
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.492
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	161.442
Peso del suelo seco	95.95
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.63
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ad. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

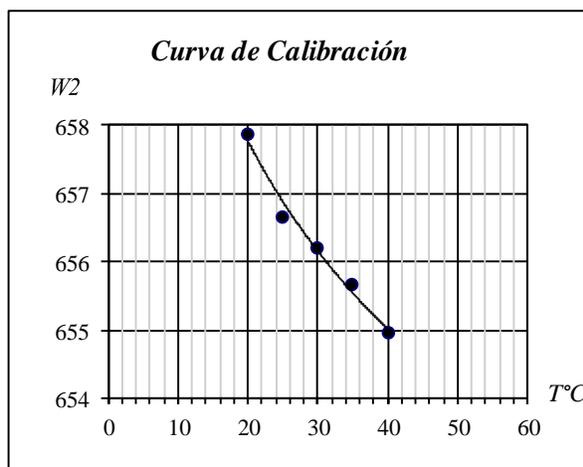
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	22
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.139
Peso del suelo seco	99.031
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.56
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

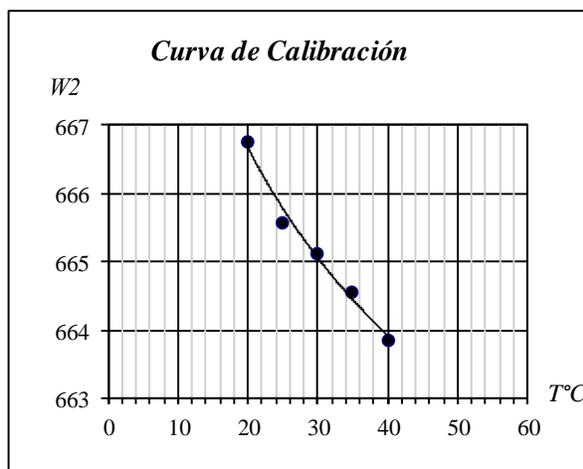
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	23
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	CC
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.136
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.264
Peso del suelo seco	99.128
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.5
--------------------------------------	-----



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. de la Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

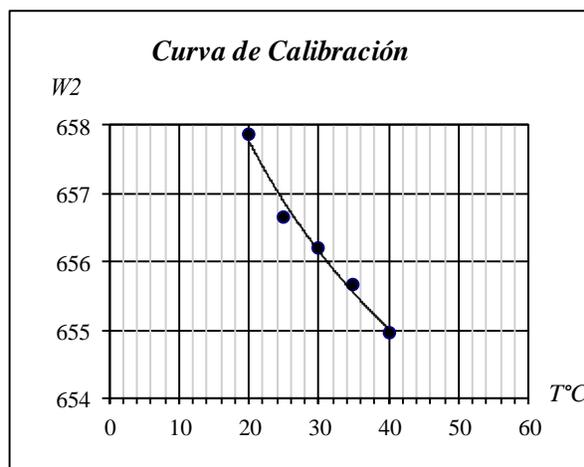
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	24
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.619
Peso del suelo seco	98.451
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

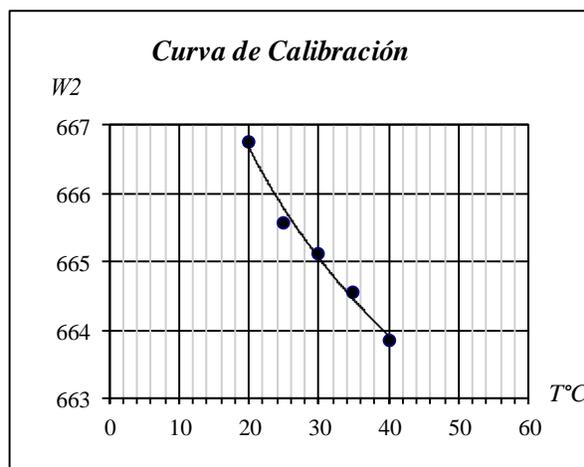
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	25
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.578
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	158.29
Peso del suelo seco	97.182
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.56
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

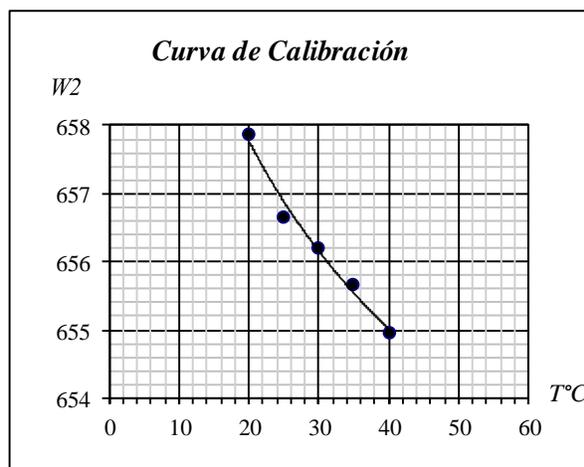
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	26
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.236
Peso del suelo seco	98.128
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.6
--------------------------------------	-----



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. - U. de Mineducac. CO</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

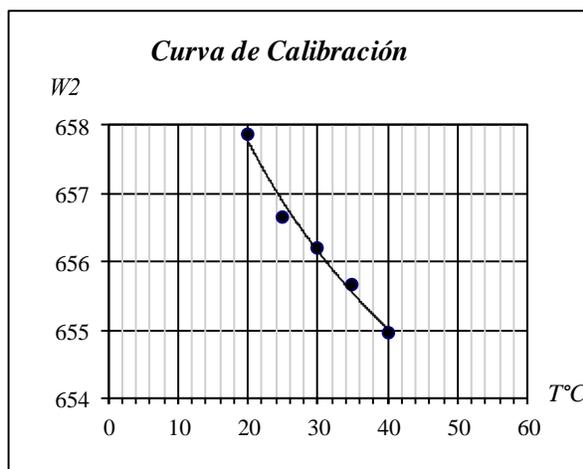
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	27
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEORICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	31
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.132
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	158.883
Peso del suelo seco	97.775
Gravedad específica del agua	0.9954

Gravedad específica del suelo	2.64
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

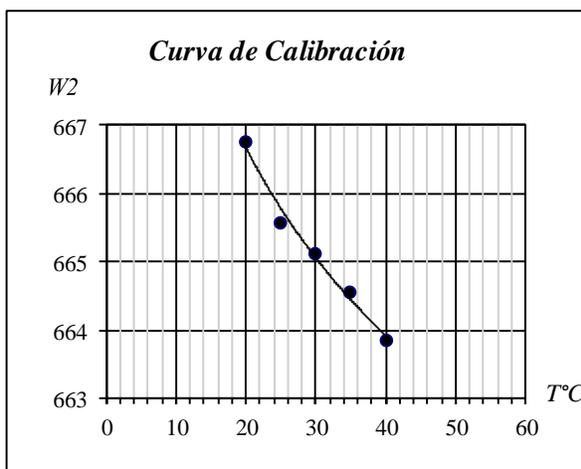
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	28
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	31
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.032
N° del recipiente de evaporación (gr)	CC
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.136
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	162.827
Peso del suelo seco	97.691
Gravedad específica del agua	0.9954

Gravedad específica del suelo	2.58
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Planeación y Gestión</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

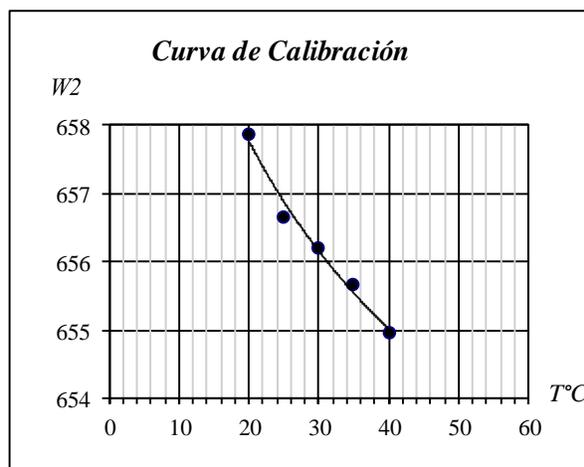
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	29
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	161.358
Peso del suelo seco	99.19
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.54
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

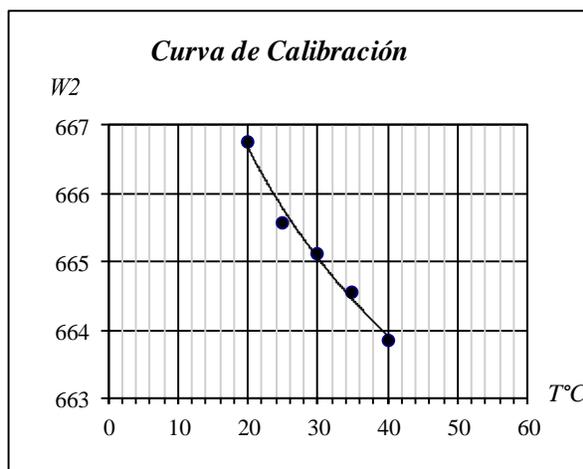
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	30
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.578
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	165.115
Peso del suelo seco	96.243
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.6
--------------------------------------	-----



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. - ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

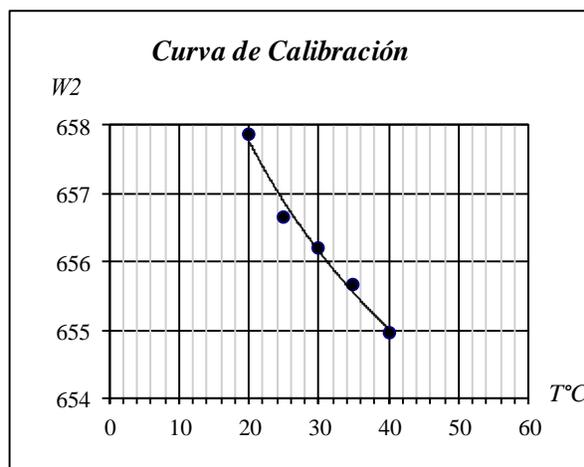
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	31
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	CC
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.136
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	162.534
Peso del suelo seco	97.398
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.62
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

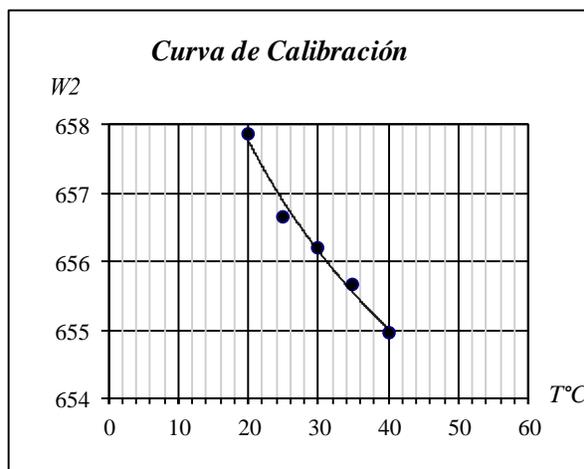
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	32
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.405
N° del recipiente de evaporación (gr)	CC
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.136
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.627
Peso del suelo seco	99.491
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.55
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada MinEducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

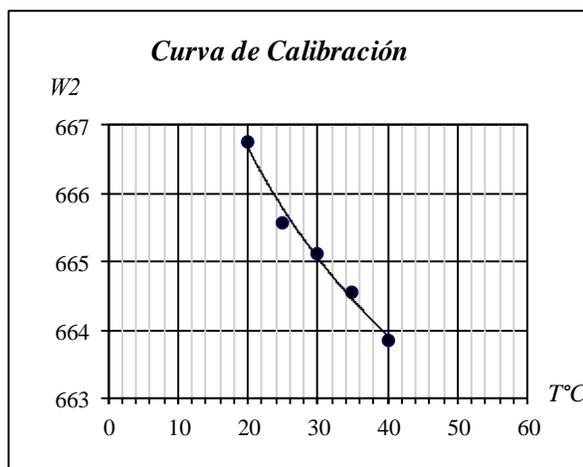
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	33
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)				167.362
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	166.482
Peso del suelo seco	97.61
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.56
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

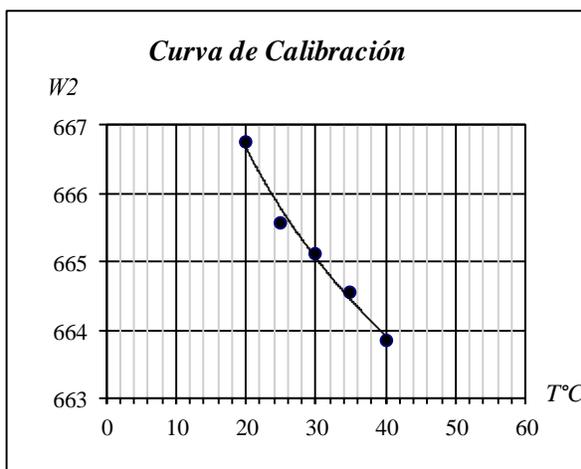
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	34
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)				167.362
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	ZZ
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.872
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	166.902
Peso del suelo seco	98.03
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.54
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

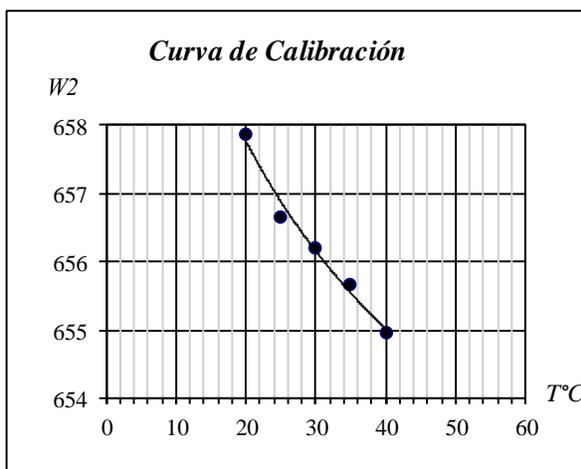
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	35
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	CC
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.136
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	163.975
Peso del suelo seco	98.839
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

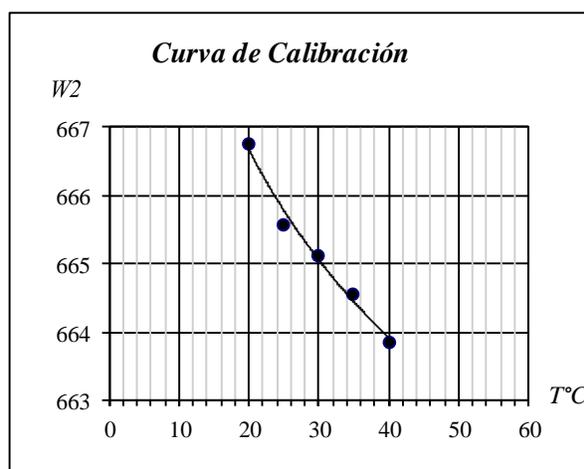
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	36
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	32
Peso del picnómetro con agua (gr)	664.896
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	161.815
Peso del suelo seco	99.647
Gravedad específica del agua	0.9951

Gravedad específica del suelo	2.51
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

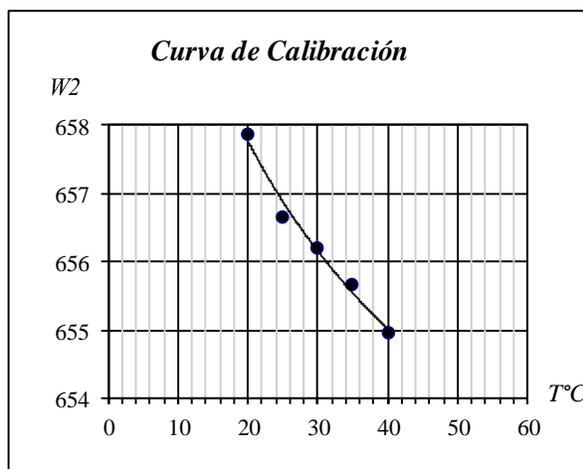
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	37
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	32
Peso del picnómetro con agua (gr)	655.996
N° del recipiente de evaporación (gr)	X1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	67.818
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	165.967
Peso del suelo seco	98.149
Gravedad específica del agua	0.9951

Gravedad específica del suelo	2.63
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

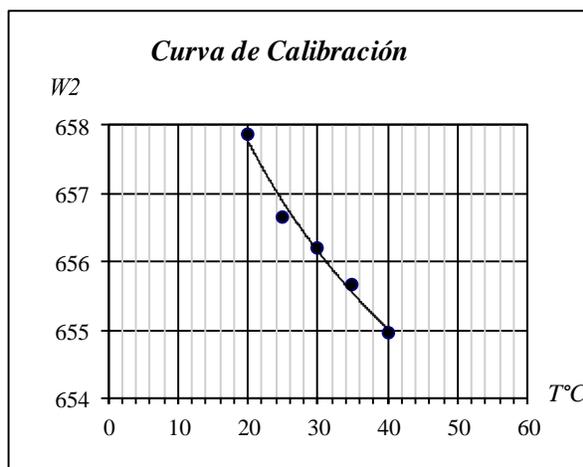
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	38
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.405
N° del recipiente de evaporación (gr)	CC
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.136
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.437
Peso del suelo seco	99.301
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.56
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

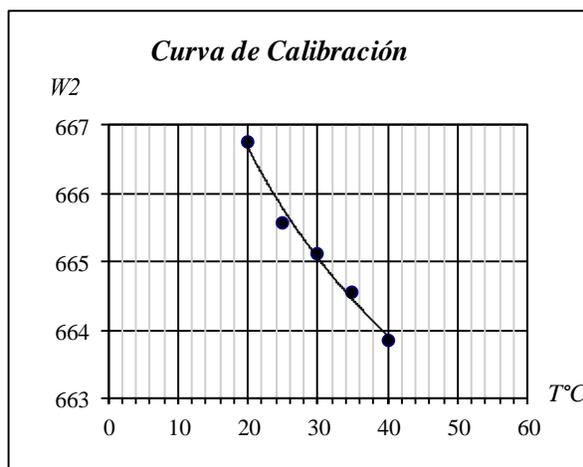
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	39
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.305
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.572
Peso del suelo seco	97.404
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Gr. ada Mineducac. on

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

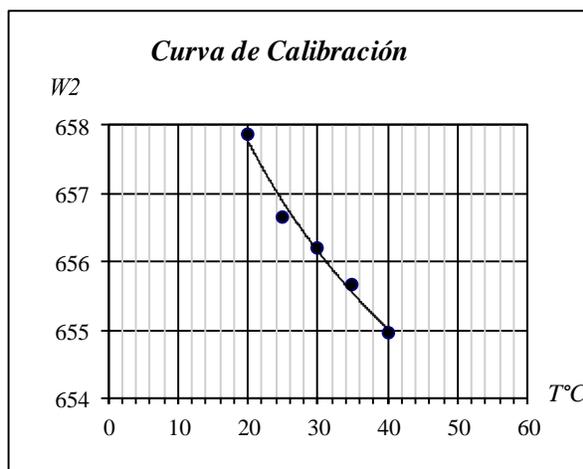
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	40
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.405
N° del recipiente de evaporación (gr)	R2
Peso del recipiente de evaporación (gr)	69.355
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	167.566
Peso del suelo seco	98.211
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.6
--------------------------------------	-----



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. de la Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

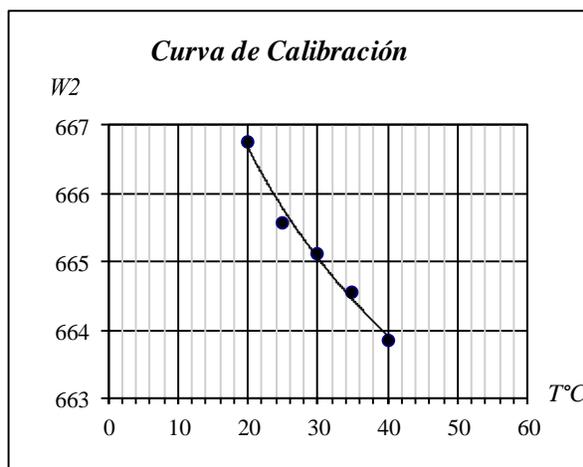
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	41
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.305
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z31
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.721
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	165.101
Peso del suelo seco	98.38
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.53
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

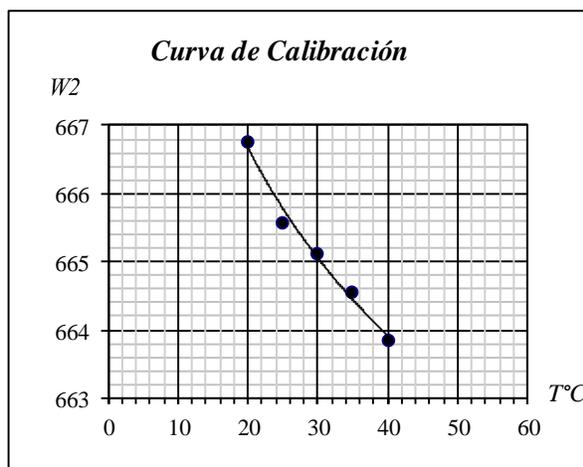
LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	42
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	161.156
Peso del suelo seco	98.988
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.5
--------------------------------------	-----





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

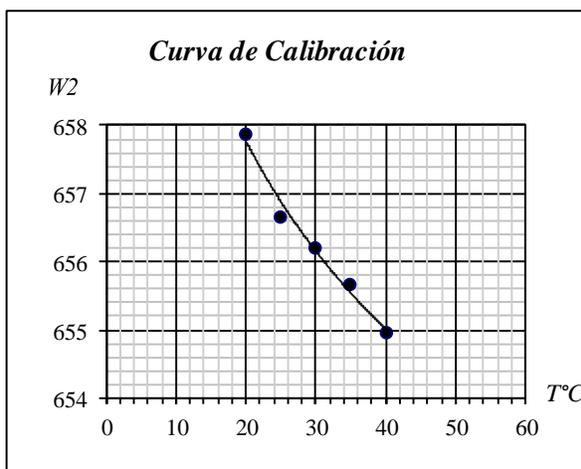
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	43
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.405
N° del recipiente de evaporación (gr)	L29
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.492
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.13
Peso del suelo seco	98.638
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.58
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. L. Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

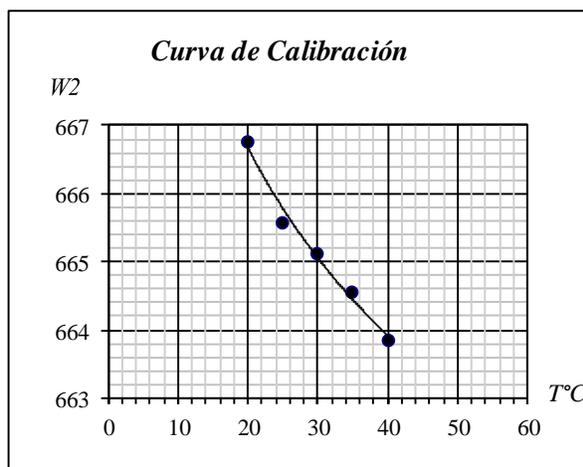
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	44
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.305
N° del recipiente de evaporación (gr)	A2
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.969
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	165.781
Peso del suelo seco	98.812
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

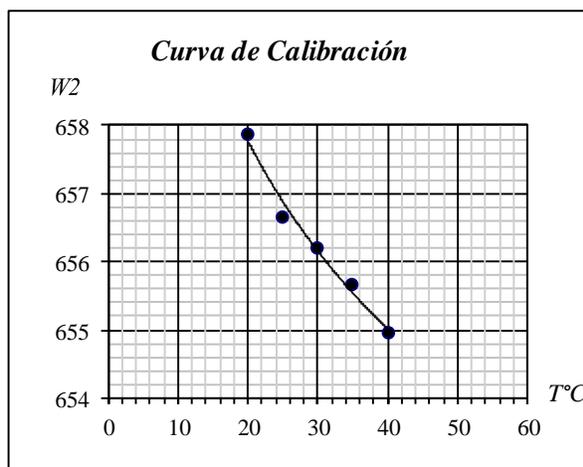
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	45
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	B4
Peso del recipiente de evaporación (gr)	67.669
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	166.875
Peso del suelo seco	99.206
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.54
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

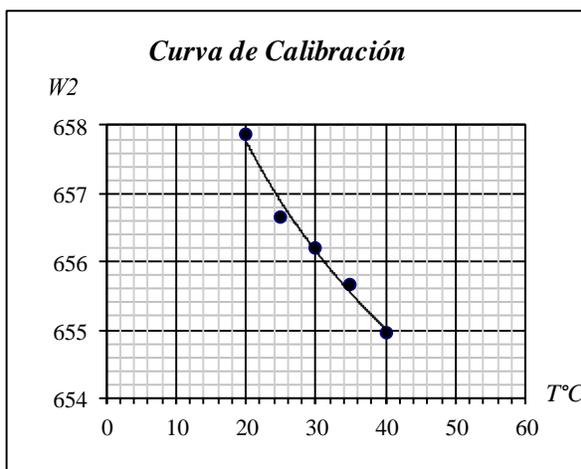
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	46
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.031
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.623
Peso del suelo seco	98.592
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

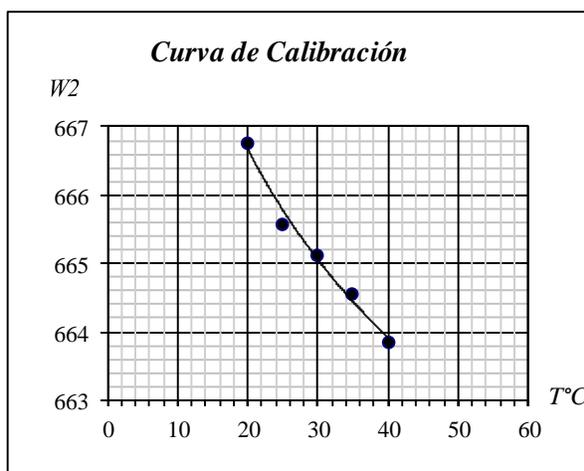
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	47
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)				167.362
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	30
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.168
N° del recipiente de evaporación (gr)	L29
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.492
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	163.364
Peso del suelo seco	97.872
Gravedad específica del agua	0.9957

Gravedad específica del suelo	2.56
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

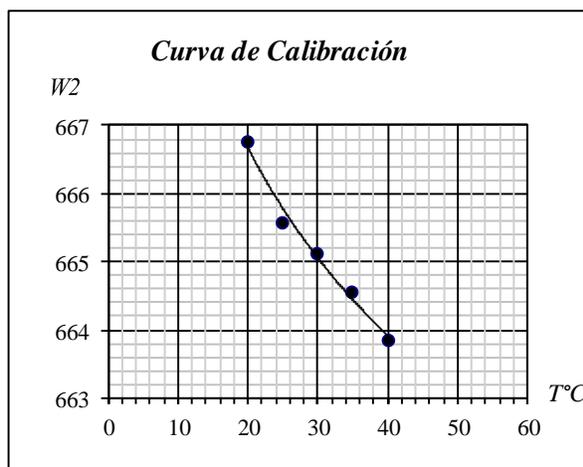
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	48
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.578
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.031
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.455
Peso del suelo seco	98.424
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.51
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

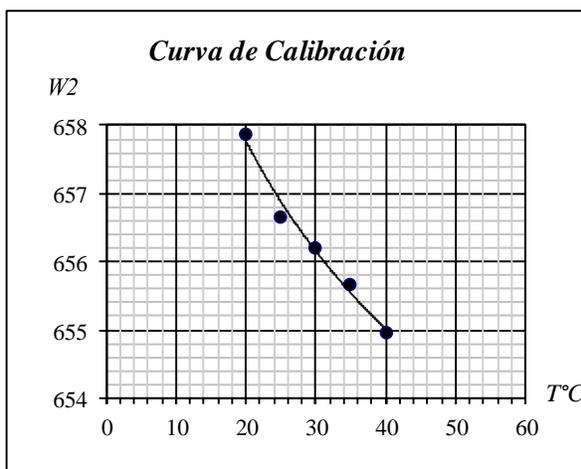
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	49
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	R1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.532
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.517
Peso del suelo seco	97.985
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.6
--------------------------------------	-----





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

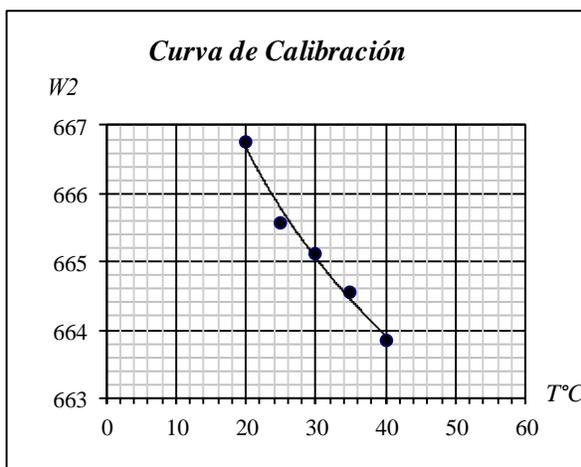
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	50
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z3
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.359
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	166.491
Peso del suelo seco	98.132
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.53
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

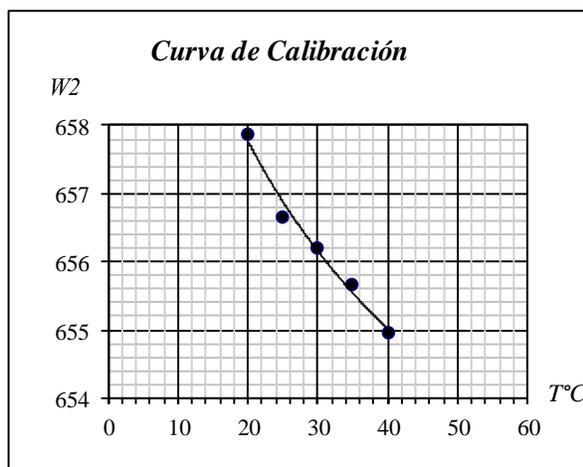
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	51
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	XX
Peso del recipiente de evaporación (gr)	64.367
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.02
Peso del suelo seco	99.653
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

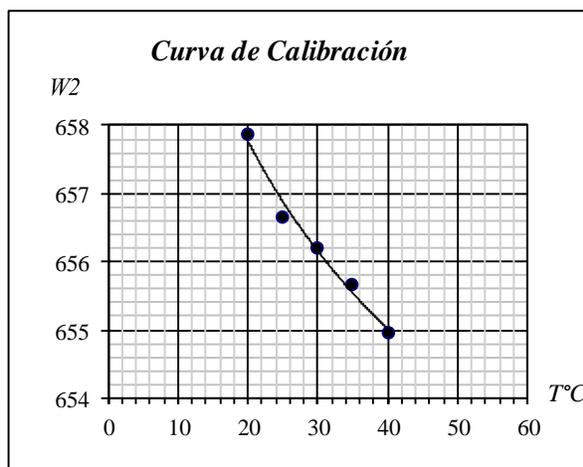
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	52
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	XX
Peso del recipiente de evaporación (gr)	64.367
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	163.077
Peso del suelo seco	98.71
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

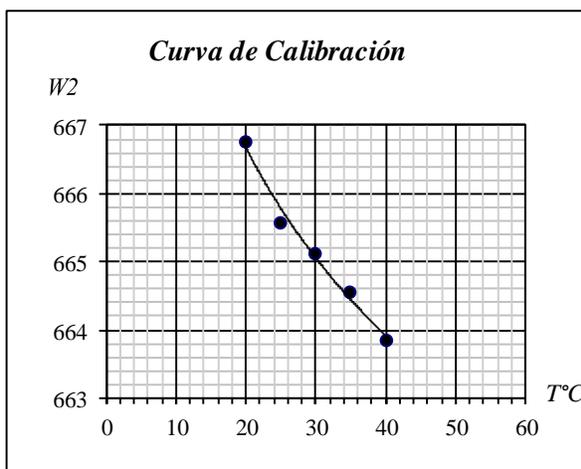
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	53
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	CC
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.108
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	163.461
Peso del suelo seco	98.353
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.53
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Investigación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

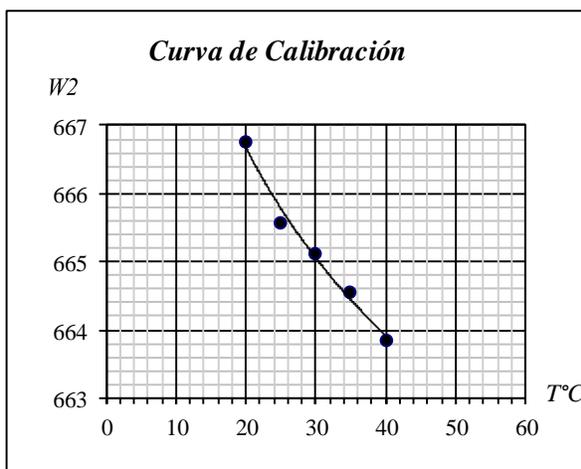
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	54
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)				167.362
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.578
N° del recipiente de evaporación (gr)	R1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	67.067
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.601
Peso del suelo seco	97.534
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.55
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

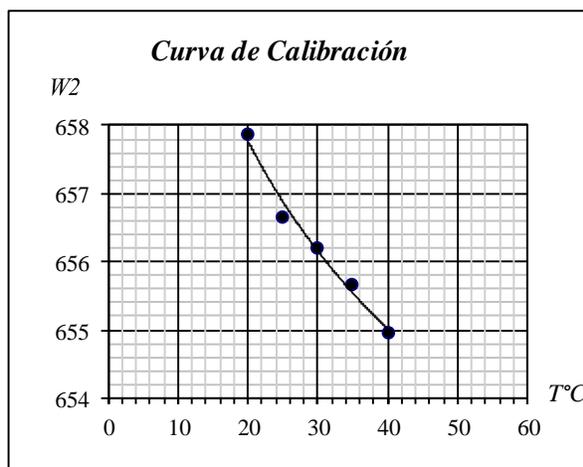
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	55
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.405
N° del recipiente de evaporación (gr)	R1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	67.067
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.354
Peso del suelo seco	97.287
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.64
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

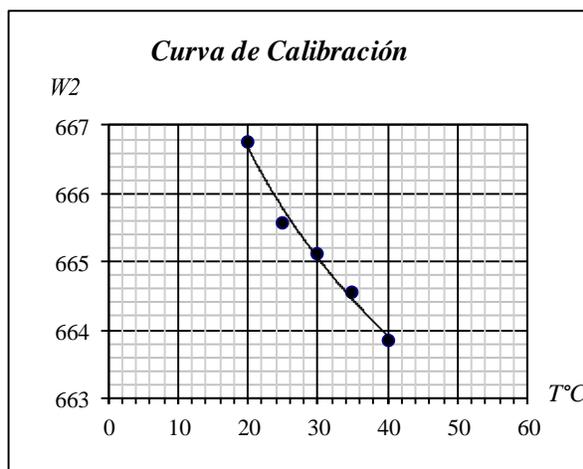
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	56
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)				167.362
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.305
N° del recipiente de evaporación (gr)	L29
Peso del recipiente de evaporación (gr)	65.492
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.232
Peso del suelo seco	98.74
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. de la Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

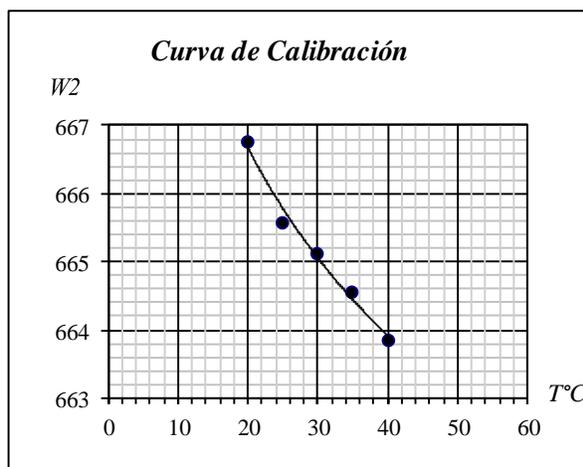
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	57
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.578
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.549
Peso del suelo seco	98.381
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

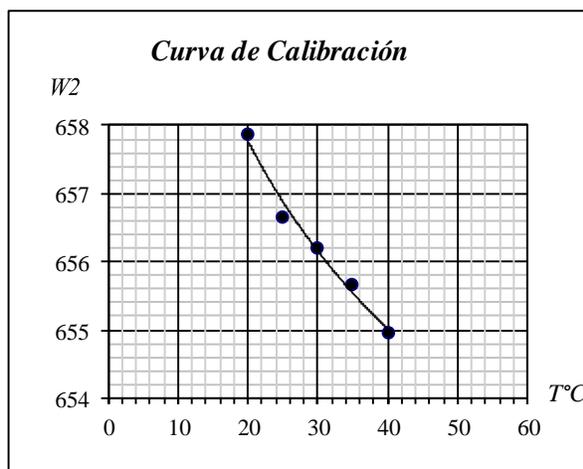
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	58
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z3
Peso del recipiente de evaporación (gr)	68.359
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	167.094
Peso del suelo seco	98.735
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.56
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. I. de la Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

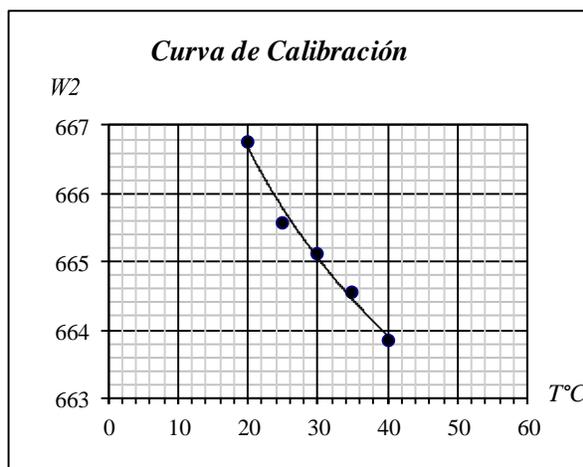
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	59
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)	167.362			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	AGA
Peso del recipiente de evaporación (gr)	64.447
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	162.846
Peso del suelo seco	98.399
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

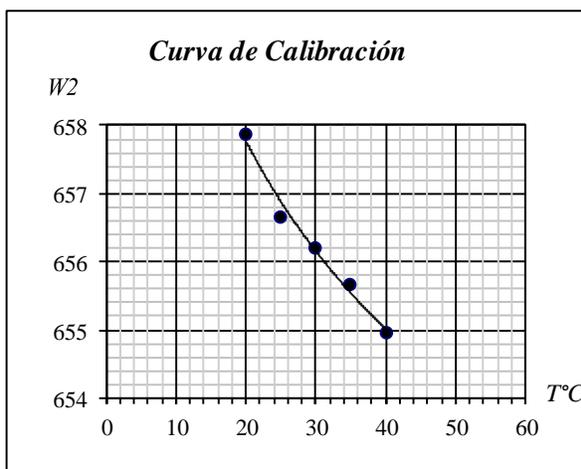
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	60
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	XX
Peso del recipiente de evaporación (gr)	64.367
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	163.011
Peso del suelo seco	98.644
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Gr. ada Mineducac. on

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

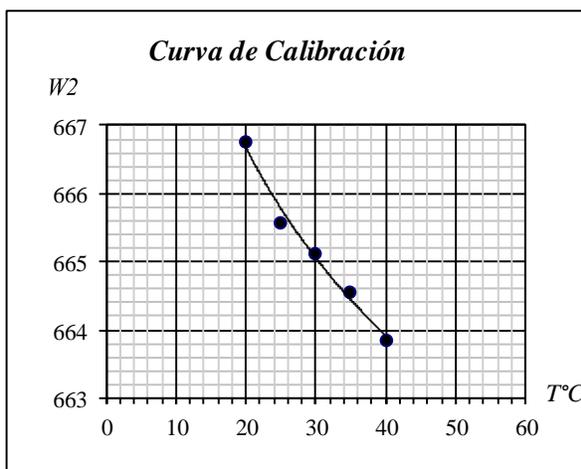
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	61
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.441
N° del recipiente de evaporación (gr)	R1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.532
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.315
Peso del suelo seco	97.783
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.55
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vicerrectoría de Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

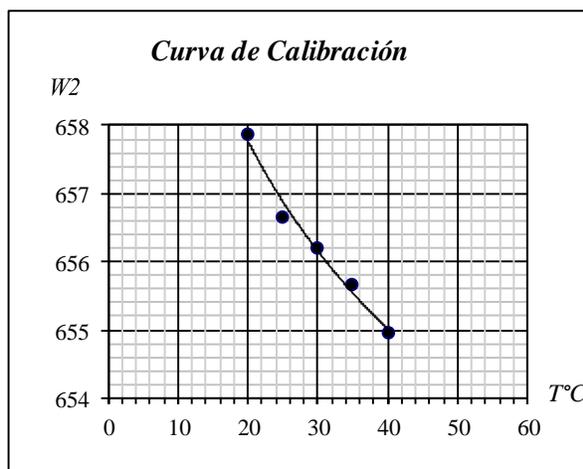
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	62
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)				158.462
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)				500
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)				0.0012
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.405
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.031
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	157.297
Peso del suelo seco	96.266
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.69
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Gr. ada Mineducac. on

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

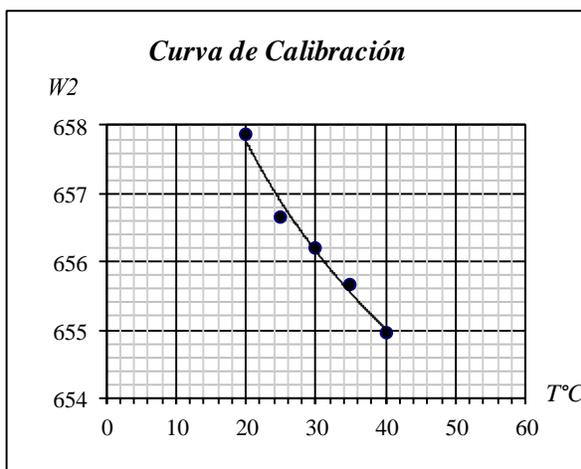
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	63
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.405
N° del recipiente de evaporación (gr)	R1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.532
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	165.458
Peso del suelo seco	98.926
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.57
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

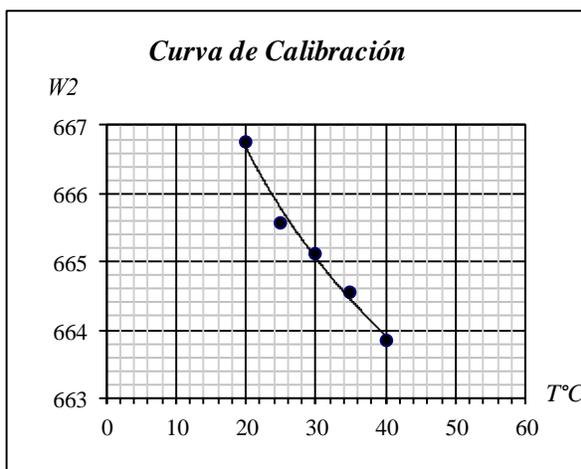
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	64
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.305
N° del recipiente de evaporación (gr)	R1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.532
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	165.302
Peso del suelo seco	98.77
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. Gr. ada Mineducación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

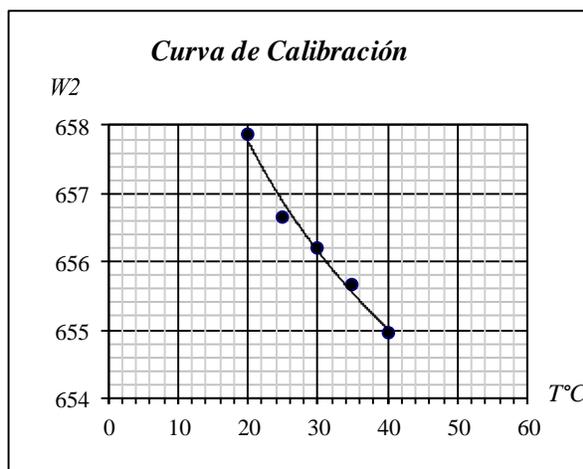
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	65
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)		158.462		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	28
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.541
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.031
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.522
Peso del suelo seco	98.491
Gravedad específica del agua	0.9963

Gravedad específica del suelo	2.58
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. G. - U. de Mineducac. - C. O. R.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

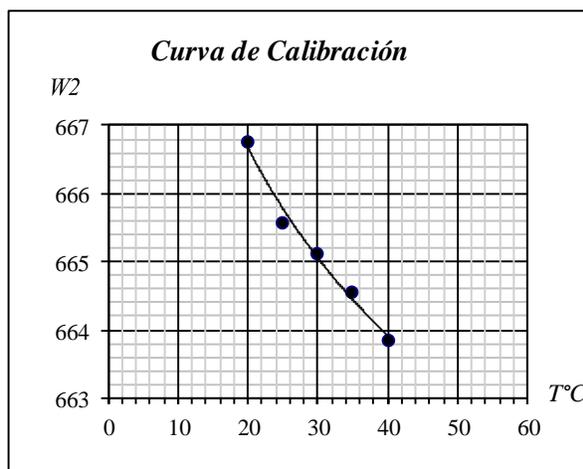
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	66
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.305
N° del recipiente de evaporación (gr)	XX
Peso del recipiente de evaporación (gr)	64.367
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	162.804
Peso del suelo seco	98.437
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.53
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

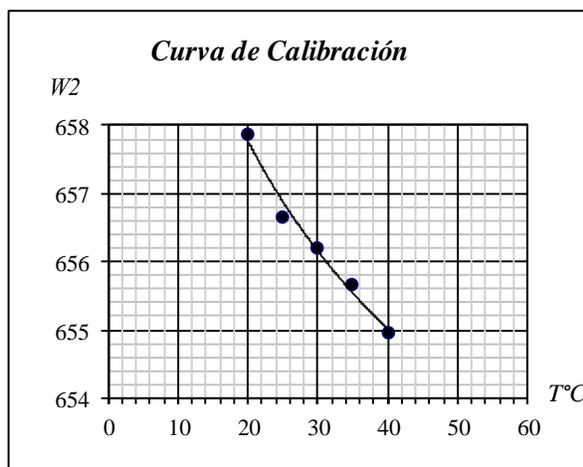
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	67
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.678
N° del recipiente de evaporación (gr)	AB1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	61.031
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.736
Peso del suelo seco	98.705
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.56
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada MinEducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

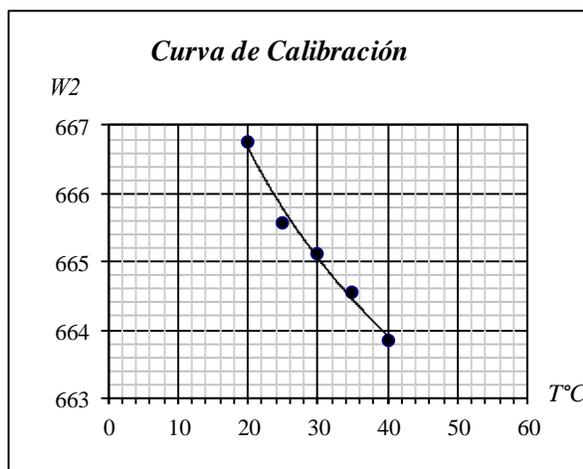
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	68
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	27
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.578
N° del recipiente de evaporación (gr)	R1
Peso del recipiente de evaporación (gr)	66.532
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.851
Peso del suelo seco	98.319
Gravedad específica del agua	0.9965

Gravedad específica del suelo	2.52
--------------------------------------	------



 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

GRAVEDAD ESPECÍFICA

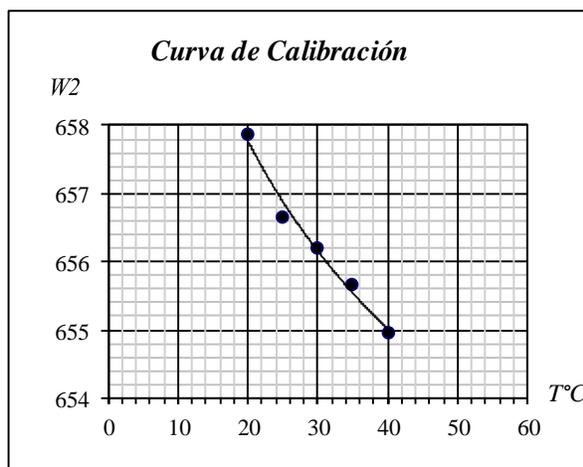
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	69
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEÓRICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	1	Peso del picnómetro (gr)	158.462			
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)	500			
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)	0.0012			
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		657.862	656.661	656.209	655.657	654.953

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	717
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	656.405
N° del recipiente de evaporación (gr)	Z5
Peso del recipiente de evaporación (gr)	62.168
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.768
Peso del suelo seco	98.6
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.58
--------------------------------------	------





Universidad Francisco
de Paula Santander
V. G. - U. G. - M. I. - E. D. C. C. A. C. O. N.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

LABORATORIOS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA

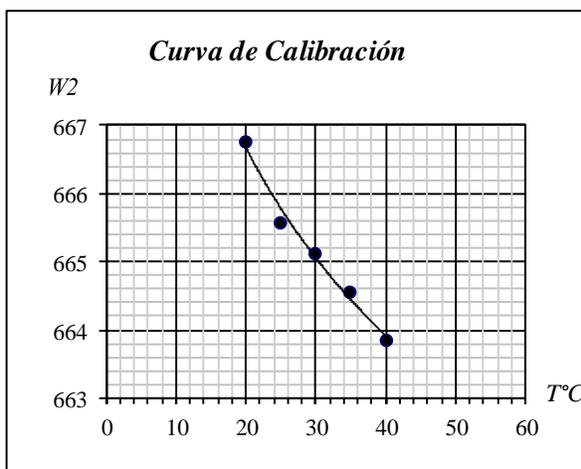
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 128 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	70
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

CALIBRACIÓN TEORICA DEL PICNÓMETRO

Picnómetro N°	2	Peso del picnómetro (gr)		167.362		
Temperatura de calibración (°C)	20	Volumen del picnómetro (cc)		500		
Coefficiente de expansión (1/°C)	0.0001	Peso unitario del aire (gr/cc)		0.0012		
Temperatura deseada (°C)		20	25	30	35	40
Peso unitario del agua (gr/cc)		1	0.9971	0.9957	0.9941	0.9922
Peso del picnómetro con agua (gr)		666.762	665.561	665.109	664.557	663.853

Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)	725
Temperatura (°C)	29
Peso del picnómetro con agua (gr)	665.305
N° del recipiente de evaporación (gr)	XX
Peso del recipiente de evaporación (gr)	64.467
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	162.088
Peso del suelo seco	97.621
Gravedad específica del agua	0.996

Gravedad específica del suelo	2.56
--------------------------------------	------



Expansión – aparato de Lambe.

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	1
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	4.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	62.789

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0163	3.293 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr.ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	2
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.941	Whumedo + Wrecipiente (gr)	161.518
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.93	Wseco + Wrecipiente (gr)	137.661
Wrecipiente (gr)	7.040	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	20.67	Humedad final (%)	17.33

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	81.456

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0212	3.644 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	3
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.023	Whumedo + Wrecipiente (gr)	153.152
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.889	Wseco + Wrecipiente (gr)	125.965
Wrecipiente (gr)	6.614	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	26.53	Humedad final (%)	21.58

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	81.456

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0212	3.644 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	4
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.303	Whumedo + Wrecipiente (gr)	164.248
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.226	Wseco + Wrecipiente (gr)	129.526
Wrecipiente (gr)	6.324	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	27.601	Humedad final (%)	26.81

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	16.1
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	252.853

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0657	5.565 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	5
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.788	Whumedo + Wrecipiente (gr)	152.689
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.872	Wseco + Wrecipiente (gr)	129.526
Wrecipiente (gr)	7.04	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	23.904	Humedad final (%)	17.88

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	7.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	113.699

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0295	4.136 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	6
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.622	Whumedo + Wrecipiente (gr)	150.002
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.472	Wseco + Wrecipiente (gr)	122.585
Wrecipiente (gr)	6.403	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	28.262	Humedad final (%)	22.37

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	5.2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	67.88

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0176	3.408 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. i. a d. a M. i. n. e. d. u. c. a. c. i. o. n</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	7
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.55	Whumedo + Wrecipiente (gr)	165.976
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.591	Wseco + Wrecipiente (gr)	137.931
Wrecipiente (gr)	6.324	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	22.475	Humedad final (%)	20.33

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	11.7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	178.185

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0463	4.877 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	8
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	10.902	Whumedo + Wrecipiente (gr)	153.064
Wseco + Wrecipiente (gr)	9.934	Wseco + Wrecipiente (gr)	123.74
Wrecipiente (gr)	6.03	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.795	Humedad final (%)	23.70

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	7.6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	108.608

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0282	4.09 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gladia Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	9
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.481	Whumedo + Wrecipiente (gr)	152.732
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.465	Wseco + Wrecipiente (gr)	124.792
Wrecipiente (gr)	6.295	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.365	Humedad final (%)	22.39

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	15
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	234.186

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0609	5.401 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	10
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	11.504	Whumedo + Wrecipiente (gr)	149.164
Wseco + Wrecipiente (gr)	10.618	Wseco + Wrecipiente (gr)	126.503
Wrecipiente (gr)	6.403	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	21.020	Humedad final (%)	17.91

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	14
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	217.216

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0564	5.249 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	11
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	12.6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	193.458

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0503	5.019 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	12
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	14.3
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	222.307

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0578	5.292 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	13
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	8.3
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	120.487

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0313	4.226 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	14
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	8.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	130.669

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.034	4.352 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	15
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	9.3
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	137.457

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0357	4.424 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	16
PROFUNDIDAD (cm):	60	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (μm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (μm)	11
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	166.306

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0432	4.758 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	17
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	8.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	130.669

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.034	4.352 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada por el Ministerio de Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	18
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (μm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (μm)	9.1
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	134.063

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0348	4.381 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	19
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	98.426

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0256	3.915 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	20
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	7.5
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	106.911

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0278	4.057 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Bellavista	APIQUE N°:	21
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	98.426

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0256	3.915 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	22
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (μm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (μm)	9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	132.366

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0344	4.371 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	23
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6.3
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	86.547

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0225	3.75 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	24
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	12.1
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	184.973

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0481	4.952 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	25
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	96.729

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0251	3.878 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	26
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	5.6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	74.668

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0194	3.533 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	27
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	5
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	64.486

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0168	3.338 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Virada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	28
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (μm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (μm)	3.2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	33.94

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0088	1.632 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	29
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	3.5
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	39.031

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0101	2.325 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Virada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	30
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	1.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	11.879

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0031	0.817 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	31
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	7.2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	101.82

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0265	3.966 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	32
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	10.7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	161.215

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0419	4.678 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. l. a. d. a M. i. n. e. d. u. c. a. c. i. o. n</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	33
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	11.3
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	171.397

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0445	4.807 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gladia Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	34
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	9.7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	144.245

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0375	4.497 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	35
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6.1
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	83.153

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0216	3.674 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	36
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	9.7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	144.245

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0375	4.497 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Virada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	37
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (μm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (μm)	5
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	64.486

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0168	3.338 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	38
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	4.1
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	49.213

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0128	2.923 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	39
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	9.8
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	145.942

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0379	4.516 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. Educación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	40
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	81.456

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0212	3.644 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	41
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (μm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (μm)	6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	81.456

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0212	3.644 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Los Patios, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Los Vados	APIQUE N°:	42
PROFUNDIDAD (cm):	30	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	5.2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	67.88

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0176	3.408 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	43
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	4
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	47.516

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0123	2.862 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. Adm. MinEduación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	44
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	3.7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	42.425

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.011	2.63 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	45
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6.6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	91.638

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0238	3.823 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	46
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	96.729

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0251	3.878 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. i. a d. a M. i. n. e. d. u. c. a. c. i. ó. n</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	47
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	98.426

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0256	3.915 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	48
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	5.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	79.759

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0207	3.607 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	49
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6.7
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	93.335

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0243	3.836 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	50
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	1.8
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	10.182

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0026	0.742 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. l. a. d. a M. i. n. e. d. u. c. a. c. i. o. n</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Valles del Rodeo	APIQUE N°:	51
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6.3
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	86.547

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0225	3.75 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	52
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	4.8
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	61.092

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0159	3.253 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	53
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2.6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	23.758

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0062	1.222 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. de la Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	54
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2.6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	23.758

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0062	1.222 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	55
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	6.2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	84.85

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.022	3.706 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	La Fortaleza	APIQUE N°:	56
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	13.576

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0035	0.877 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	57
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	3.5
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	39.031

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0101	2.325 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	58
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (μm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (μm)	3.4
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	37.334

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0097	2.209 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	59
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	5.3
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	69.577

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0181	3.45 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. J. A. D. A. M. I. N. E. D. U. C. A. C. O. R.</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	60
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	13.576

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0035	0.877 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. g. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
---	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	61
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2.6
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	23.758

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0062	1.222 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	62
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo		Límite Plástico	
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2.8
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	27.152

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0071	1.34 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. G. da Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	63
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	4
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	47.516

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0123	2.862 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER LABORATORIOS DE SUELOS
--	--

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	64
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	11
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	166.306

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0432	4.758 CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	65
PROFUNDIDAD (cm):	35	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	13.576

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0035	0.877 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	66
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2.8
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	27.152

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0071	1.34 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Virada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	67
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	5.9
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	79.759

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0207	3.607 MARGINAL

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>V. Gr. ada Mineducac. on</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	68
PROFUNDIDAD (cm):	40	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	1.8
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	10.182

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0026	0.742 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	69
PROFUNDIDAD (cm):	50	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	2.2
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	16.97

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0044	1 NO CRÍTICO

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
	LABORATORIOS DE SUELOS	

PRESIÓN DE EXPANSIÓN - APARATO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	INVIAS E - 120 - 13	
SECTOR	Pico de Águila	APIQUE N°:	70
PROFUNDIDAD (cm):	45	MUESTRA N°:	1

Condición de humedad del ensayo	Límite Plástico		
Cantidad de capas	1	Cantidad de golpes por capa	5

Whumedo + Wrecipiente (gr)	12.562	Whumedo + Wrecipiente (gr)	141.826
Wseco + Wrecipiente (gr)	11.514	Wseco + Wrecipiente (gr)	107.905
Wrecipiente (gr)	7.218	Wrecipiente (gr)	0.00
Humedad inicial (%)	24.39	Humedad final (%)	31.44

Diámetro del anillo porta-probeta (mm)	70
Área transversal anillo porta-probeta (mm²)	3848.46
Lectura inicial anillo dinamométrico (µm)	1.2
Lectura final anillo dinamométrico (µm)	3.5
Constante del anillo de carga (N/div.)	16.97
Fuerza de deformación (N)	39.031

Índice de Expansión (Mpa)	Cambio Volumétrico Potencial
0.0101	2.325 NO CRÍTICO

Ensayo de Papel Filtro.

HUMEDOS											
	Peso bolsa sup.	Peso bolsa inf.	Peso bolsa sup + PF	Peso H PF sup	Peso bolsa inf + PF	Peso H PF inf	Peso rec. sup.	Peso rec. sup + PF	Peso rec. Inf.	Peso rec. inf. + PF	peso SH
M1	1.5818	1.6153	1.8431	0.2613	1.8666	0.2513	16.3296	16.548	10.6566	10.9094	160.05
M2	1.5736	1.5754	1.8328	0.2592	1.8309	0.2555	10.7656	11.0236	16.6218	16.8794	146.03
M3	1.5818	1.6153	1.8425	0.2607	1.8747	0.2594	16.264	16.5132	16.1098	16.3745	145.06
M4	1.5736	1.5754	1.8311	0.2575	1.818	0.2426	10.4306	10.6838	11.3404	11.5874	155.16
M5	1.5818	1.6153	1.9868	0.405	2.0047	0.3894	10.742	11.1411	16.1601	16.5331	158.14
M6	1.5736	1.5754	1.9727	0.3991	1.9715	0.3961	10.7111	11.1031	10.5993	10.997	161.21
M7	1.5818	1.6153	1.893	0.3112	1.9356	0.3203	16.3394	16.3695	17.0432	17.3669	159.72
M8	1.5736	1.5754	1.8777	0.3041	1.8655	0.2901	10.1481	10.4467	10.9101	11.2016	161.76
M9	1.5818	1.6153	1.8955	0.3137	1.897	0.2817	11.0061	11.3054	10.921	11.1988	163.13
M10	1.5736	1.5754	1.8991	0.3255	1.8956	0.3202	10.5799	10.8993	13.4276	13.7496	165.48
M11	1.5818	1.6153	1.9134	0.3316	1.9334	0.3181	10.5723	10.8625	15.3428	15.65	167.22
M12	1.5736	1.5754	1.8821	0.3085	1.8804	0.305	16.6076	16.9085	16.5485	16.8542	167.96
M13	1.5818	1.6153	1.8767	0.2949	1.8955	0.2802	16.269	16.55	11.0774	11.3588	170.28
M14	1.5736	1.5754	1.8826	0.309	1.8816	0.3062	15.4148	15.7165	10.7798	11.0869	169.99
M15	1.5818	1.6153	1.9123	0.3305	1.903	0.2877	11.0154	11.3148	10.7585	11.051	167.56



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

ENSAYO DE PAPEL FILTRO

Muestra No.	1
-------------	---

SECOS									
	Peso rec. sup + PF	Peso rec. inf + PF	Peso seco sup PF	Peso seco inf PF	Peso rec.	Peso rec. + SH	Peso rec. + SS	Hum PF sup	Peso SS
M1	16.5636	10.8959	0.234	0.2393	39.62	199.67	192.42	0.1166667	152.8
M2	11.0063	16.854	0.2407	0.2322	53.22	199.25	183.25	0.0768592	130.03
M3	16.486	16.3479	0.222	0.2381	42.97	188.03	179.53	0.1743243	136.56
M4	10.6567	11.5547	0.2261	0.2143	41.84	197	186.15	0.1388766	144.31
M5	11.0915	16.4891	0.3495	0.329	37.81	195.95	191.94	0.1587983	154.13
M6	11.0545	10.9415	0.3434	0.3422	45.59	206.8	192.85	0.1622015	147.26
M7	16.5944	17.308	0.255	0.2648	39.33	199.05	185.73	0.2203922	146.4
M8	10.3952	11.1579	0.2471	0.2478	39.9	201.66	184.55	0.2306758	144.65
M9	11.2576	11.153	0.2515	0.232	39.06	202.19	184.41	0.2473161	145.35
M10	10.8454	13.6979	0.2655	0.2703	38.86	204.34	184.48	0.2259887	145.62
M11	10.8087	15.5841	0.2364	0.2413	39.35	206.57	185.23	0.4027073	145.88
M12	16.8465	16.7964	0.2389	0.2479	32.92	200.88	178.43	0.2913353	145.51
M13	16.49	11.3023	0.221	0.2249	42.79	213.07	189.77	0.3343891	146.98
M14	15.6535	11.0232	0.2387	0.2434	30.94	200.93	175.77	0.2945119	144.83
M15	11.2459	10.9836	0.2305	0.2251	37.33	204.89	180.41	0.4338395	143.08

Humedad Suelo	%	Hum PF inf	%	promedio	Succion Log kPa	Succion kPa
0.047448	11.66666667	0.05014626	5.014625992	8.34064633	4.677263651	47562.38794
0.123049	7.685916078	0.100344531	10.03445306	8.860184568	4.636791622	43330.29264
0.062244	17.43243243	0.089458211	8.945821084	13.18912676	4.299567026	19932.74108
0.075185	13.88766033	0.132057863	13.20578628	13.5467233	4.271710255	18694.34506
0.026017	14.21987	0.183586626	18.35866261	16.28926631	4.058066155	11430.52439
0.09473	16.22015143	0.157510228	15.75102279	15.98558711	4.081722764	12070.43062
0.090984	22.03921569	0.209592145	20.9592145	21.49921509	3.652211144	4489.636129
0.118286	23.06758397	0.170702179	17.07021792	20.06890095	3.763632616	5802.733379
0.122325	24.73161034	0.214224138	21.42241379	23.07701207	3.52930076	3382.990359
0.136382	22.59887006	0.184609693	18.46096929	20.52991967	3.727719257	5342.189105
0.146285	40.27072758	0.318276005	31.8276005	36.04916404	2.518770121	330.1947177
0.154285	29.13352867	0.230334812	23.03348124	26.08350496	3.295094964	1972.854078
0.158525	33.43891403	0.245887061	24.58870609	29.01381006	3.066824196	1166.337385
0.173721	29.45119397	0.258011504	25.80115037	27.62617217	3.174921188	1495.964157
0.171093	43.38394794	0.278098623	27.80986228	35.59690511	2.554001092	358.0973374

HUMEDOS											
	Peso bolsa sup.	Peso bolsa inf.	Peso bolsa sup + PF	Peso H PF sup	Peso bolsa inf + PF	Peso H PF inf	Peso rec. sup.	Peso rec. sup. + PF	Peso rec. Inf.	Peso rec. inf. + PF	peso SH
M1	1.5818	1.6153	1.8437	0.2619	1.8669	0.2516	16.3296	16.5915	10.6566	10.9082	161.14
M2	1.5736	1.5754	1.8335	0.2599	1.8312	0.2558	10.7656	11.0255	16.6218	16.8776	144.9
M3	1.5818	1.6153	1.8432	0.2614	1.875	0.2597	16.264	16.5254	16.1098	16.3695	150.11
M4	1.5736	1.5754	1.8318	0.2582	1.821	0.2456	10.4306	10.6888	11.3404	11.586	154.73
M5	1.5818	1.6153	1.9875	0.4057	2.005	0.3897	10.742	11.1477	16.1601	16.5498	158.14
M6	1.5736	1.5754	1.9734	0.3998	1.9717	0.3963	10.7111	11.1109	10.5993	10.9956	161.21
M7	1.5818	1.6153	1.8937	0.3119	1.9359	0.3206	16.3394	16.6513	17.0432	17.3638	161.66
M8	1.5736	1.5754	1.8784	0.3048	1.8658	0.2904	10.1481	10.4529	10.9101	11.2005	161.33
M9	1.5818	1.6153	1.8962	0.3144	1.9	0.2847	11.0061	11.3205	10.921	11.2057	162.93
M10	1.5736	1.5754	1.8998	0.3262	1.8959	0.3205	10.5799	10.9061	13.4276	13.7481	164.92
M11	1.5818	1.6153	1.9141	0.3323	1.9337	0.3184	10.5723	10.9046	15.3428	15.6612	168.21
M12	1.5736	1.5754	1.8828	0.3092	1.8807	0.3053	16.6076	16.9168	16.5485	16.8538	169.53
M13	1.5818	1.6153	1.8775	0.2957	1.8958	0.2805	16.269	16.5647	11.0774	11.3579	167.99
M14	1.5736	1.5754	1.8833	0.3097	1.8819	0.3065	15.4148	15.7245	10.7798	11.0863	170.37
M15	1.5818	1.6153	1.913	0.3312	1.9033	0.288	11.0154	11.3466	10.7585	11.0465	171.11



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

ENSAYO DE PAPEL FILTRO

Muestra No.	2
-------------	---

SECOS									
	Peso rec. sup + PF	Peso rec. inf + PF	Peso seco sup PF	Peso seco inf PF	Peso rec.	Peso rec. + SH	Peso rec. + SS	Hum PF sup	Peso SS
M1	16.5629	10.8912	0.2333	0.2346	39.62	200.76	194.92	0.1225889	155.3
M2	11.007	16.8511	0.2414	0.2293	53.22	198.12	184.53	0.0766363	131.31
M3	16.479	16.3421	0.215	0.2323	42.97	193.08	180.23	0.215814	137.26
M4	10.6574	11.5574	0.2268	0.217	41.84	196.57	185.11	0.138448	143.27
M5	11.0908	16.481	0.3488	0.3209	37.81	195.95	189.45	0.1631307	151.64
M6	11.0552	10.9423	0.3441	0.343	45.59	206.8	191.58	0.1618715	145.99
M7	16.5937	17.3092	0.2543	0.266	39.33	200.99	183.75	0.2265041	144.42
M8	10.3959	11.1523	0.2478	0.2422	39.9	201.23	185.97	0.2300242	146.07
M9	11.2569	11.1594	0.2508	0.2384	39.06	201.99	185.74	0.2535885	146.68
M10	10.8461	13.6987	0.2662	0.2711	38.86	203.78	183.45	0.2253944	144.59
M11	10.808	15.5821	0.2357	0.2393	39.35	207.56	184.98	0.409843	145.63
M12	16.8472	16.7967	0.2396	0.2482	32.92	202.45	179.54	0.2904841	146.62
M13	16.497	11.3023	0.228	0.2249	42.79	210.78	190.55	0.2969298	147.76
M14	15.6528	11.0279	0.238	0.2481	30.94	201.31	175.42	0.3012605	144.48
M15	11.2466	10.9832	0.2312	0.2247	37.33	208.44	179.89	0.432526	142.56

Humedad Suelo	%	Hum PF inf	%	promedio	Succion Log kPa	Succion kPa
0.037605	12.25889413	0.072463768	7.246376812	9.75263547	4.567269697	36920.68049
0.103496	7.663628832	0.115569123	11.55691234	9.610270587	4.578359921	37875.63488
0.093618	21.58139535	0.117950926	11.79509255	16.68824395	4.026985796	10641.08216
0.079989	13.84479718	0.131797235	13.1797235	13.51226034	4.274394919	18810.26524
0.042865	14.21987	0.214397008	21.43970084	17.82978542	3.938059716	8670.810917
0.104254	16.1871549	0.155393586	15.5393586	15.86325675	4.091252299	12338.21402
0.119374	22.6504129	0.205263158	20.52631579	21.58836434	3.645266418	4418.414115
0.10447	23.00242131	0.199009083	19.90090834	21.45166482	3.65591531	4528.09271
0.110785	25.35885167	0.194211409	19.42114094	22.38999631	3.582819288	3826.65481
0.140604	22.53944403	0.182220583	18.22205828	20.38075115	3.739339485	5487.057169
0.15505	40.98430208	0.33054743	33.054743	37.01952254	2.443179194	277.446464
0.156254	29.04841402	0.230056406	23.00564061	26.02702732	3.299494572	1992.941597
0.136911	29.69298246	0.247220987	24.72209871	27.20754058	3.207532589	1612.622031
0.179194	30.12605042	0.235388956	23.53889561	26.83247301	3.236750352	1724.846105
0.200267	43.25259516	0.281708945	28.17089453	35.71174484	2.545055077	350.7963589

HUMEDOS											
	Peso bolsa sup.	Peso bolsa inf.	Peso bolsa sup + PF	Peso H PF sup	Peso bolsa inf + PF	Peso H PF inf	Peso rec. sup.	Peso rec. sup. + PF	Peso rec. Inf.	Peso rec. inf. + PF	peso SH
M1	1.5818	1.6153	1.8573	0.2755	1.8676	0.2523	16.3296	16.6051	10.6566	10.9089	161.97
M2	1.5736	1.5754	1.8435	0.2699	1.8387	0.2633	10.7656	11.0355	16.6218	16.8851	144
M3	1.5818	1.6153	1.8254	0.2436	1.8342	0.2189	16.264	16.5076	16.1098	16.3287	151.48
M4	1.5736	1.5754	1.8375	0.2639	1.8456	0.2702	10.4306	10.6945	11.3404	11.6106	154.73
M5	1.5818	1.6153	1.8964	0.3146	1.9011	0.2858	10.742	11.0566	16.1601	16.4459	156.53
M6	1.5736	1.5754	1.9143	0.3407	1.9271	0.3517	10.7111	11.0518	10.5993	10.951	161.53
M7	1.5818	1.6153	1.9173	0.3355	1.9234	0.3081	16.3394	16.6749	17.0432	17.3513	160.01
M8	1.5736	1.5754	1.9748	0.4012	1.9798	0.4044	10.1481	10.5493	10.9101	11.3145	163.07
M9	1.5818	1.6153	1.9826	0.4008	1.9993	0.384	11.0061	11.4069	10.921	11.305	162.05
M10	1.5736	1.5754	1.9845	0.4109	1.9765	0.4011	10.5799	10.9908	13.4276	13.8287	164.1
M11	1.5818	1.6153	1.9434	0.3616	1.9345	0.3192	10.5723	10.9339	15.3428	15.662	166.84
M12	1.5736	1.5754	1.9823	0.4087	1.9654	0.39	16.6076	17.0163	16.5485	16.9385	171
M13	1.5818	1.6153	1.9766	0.3948	1.9732	0.3579	16.269	16.6638	11.0774	11.4353	167.02
M14	1.5736	1.5754	1.9849	0.4113	1.9898	0.4144	15.4148	15.8261	10.7798	11.1942	177.69
M15	1.5818	1.6153	1.9633	0.3815	1.9589	0.3436	11.0154	11.3969	10.7585	11.1021	170.34



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

ENSAYO DE PAPEL FILTRO

Muestra No.	3
-------------	---

SECOS									
	Peso rec. sup + PF	Peso rec. inf + PF	Peso seco sup PF	Peso seco inf PF	Peso rec.	Peso rec. + SH	Peso rec. + SS	Hum PF sup	Peso SS
M1	16.5892	10.7985	0.2596	0.1419	39.62	201.59	195.13	0.0612481	155.51
M2	11.018	16.789	0.2524	0.1672	53.22	197.22	183.34	0.0693344	130.12
M3	16.452	16.2756	0.188	0.1658	42.97	194.45	181.67	0.2957447	138.7
M4	10.645	11.5574	0.2144	0.217	41.84	196.57	185.11	0.2308769	143.27
M5	10.987	16.395	0.245	0.2349	37.81	194.34	189.21	0.2840816	151.4
M6	11.0345	10.832	0.3234	0.2327	45.59	207.12	192.34	0.0534941	146.75
M7	16.5965	17.3011	0.2571	0.2579	39.33	199.34	184.56	0.3049397	145.23
M8	10.453	11.2102	0.3049	0.3001	39.91	202.98	186.57	0.3158413	146.66
M9	11.3698	11.1234	0.3637	0.2024	39.06	201.11	184.51	0.1020071	145.45
M10	10.851	13.6984	0.2711	0.2708	38.86	202.96	184.77	0.5156769	145.91
M11	10.813	15.6001	0.2407	0.2573	39.35	206.19	185.38	0.502285	146.03
M12	16.8653	16.856	0.2577	0.3075	32.92	203.92	180.92	0.5859527	148
M13	16.578	11.2896	0.309	0.2122	42.79	209.81	189.7	0.2776699	146.91
M14	15.6543	11.145	0.2395	0.3652	30.94	208.63	178.63	0.7173278	147.69
M15	11.2336	11.0356	0.2182	0.2771	37.33	207.67	178.98	0.748396	141.65

Humedad Suelo	%	Hum PF inf	%	promedio	Succion Log kPa	Succion kPa
0.041541	6.124807396	0.778012685	77.8012685	41.96303795	2.058079344	114.3087153
0.106671	6.933438986	0.574760766	57.47607656	32.20475777	2.81824937	658.0355696
0.092141	29.57446809	0.32026538	32.026538	30.80050304	2.927640813	846.5269972
0.079989	23.08768657	0.24516129	24.51612903	23.8019078	3.472831382	2970.512487
0.033884	14.21987	0.216687952	21.66879523	17.94433262	3.929136489	8494.473957
0.100716	5.349412492	0.511388053	51.13880533	28.24410891	3.126783916	1339.010294
0.10177	30.49397122	0.194649089	19.46490888	24.97944005	3.38110162	2404.925461
0.111891	31.58412594	0.347550816	34.75508164	33.16960379	2.743087865	553.4620721
0.114129	10.20071487	0.897233202	89.72332016	49.96201752	1.434958835	27.22443249
0.124666	51.5676872	0.481166913	48.11669129	49.84218924	1.444293458	27.81592188
0.142505	50.22850021	0.240575204	24.0575204	37.14301031	2.433559497	271.3685394
0.155405	58.59526581	0.268292683	26.82926829	42.71226705	1.999714397	99.934259
0.136887	27.76699029	0.6866164	68.66163996	48.21431513	1.571104852	37.24816236
0.203128	71.73277662	0.134720701	13.4720701	42.60242336	2.00827122	101.9227705
0.202541	74.8395967	0.239985565	23.99855648	49.41907659	1.477253934	30.00916654

HUMEDOS											
	Peso bolsa sup.	Peso bolsa inf.	Peso bolsa sup + PF	Peso H PF sup	Peso bolsa inf + PF	Peso H PF inf	Peso rec. sup.	Peso rec. sup. + PF	Peso rec. Inf.	Peso rec. inf. + PF	peso SH
M1	1.5818	1.6153	1.8645	0.2827	1.8759	0.2606	16.3296	16.6123	10.6566	10.9172	161.27
M2	1.5736	1.5754	1.8567	0.2831	1.8458	0.2704	10.7656	11.0487	16.6218	16.8922	143.32
M3	1.5818	1.6153	1.8498	0.268	1.8431	0.2278	16.264	16.532	16.1098	16.3376	150.24
M4	1.5736	1.5754	1.8456	0.272	1.8555	0.2801	10.4306	10.7026	11.3404	11.6205	154.5
M5	1.5818	1.6153	1.9043	0.3225	1.9132	0.2979	10.742	11.0645	16.1601	16.458	156.74
M6	1.5736	1.5754	1.9254	0.3518	1.9345	0.3591	10.7111	11.0629	10.5993	10.9584	160.94
M7	1.5818	1.6153	1.9234	0.3416	1.9328	0.3175	16.3394	16.681	17.0432	17.3607	159.39
M8	1.5736	1.5754	1.9854	0.4118	1.9854	0.41	10.1481	10.5599	10.9101	11.3201	161.85
M9	1.5818	1.6153	1.9999	0.4181	2.0022	0.3869	11.0061	11.4242	10.921	11.3079	161.92
M10	1.5736	1.5754	1.9943	0.4207	1.9879	0.4125	10.5799	11.0006	13.4276	13.8401	162.26
M11	1.5818	1.6153	1.9534	0.3716	1.9491	0.3338	10.5723	10.9439	15.3428	15.6766	166.3
M12	1.5736	1.5754	1.9931	0.4195	1.9745	0.3991	16.6076	17.0271	16.5485	16.9476	169.4
M13	1.5818	1.6153	1.9834	0.4016	1.9823	0.367	16.269	16.6706	11.0774	11.4444	165.96
M14	1.5736	1.5754	1.9954	0.4218	1.9945	0.4191	15.4148	15.8366	10.7798	11.1989	176.74
M15	1.5818	1.6153	1.9754	0.3936	1.9657	0.3504	11.0154	11.409	10.7585	11.1089	170.7



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

ENSAYO DE PAPEL FILTRO

Muestra No.

4

SECOS									
	Peso rec. sup + PF	Peso rec. inf + PF	Peso seco sup PF	Peso seco inf PF	Peso rec.	Peso rec. + SH	Peso rec. + SS	Hum PF sup	Peso SS
M1	16.5762	10.8026	0.2466	0.146	39.62	200.89	194.43	0.1463909	154.81
M2	11.002	16.7878	0.2364	0.166	53.22	196.54	182.45	0.1975465	129.23
M3	16.4661	16.2765	0.2021	0.1667	42.97	193.21	182.35	0.3260762	139.38
M4	10.6382	11.5463	0.2076	0.2059	41.84	196.34	185.98	0.3102119	144.14
M5	10.8889	16.3897	0.1469	0.2296	37.81	194.55	189.78	1.195371	151.97
M6	11.0183	10.8611	0.3072	0.2618	45.59	206.53	193.42	0.1451823	147.83
M7	16.5965	17.2965	0.2571	0.2533	39.33	198.72	183.9	0.3286659	144.57
M8	10.4678	11.1976	0.3197	0.2875	39.91	201.76	187.65	0.2880826	147.74
M9	11.3942	11.2098	0.3881	0.2888	39.06	200.98	183.65	0.0772997	144.59
M10	10.8658	13.6997	0.2859	0.2721	38.86	201.12	183.47	0.4714935	144.61
M11	10.7988	15.6086	0.2265	0.2658	39.35	205.65	184.43	0.6406181	145.08
M12	16.8555	16.8674	0.2479	0.3189	32.92	202.32	181.94	0.6922146	149.02
M13	16.6152	11.29103	0.3462	0.21363	42.79	208.75	190.28	0.1600231	147.49
M14	15.6683	11.1478	0.2535	0.368	30.94	207.68	179.67	0.6639053	148.73
M15	11.24121	11.0401	0.22581	0.2816	37.33	208.03	177.87	0.7430583	140.54

Humedad Suelo	%	Hum PF inf	%	promedio	Succion Log kPa	Succion kPa
0.041729	14.63909165	0.784931507	78.49315068	46.56612117	1.699499161	50.06095856
0.10903	19.75465313	0.628915663	62.89156627	41.3231097	2.107929755	128.2123187
0.077916	32.60761999	0.366526695	36.65266947	34.63014473	2.629311726	425.9040067
0.071875	31.02119461	0.360369111	36.03691112	33.52905286	2.715086782	518.9037174
0.031388	14.21987	0.297473868	29.74738676	21.98362838	3.614475349	4115.99984
0.088683	14.51822917	0.371657754	37.1657754	25.84200228	3.313908022	2060.193545
0.102511	32.86658888	0.253454402	25.34544019	29.10601453	3.059641468	1147.206154
0.095506	28.80825774	0.426086957	42.60869565	35.7084767	2.545309665	351.00206
0.119856	7.729966503	0.33968144	33.96814404	20.84905527	3.702858594	5044.970071
0.122052	47.14935292	0.51598677	51.59867696	49.37401494	1.480764236	30.25270665
0.146264	64.06181015	0.255831452	25.58314522	44.82247769	1.835328988	68.44299224
0.13676	69.22146027	0.251489495	25.14894951	47.18520489	1.651272539	44.79943523
0.125229	16.0023108	0.717923513	71.79235126	43.89733103	1.907397913	80.79749802
0.188328	66.39053254	0.138858696	13.88586957	40.13820105	2.200234138	158.5747874
0.214601	74.30583234	0.244318182	24.43181818	49.36882526	1.481168512	30.2808814