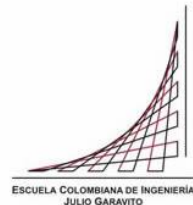


**Maestría en Ingeniería Civil**

**Correlaciones de ensayos de campo SDMT, CPT y laboratorio  
para caracterización de arcillas en el sector comprendido entre la  
calle 127 y la Caro de Bogotá**

**Ingrid Paola García Herrera**

**Bogotá, D.C., Julio de 2017**



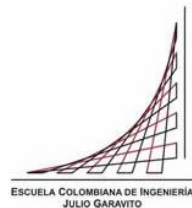
**Correlaciones de ensayos de campo SDMT, CPT y laboratorio  
para caracterización de arcillas en el sector comprendido entre la  
calle 127 y la Caro de Bogotá**

**Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con  
énfasis en Geotecnia**

**Ing. Diego Cobos Roa**

**Director**

**Bogotá, D.C., 28 de Julio de 2017**



La tesis de maestría titulada “Correlaciones de ensayos de campo SDMT, CPT y laboratorio para caracterización de arcillas en el sector comprendido entre la calle 127 y la Caro de Bogotá”, presentada por Ingrid Paola García Herrera, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Geotecnia.

Director de la tesis

Diego Cobos Roa

Jurado

Ricardo Salazar Ferro

Jurado

Edgar Rodríguez Granados

Bogotá, D.C., 28 de Julio de 2017

#### Dedicatoria

Primero a Dios , por haberme dado la vida, porque supo guiarme por el buen sendero, darme fuerzas para seguir adelante, no dejarme desfallecer y por haber colocado en mi camino personas que han sido mi soporte durante el logro de esta meta.

Segundo a mi familia Luz Marina Herrera, Nathaly García, Oscar Darío García y Karina Ramírez, por enseñarme valores, virtudes, perseverancia, por brindarme mucho amor, por ser el pilar fundamental en este largo proceso, por la motivación constante y el apoyo incondicional que me han permitido seguir adelante.



## Agradecimientos

A la **ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO**, por haberme permitido ser alumna de la Maestría en Ingeniería Civil con énfasis en Geotecnia.

A mi Director de tesis el Ingeniero Diego Cobos por su dedicación y esfuerzos, quien con sus conocimientos, experiencia me ha dado sus valiosos aportes.

Al Ingeniero Ricardo Salazar por la orientación y ayuda que me brindo para la realización de esta tesis.

De igual manera agradecer al Ingeniero Edgar Rodríguez y a la empresa **INGENIERIA Y GEORIESGOS SAS**, por su apoyo con toda la información suministrada para llevar acabo el desarrollo de esta tesis.

A mi compañero y amigo Javier Prieto, por haberme dado su apoyo, motivación y buenas ideas para sacar adelante mi tesis.

## Resumen

Se presenta un estudio para la caracterización de arcillas a partir parámetros de resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) y la relación de sobreconsolidación (OCR) de las arcillas en el sector comprendido entre la calle 127 y La Caro en la ciudad de Bogotá. La caracterización consistió en la recolección de ensayos de laboratorio (humedad del suelo, límites de Atterberg, compresión inconfiada y consolidación) y de ensayos de campo (penetración de cono (CPT) Y dilatómetro sísmico (SDMT)) suministrados por la empresa INGENIERIA Y GEORIEGOS SAS, con lo cuales se evaluaron para el parámetro de resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) las correlaciones planteadas por los autores Skempton, Jamiolkowski, Mesri y Hansbo, y para el parámetro de relación de sobre consolidación (OCR) se emplearon las correlaciones planteadas por los autores Stas y Kulhawy, Mayne y Mitchell. Estas correlaciones fueron evaluadas con los resultados de los ensayos de campo.

Se planteó un análisis estadístico de regresión múltiple a partir de tres variables, en el primer caso X se tomó como resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ),  $Y_1$  como humedad y límites de Atterberg y  $Y_2$  como profundidad; en el segundo caso X se tomó como relación de sobreconsolidación (OCR),  $Y_1$  como humedad y límites de Atterberg y  $Y_2$  como profundidad.

Con este análisis estadístico se definieron correlaciones entre los ensayos de campo (CPT y SDMT) y los ensayos de laboratorio (humedad del suelo y límites de Atterberg), para el cálculo de la resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) y la relación de sobreconsolidación (OCR) tanto en arcillas normalmente consolidadas y sobre consolidadas, con un confiabilidad del 95%.

## Índice general

Introducción .....	15
Capítulo I .....	16
Objetivos.....	16
1.1. Objetivo General .....	16
1.2. Objetivos Específicos .....	16
Capítulo II .....	17
Localización Área de Estudio.....	17
Capítulo III .....	20
Caracterización de Suelos .....	20
3.1. Suelos Cohesivos .....	21
Capítulo IV .....	22
Ensayos de Laboratorio .....	22
4.1. Análisis Granulométrico .....	22
4.2. Determinación del Contenido de Humedad.....	23
4.3. Estados de Consistencia.....	24
4.3.1. Límites de Atterberg.....	25
4.3.1.1. <i>Límite líquido mediante el método de Casagrande</i> .....	25
4.3.1.2. <i>Límite plástico</i> .....	26
4.3.1.3. <i>Límite de contracción</i> .....	27
4.3.1.4. <i>Índice de liquidez</i> .....	27
4.3.2. Relación entre los límites de Atterberg y la composición del suelo.....	28
4.4. Consolidación.....	29
4.5. Compresión Inconfinada .....	30
4.6. Sistemas de Clasificación de Suelos.....	32
4.6.1. Sistema de clasificación AASHTO.....	33
4.6.2. Sistema de clasificación SUCS.....	34
4.6.2.1. <i>Carta de plasticidad</i> .....	35
Capítulo V .....	36
Ensayos de Campo .....	36
5.1. Ensayo de Penetración de Cono (CPT).....	38
5.2. Dilatómetro Plano (DMT) Y Dilatómetro Sísmico (SDMT).....	41
Capítulo VI.....	44
Información Disponible .....	44
Capítulo VII.....	65
Análisis de Información.....	65
Capítulo VIII.....	86
Correlaciones Propias.....	86
8.1. Análisis Estadístico .....	86
8.1.1. Regresión múltiple.....	86

8.1.2. Coeficiente de determinación.....	87
8.1.3. Estimación de intervalos de confianza.....	88
8.2. Correlaciones para Resistencia al Corte No Drenado (Su) y para Relación de Sobreconsolidación (OCR) .....	89
8.2.1. Correlaciones de resistencia al corte no drenado (SU), a partir de la humedad del suelo, los límites de Atterberg y la profundidad.....	89
8.2.2. Correlaciones para relación de sobreconsolidación (OCR), a partir de la humedad del suelo, los límites de Atterberg y la profundidad.....	100
8.3. Consolidación de Ecuaciones Propias para Resistencia al Corte No Drenado (Su) y para Relación de Sobreconsolidación (OCR).....	116
Capítulo IX.....	120
Conclusiones y recomendaciones.....	120
Referencias Bibliografía.....	122

## Índice de tablas

Tabla 1. Caracterización geotécnica de área de estudio.....	19
Tabla 2. Factores para la obtención de límite líquido .....	26
Tabla 3. Valores típicos de consistencia del suelo .....	27
Tabla 4. Valores típicos de consistencia del suelo .....	32
Tabla 5. Sistema AASHTO .....	33
Tabla 6. Sistema de unificado de clasificación de suelos SUCS .....	34
Tabla 7. Principales ensayos geotécnicos in situ y su aplicabilidad (Lunne et al., 1997). 37	
Tabla 8. Tipo de comportamiento de suelo (SBT) .....	39
Tabla 9. Ensayos de Laboratorio Calle 127 .....	45
Tabla 10. Ensayos de campo Calle 127.....	47
Tabla 11. Ensayos de Laboratorio Calle 165 .....	52
Tabla 12. Ensayos de campo Calle 165.....	55
Tabla 13. Ensayos de Laboratorio Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito ....	59
Tabla 14. Ensayos de campo Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito .....	60
Tabla 15. Ensayos de Laboratorio Auto Norte.....	61
Tabla 16. Ensayos de campo Auto Norte.....	62
Tabla 17. Correlaciones Su y OCR .....	65
Tabla 18. Correlaciones para Su Calle 127.....	66
Tabla 19. Correlaciones para OCR Calle 127 .....	67
Tabla 20. Correlaciones para Su Calle 165.....	70
Tabla 21. Correlaciones para OCR Calle 165 .....	72
Tabla 22. Correlaciones para Su Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito .....	76
Tabla 23. Correlaciones para OCR Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito....	76
Tabla 24. Correlaciones para Su Auto Norte.....	79
Tabla 25. Correlaciones para OCR Auto Norte .....	80
Tabla 26. Clasificación R <sup>2</sup> .....	88
Tabla 27. Nivel de Confianza .....	89
Tabla 28. Ecuación propia para Su con respecto a la Wn% y la profundidad.....	90
Tabla 29. Ecuación propia para Su con respecto al LL% y la profundidad .....	91
Tabla 30. Ecuación propia para Su con respecto al LP% y la profundidad.....	92
Tabla 31. Ecuación propia para Su con respecto al IP% y la profundidad.....	93
Tabla 32. Ecuación propia para Su con respecto al IL y la profundidad .....	94
Tabla 33. Ecuación propia para Su con respecto a la Wn% y la profundidad.....	95
Tabla 34. Ecuación propia para Su con respecto al LL% y la profundidad .....	96
Tabla 35. Ecuación propia para Su con respecto al LP% y la profundidad.....	97
Tabla 36. Ecuación propia para Su con respecto al IP% y la profundidad.....	98
Tabla 37. Ecuación propia para Su con respecto al IL y la profundidad .....	99
Tabla 38. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto a la Wn% y la profundidad.....	101

Tabla 39. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto a la Wn% y la profundidad.....	102
Tabla 40. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto al LL% y la profundidad .....	103
Tabla 41. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al LL% y la profundidad .....	104
Tabla 42. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto al LP% y la profundidad.....	105
Tabla 43. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al LP% y la profundidad .....	106
Tabla 44. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto al IP% y la profundidad .....	107
Tabla 45. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al IP% y la profundidad .....	108
Tabla 46. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto al IL y la profundidad .....	109
Tabla 47. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al IL y la profundidad .....	110
Tabla 48. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto a la Wn% y la profundidad.....	111
Tabla 49. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto a la LL% y la profundidad.....	112
Tabla 50. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al LP% y la profundidad .....	113
Tabla 51. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al IP% y la profundidad .....	114
Tabla 52. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al IL y la profundidad .....	115
Tabla 53. Ecuaciones propias para (Su) en CPT .....	116
Tabla 54. Ecuaciones propias para (Su) en SDMT .....	116
Tabla 55. Ecuaciones propias para OCR (NC) en CPT.....	117
Tabla 56. Ecuaciones propias para OCR (SC) en CPT.....	118
Tabla 57. Ecuaciones propias para OCR (SC) en SDMT .....	118

## Índice de figuras

Figura 1. Localización general del área de estudio .....	18
Figura 2. Mapa de zonificación geotécnica de Bogotá.....	19
Figura 3. Clasificación composicional del suelo .....	20
Figura 4. Curva granulométrica de un suelo .....	23
Figura 5. Estados de consistencia.....	24
Figura 6. Relación entre el índice de plasticidad y la fracción arcillosa según Skempton 1953.....	28
Figura 7. Consolidación unidimensional .....	29
Figura 8. Curva de consolidación de una arcilla sobreconsolidada .....	30
Figura 9. Curva de compresión inconfiada .....	31
Figura 10. Simbología de los grupos y subgrupos de la clasificación SUCS .....	34
Figura 11. Carta de plasticidad .....	35
Figura 12. Parámetros CPT .....	38
Figura 13. Tipo de comportamiento del suelo (SBT) no normalizado CPT según Robertson .....	39
Figura 14. Propiedades del suelo que afectan los resultados de CPT/CPTU .....	40
Figura 15. Cono de penetración estática CPT.....	40
Figura 16. Parámetros intermedios .....	42
Figura 17. Dilatómetro plano DMT.....	43
Figura 18. Variación del Su a diferentes profundidades Calle 127 .....	69
Figura 19. Variación del OCR a diferentes profundidades Calle 127 .....	70
Figura 20. Variación del Su a diferentes profundidades Calle 165 .....	74
Figura 21. Variación del OCR a diferentes profundidades Calle 165 .....	75
Figura 22. Variación del Su a diferentes profundidades Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito .....	78
Figura 23. Variación del OCR a diferentes profundidades Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito .....	79
Figura 24. Variación del Su a diferentes profundidades Auto Norte .....	82
Figura 25. Variación del OCR a diferentes profundidades Auto Norte .....	83
Figura 26. Variación del Su a diferentes profundidades en los puntos de estudio.....	84
Figura 27. Variación del OCR a diferentes profundidades en los puntos de estudio.....	85
Figura 28. Modelo de regresión múltiple .....	87
Figura 29. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto a la Wn% y la profundidad.....	90
Figura 30. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto al LL% y la profundidad.....	91

Figura 31. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto al LP% y la profundidad.....	92
Figura 32. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto al IP% y la profundidad.....	93
Figura 33. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto al IL y la profundidad.....	94
Figura 34. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto a la Wn% y la profundidad.....	95
Figura 35. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto al LL% y la profundidad.....	96
Figura 36. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto al LP% y la profundidad.....	97
Figura 37. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto al IP% y la profundidad.....	98
Figura 38. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto al IL y la profundidad.....	99
Figura 39. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto a la Wn% y la profundidad .....	100
Figura 40. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto a la Wn% y la profundidad .....	101
Figura 41. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto al LL% y la profundidad .....	102
Figura 42. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto al LL% y la profundidad .....	103
Figura 43. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto al LP% y la profundidad.....	104
Figura 44. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto al LP% y la profundidad.....	105
Figura 45. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto al IP% y la profundidad.....	106
Figura 46. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto al IP% y la profundidad.....	107
Figura 47. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto al IL y la profundidad.....	108
Figura 48. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto al IL y la profundidad.....	109
Figura 49. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto a la Wn% y la profundidad .....	111
Figura 50. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto a la LL% y la profundidad.....	112



Figura 51. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto al LP% y la profundidad.....	113
Figura 52. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto al IP% y la profundidad.....	114
Figura 53. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto al IL y la profundidad.....	115

## Índice de Anexos

Anexo 1. Ensayos de Campo de la Calle 127 .....	124
Anexo 2. Ensayos de Laboratorio de la Calle 127 .....	128
Anexo 3. Ensayos de Campo de la Calle 165 .....	131
Anexo 4. Ensayos de Laboratorio de la Calle 165.....	136
Anexo 5. Ensayos de Campo de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito...	147
Anexo 6. Ensayos de Laboratorio de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito .....	156
Anexo 7. Ensayos de Campo de la Auto Norte .....	170
Anexo 8. Ensayos de Laboratorio de la Auto Norte.....	176

## Introducción

Los suelos Bogotanos son reconocidos por ser arcillas blandas de alta compresibilidad y baja resistencia; a las cuales se les debe prestar atención para poder tomar la mejor decisión en términos de ingeniería, para poder ser tratadas y de esta manera evitar que se presenten fallas en obras de construcción.

Las arcillas Bogotá presentan un reto de vital importancia para la cimentación de edificaciones livianas y pesadas. Se trata de suelos de alta plasticidad, con una consistencia o resistencia al corte baja y gran espesor. Desde hace un par de décadas, comenzó a evidenciarse hundimiento de algunos sectores, lo que se atribuye tanto a las características geológicas del terreno como a la intervención humana.

Esta tesis para la Maestría en Geotecnia plantea la creación de curvas de correlación que permitan producir una caracterización del comportamiento mecánico más acertada de las arcillas en el sector comprendido entre la calle 127 y la Caro de Bogotá y de este modo proporcionar herramientas que en futuras investigaciones puedan ser utilizadas como base para el desarrollo de proyectos. Similarmente, este trabajo propone una base metodológica para buscar otras bases de correlación entre parámetros obtenidos de ensayos de campo y laboratorio y las propiedades mecánicas de arcillas blandas.

Este trabajo de investigación emplea datos recolectados por INGENIERIA Y GEORIESGOS SAS en investigaciones geotécnicas en la zona geográfica mencionada anteriormente.

En el presente documento los capítulos 1 al 4, se da a conocer los conceptos básicos de los ensayos de laboratorio empleados en las correlaciones, en el capítulo 5 se introducen los ensayos de campo analizados, en el capítulo 6 se muestra los datos recopilados, y finalmente los capítulos 7 y 8 se presentan análisis de datos, y las correlaciones objeto de esta investigación.

# Capítulo I

## Objetivos

### 1.1. Objetivo General

Generar curvas de correlación entre los ensayos de campo y laboratorio que sirvan como base para poder caracterizar las arcillas en el sector comprendido entre la calle 127 y La Caro en la ciudad de Bogotá.

### 1.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de este trabajo de investigación son:

- Identificar el tipo de arcilla presente en sector comprendido entre la calle 127 y la Caro en la ciudad de Bogotá.
- Recolectar datos obtenidos de los ensayos de campo y laboratorio en el sector entre la calle 127 y la Caro en la ciudad de Bogotá.
- Analizar datos obtenidos de los ensayos de campo y laboratorio en el sector entre la calle 127 y la Caro en la ciudad de Bogotá.
- Proponer diferentes correlaciones para la resistencia al corte no drenado (Su) y la relación de sobreconsolidación (OCR), basados en los resultados de los ensayos de campo y ensayos de laboratorio.

## **Capítulo II**

### **Localización Área de Estudio**

En la calle 127a # 53A-45 donde se encuentra ubicado el Centro Empresarial Colpatria, se realizaron como parte de un estudio geotécnico los siguientes ensayos:

- Tres ensayos de penetración de cono (CPT),
- 96 determinaciones de humedad, y
- 40 límites de Atterberg.

En la calle 165 con carrera 56, se realizaron:

- Un ensayo de penetración de cono (CPT),
- Un ensayo de dilatómetro sísmico (SDMT),
- 99 determinaciones de humedad,
- 47 límites de Atterberg, y
- 36 compresiones inconfiadas.

En la AK 45 (Auto Norte) # 205-59 donde se encuentra ubicada la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, se realizaron:

- Dos ensayos de penetración de cono (CPT),
- Dos ensayos de dilatómetro sísmico (SDMT),
- 11 determinaciones de humedad,
- 11 límites de Atterberg, y
- 10 compresiones inconfiadas

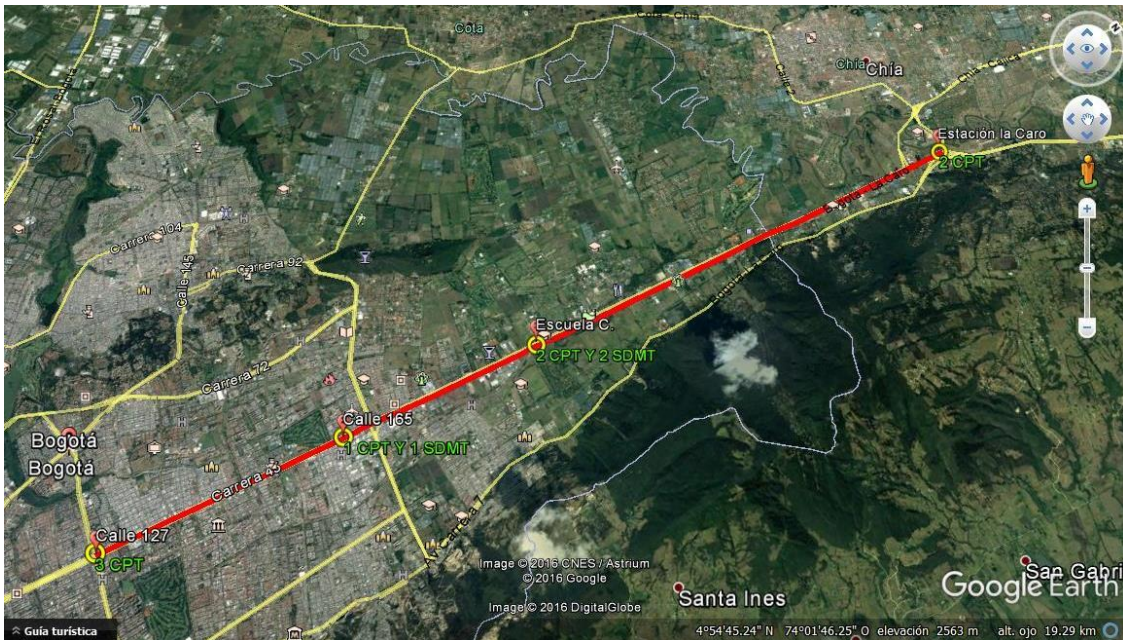
En la Autopista Norte llegando a la Caro se realizaron:

- Dos ensayos de penetración de cono (CPT),
- 17 determinaciones de humedad,
- 17 límites de Atterberg,
- 3 consolidaciones unidimensional, y

- 15 compresiones inconfiadas.

La Figura 1 muestra la localización de las zonas de estudio empleadas en esta investigación.

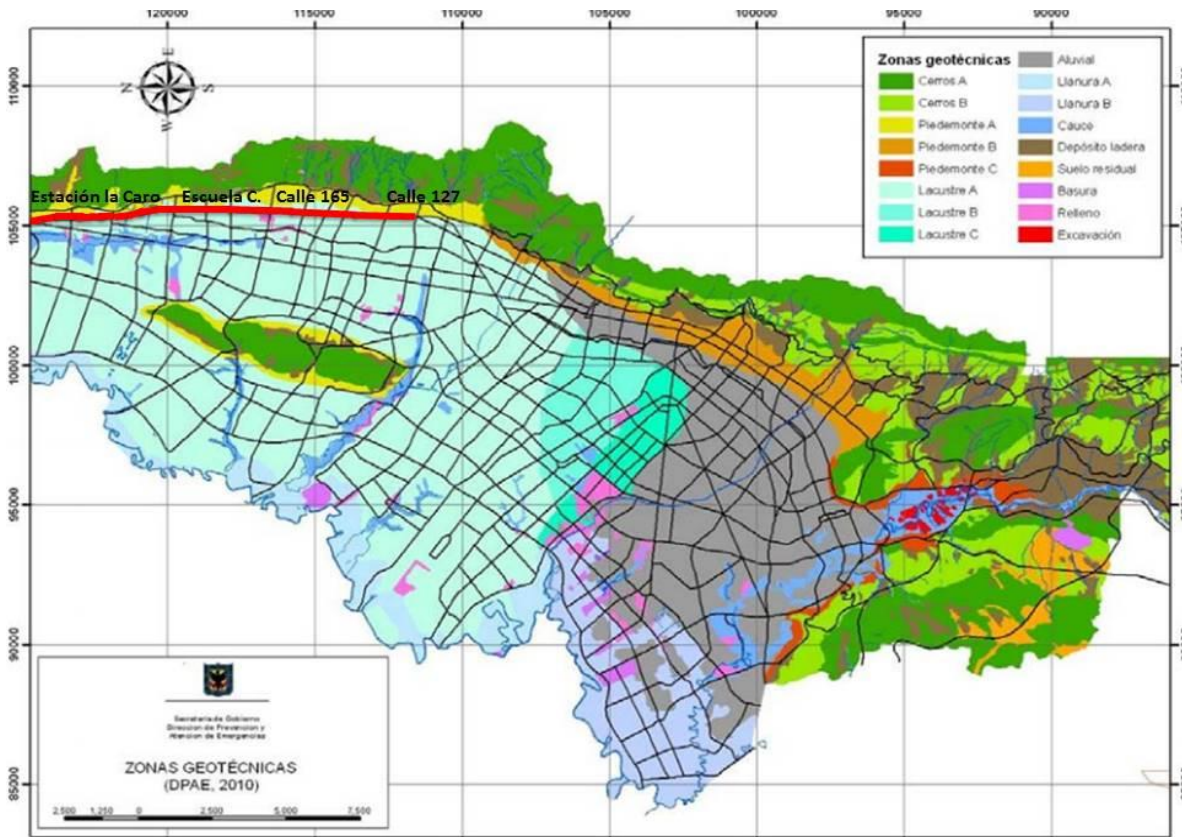
**Figura 1. Localización general del área de estudio**



(Figura Tomada y adaptada de (Google Earth, 2015))

Teniendo en cuenta el mapa de zonificación Geotécnica de Bogotá (Figura 2), se puede apreciar la delimitación precisa y subdivisión de las zonas de piedemonte y en la subdivisión de las unidades de planicie (Lacustre, lacustre-aluvial y llanura de inundación). En la zona de estudio, se puede observar que el perfil de suelo se encuentra compuesto por arcillas limosas muy blandas, con baja a media capacidad portante y muy compresible.

**Figura 2. Mapa de zonificación geotécnica de Bogotá**



(Figura Tomada de (Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, 2010))

La descripción geotécnica de la zona de estudio calle 127 y la Caro se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1. Caracterización geotécnica de área de estudio**

Nombre	Geotecnia	Geología	Geomorfología	Composición principal	Comportamiento Geotécnico general	Espesor
Lacustre A	Suelo lacustre muy blando	Terraza Alta-Lacustre	Planicie	Arcillas limosas muy blandas	Suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresibles	20-500m

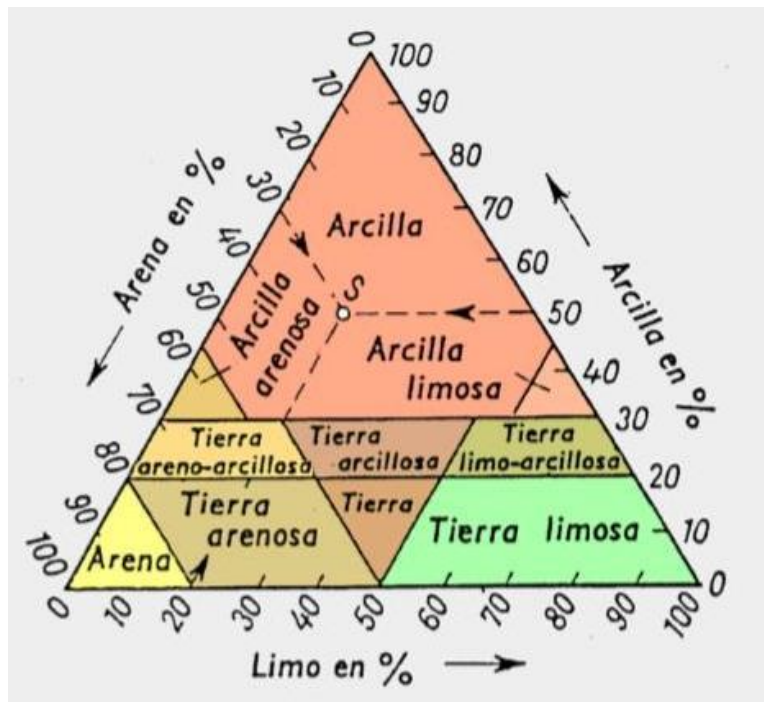
(Tabla Tomada de (Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, 2010))

### Capítulo III

#### Caracterización de Suelos

El suelo se define como un “agregado de partículas minerales, a lo sumo parcialmente cementadas; que se comporta como una estructura con determinadas características físicas y químicas. Los suelos provienen de un proceso llamado meteorización, que es el transporte de los materiales alterados que se depositan posteriormente formando alterita, mediante la cual se presentan diversos procesos de consolidación.” A continuación en la Figura 3, se da a conocer la clasificación composicional del suelo. (Bañón Blázquez & Bevía García, 2000).

**Figura 3. Clasificación composicional del suelo**



(Figura Tomada de (Bañón Blázquez & Bevía García, 2000))



### 3.1. Suelos Cohesivos

Estos suelos se caracterizan por un tamaño más fino de sus partículas (inferior a 0.08mm) donde predominan los efectos electroquímicos superficiales; consisten principalmente en limos y arcillas cuya resistencia depende en gran medida de la cantidad de agua que contienen.

La cohesión es la principal propiedad mecánica que se define como la fuerza interparticular producida por el agua de constitución del suelo, siempre cuando no este saturado. Esta es importante para la estabilidad, ya que aumenta la resistencia del suelo (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000).

**Limos (M):** Están compuestos de partículas finas, con poca o ninguna plasticidad; con tamaños entre 0.08 a 0.002mm aproximadamente. Se clasifican como ML (limo de baja plasticidad) y MH (limo de alta plasticidad).

Si el material llega a estar contaminado con materia orgánica puede causar inestabilidad; se clasificaría como OL (limo orgánico de baja compresibilidad siempre cuando su límite líquido sea menor del 50%) y OH (limo orgánico de alta compresibilidad siempre cuando su límite líquido sea mayor del 50%) (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000).

**Arcillas (C):** Están compuestas de partículas muy finas, en forma de laminillas o escamas, con tamaños menores a 0.002mm. Estas reaccionan a la humedad volviéndose plásticas; pero si pierden humedad se contraen. Presentan marcada cohesión según su grado de humedad; al aplicarles una carga en superficie se comprimen lentamente, son susceptibles a cambios volumétricos y las contracciones perdiendo su resistencia y capacidad de carga. Se clasifican como CL (arcilla de baja plasticidad) y CH (arcilla de alta plasticidad) (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000).

**Turbas (Pt):** Están compuestas de materia orgánica que consiste en residuos vegetales parcialmente descompuestos; se identifican por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa. En general al aumenta el grado de descomposición incrementa la densidad aparente, el contenido de carbono orgánico, la microporosidad y disminuye la permeabilidad (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000).

## **Capítulo IV**

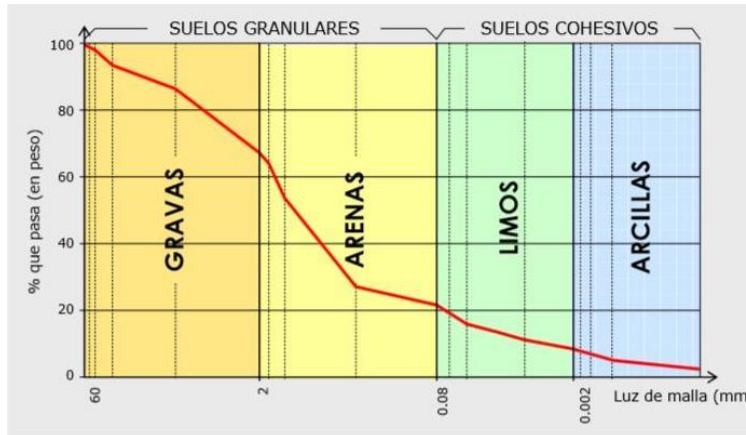
### **Ensayos de Laboratorio**

Los ensayos de laboratorio son necesarios para clasificar el suelo y obtener parámetros geotécnicos. Los suelos están formados por una composición de capas, las cuales presentan ciertas características específicas, que dependen de algunas variables como el material de origen, el clima (cantidad y tipo de precipitaciones, variaciones de temperatura), la vegetación presente, del tiempo transcurrido desde que empezó su proceso de formación y el tipo de manejo. A continuación se describen los principales ensayos de laboratorio útiles para caracterizar un suelo:

#### **4.1. Análisis Granulométrico**

Para el análisis granulométrico (Figura 4), la principal herramienta que utilizamos es el tamiz, se trata de un instrumento compuesto por un marco rígido al que se halla sujeta una malla caracterizada por un espaciado uniforme, las mallas son de diferentes tamaños. El ensayo de laboratorio se efectúa tomando una cantidad medida de suelo seco bien pulverizada y haciéndolo pasar por un apilo de mallas con aberturas cada vez más pequeñas. Se pesa la cantidad de suelo retenida en cada malla y se calcula su porcentaje acumulado del suelo que pasa a través de cada una (NTC 1522, 2013).

**Figura 4. Curva granulométrica de un suelo**



(Figura Tomada de (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000))

A partir de la curva granulométrica de suelo de grano grueso se determinan los parámetros de  $C_u$  (coeficiente de uniformidad) y  $C_c$  (coeficiente de curvatura).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{D^2_{30}}{(D_{60})x(D_{10})}$$

Donde  $D_{10}$ ,  $D_{30}$  Y  $D_{60}$  son los diámetros correspondientes al porcentaje de finos que pasa 10, 30 y 60%, respectivamente.

#### 4.2. Determinación del Contenido de Humedad

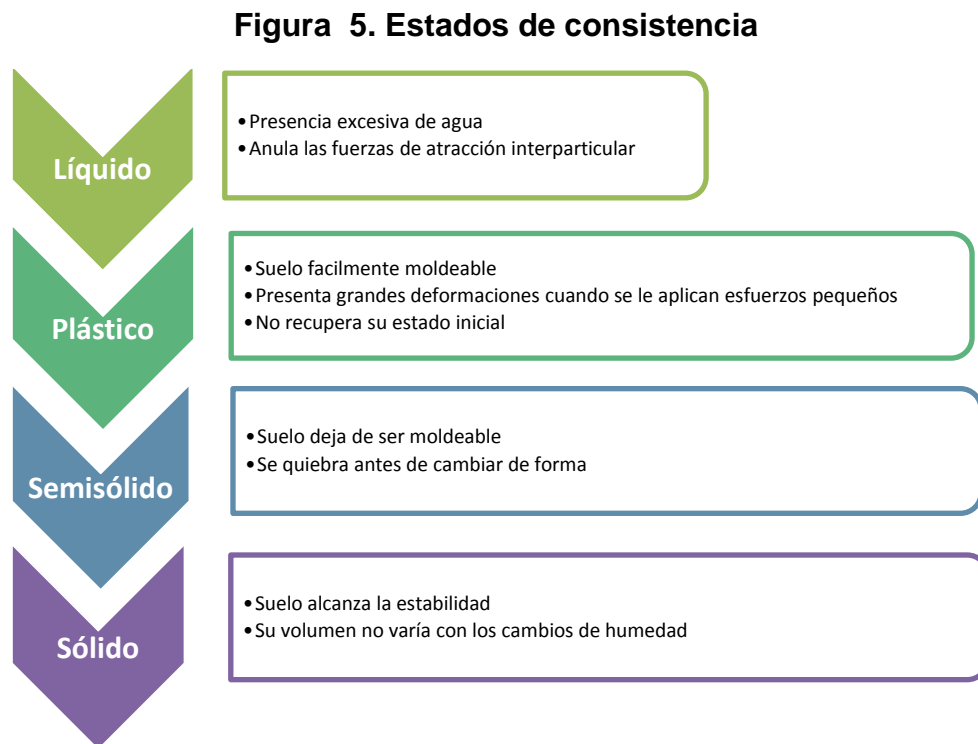
La determinación del contenido de humedad es un ensayo de laboratorio para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de un peso seco (NTC 1495, 2013).

$$W = \frac{W_w}{W_s} x 100\%$$

Donde  $W_w$  es el peso del agua presente en la masa de suelo, y  $W_s$  es el peso de los sólidos en el suelo.

### 4.3. Estados de Consistencia

El comportamiento de un suelo está muy influenciado por la presencia de agua, se acentúa cuanto menor es el tamaño de las partículas como las arcillas. El estado de consistencia (Figura 5), se puede dar en función de su grado de humedad: líquido, plástico, semisólido y sólido.



(Elaboración propia basado en (Bañón Blázquez & Beví García, 2000))

### **4.3.1. Límites de Atterberg.**

Atterberg fue el primero que relaciono el grado de plasticidad de un suelo con su contenido de agua o humedad. El contenido de humedad en %, en el que el suelo cambia de estado líquido a uno plástico se define como límite líquido (LL); cuando el contenido de humedad en %, en el que el suelo cambia de un estado plástico a uno semisólido y de un estado semisólido a uno sólido se define como límite plástico (LP) y límite de contracción (LC) (Das, 2012).

#### **4.3.1.1. Límite líquido mediante el método de Casagrande.**

El cálculo del límite líquido es un ensayo de laboratorio, que a través del método de Casagrande permite definir el contenido de humedad en el que se cierra una ranura de 13mm de longitud mediante intervalos de golpes de 25-30, 20-30 y 15-25. Con los resultados poder ingresar a al monograma, diagrama o calculado utilizando el método de factor de correlación K (I.N.V.E- 125, 2013)

$$LL = WNx \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

$$LL = KxWN$$

Donde N es el número de golpes, WN es el contenido de agua para el punto realizado que requirió N golpes para cerrar la ranura y K es el factor de correlación (Tabla 2).

**Tabla 2. Factores para la obtención de límite líquido**

Número de Golpes N	Factor para Límite Líquido, K
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014

(Tabla Tomada de (I.N.V.E- 125, 2013))

#### **4.3.1.2. Límite plástico.**

Determinar el límite plástico es un ensayo de laboratorio donde se calcula el contenido de humedad en el que suelo se agrieta o se empieza a desmoronar al formar un rollo de 3mm de diámetro a razón de 80 a 90 revoluciones por minuto. Se obtiene la masa del agua y la masa seca (I.N.V.E- 126, 2013)

$$LP = \frac{\text{Masa agua}}{\text{Masa suelo seco}} \times 100$$

Teniendo el límite líquido y el límite plástico se puede calcular el índice de plasticidad como la diferencia de los dos.

$$IP = LL - LP$$

#### 4.3.1.3. Límite de contracción.

Es un ensayo de laboratorio donde se calcula el contenido de humedad en el que el suelo no experimenta ningún cambio adicional en su volumen con la pérdida de humedad. Su cálculo está dado por la ecuación (Tabla 3): (I.N.V.E- 127, 2013)

$$LC = W - \frac{(V - V_0)\gamma_w}{W_0} \times 100$$

Donde W es el contenido de agua en %, V es el volumen de la pastilla de suelo húmedo, Vo es el volumen de la pastilla de suelo secado al horno, Wo es la masa de la pastilla de suelo seco y  $\gamma_w$  es la masa unitaria de agua.

**Tabla 3. Valores típicos de consistencia del suelo**

PARÁMETRO		TIPO DE SUELO		
		Arena	Limo	Arcilla
LL	Límite líquido	15 - 20	30 - 40	40 - 150
LP	Límite plástico	15 - 20	20 - 25	25 - 50
LR	Límite de retracción	12 - 18	14 - 25	8 - 35
IP	<b>Índice de plasticidad</b>	<b>0 - 3</b>	<b>10 - 15</b>	<b>10 - 100</b>

(Tabla Tomada de (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000))

#### 4.3.1.4. Índice de liquidez.

Es la consistencia relativa de un suelo cohesivo en el estado natural, que está dado por: (Das, 2012).

$$IL = \frac{W - LP}{LL - LP}$$

Donde W es el contenido de humedad in situ del suelo

El W en una arcilla sensitiva puede ser mayor que el IL

IL>1

Los depósitos del suelo están altamente sobreconsolidados pueden tener un contenido de humedad menor que el LP

IL<0

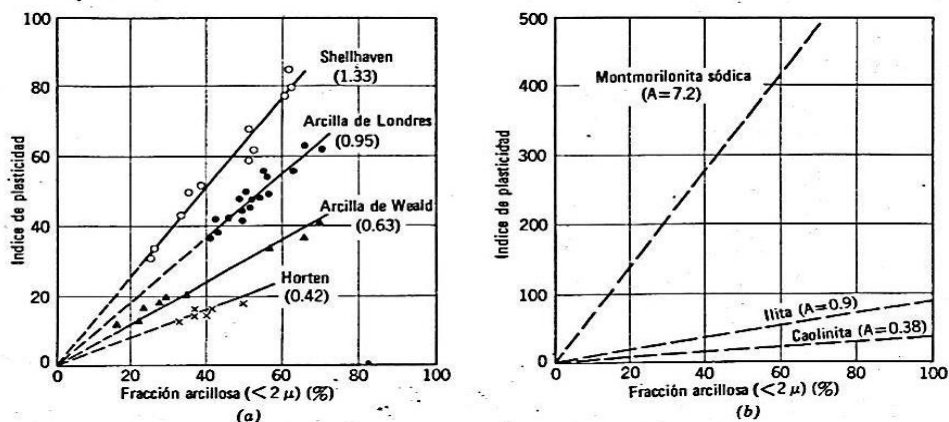
#### 4.3.2. Relación entre los límites de Atterberg y la composición del suelo.

Skempton (1953) observó que el IP de un suelo aumenta linealmente con el porcentaje de la fracción del tamaño de la arcilla (% más fino que 2µm en peso) presente. Definió una magnitud que denomino actividad (Lambe, 2004).

$$\text{Actividad de una arcilla} = \frac{\text{IP}}{\% \text{ en peso menor de } 2\mu\text{m}}$$

La actividad se utiliza como un índice para identificar el potencial de expansión de los suelos arcillosos (Figura 6).

Figura 6. Relación entre el índice de plasticidad y la fracción arcillosa según Skempton 1953



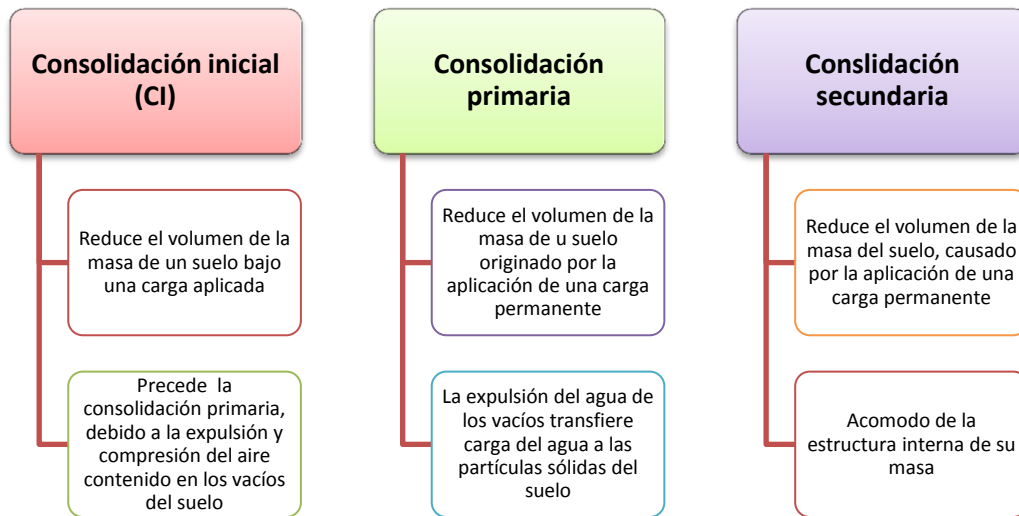
(Figura Tomada de (Lambe, 2004))



#### 4.4. Consolidación

Este método se refiere al procedimiento para determinar la rata y la magnitud de la consolidación de muestras de suelos, cuando se confinan lateralmente y se carga y drenan axialmente (Figura 7) (I.N.V.E- 151, 2013).

**Figura 7. Consolidación unidimensional**



(Elaboración propia basado en (I.N.V.E- 151, 2013))

Este ensayo de laboratorio permite determinar la compresibilidad de los suelos mediante incremento de carga para los cuales se obtiene lecturas de tiempo.

Calculo de coeficiente de consolidación:

$$CV = \frac{0.05H^2}{t_{50}}$$

Donde H es la altura de la muestra y  $t_{50}$  es el tiempo para el 50% de consolidación en años.

Se grafican las deformaciones Vs el tiempo con las cuales se calcula:

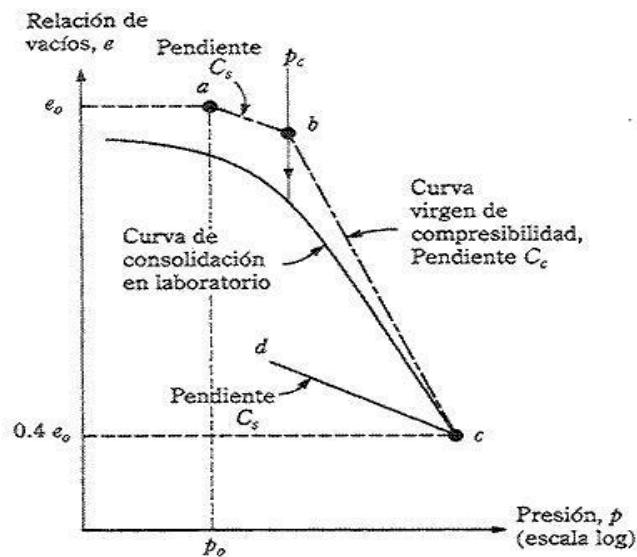
$$D50 = D_0 + \frac{5}{9}x(D90 - D_0)$$

$$D100 = D_0 + \frac{10}{9}x(D90 - D_0)$$

Donde  $D_0$ ,  $D50$  y  $D100$  son las deformaciones al 0, 50 y 100% de consolidación.

A partir del ensayo de consolidación se puede hacer la curva de  $e$ - $\log \sigma'$  (Figura 8), con la cual se calcula el índice de compresión ( $C_c$ ) y el índice de expansión ( $C_s$ ).

**Figura 8. Curva de consolidación de una arcilla sobreconsolidada**



(Figura Tomada de (Das, 2012))

#### 4.5. Compresión Inconfinada

Es un ensayo de laboratorio para determinar la resistencia a la compresión inconfinada de suelos cohesivos bajo condiciones inalteradas o remodeladas (Figura 9). Esta resistencia es la carga por unidad de área a la cual una probeta de suelo, cilíndrico o prismático falla (I.N.V.E-152, 2013).

Calculo de deformación unitaria:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Donde  $\Delta L$  es el cambio de longitud de la muestra inicial y final y  $L_0$  es la longitud inicial de la muestra.

Calculo de la sección transversal promedio de la muestra A:

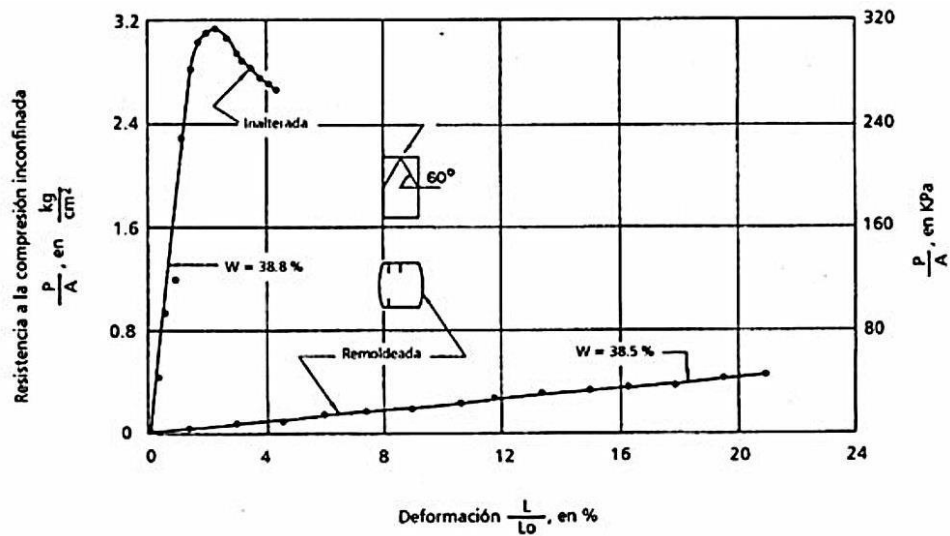
$$A = \frac{A_0}{1 - \varepsilon}$$

Calculo de esfuerzo:

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

Donde p es la carga aplicada dada.

**Figura 9. Curva de compresión inconfiada**



(Figura Tomada de (I.N.V.E-152, 2013))

La resistencia a la compresión inconfínada (Tabla 4), es empleada también para calificar la consistencia del suelo.

**Tabla 4. Valores típicos de consistencia del suelo**

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfínada	
	Kg/cm <sup>2</sup>	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	( < 25)
Blanda	0.25-0.50	( 25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	( 50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400 )

(Tabla Tomada de (I.N.V.E-152, 2013))

#### 4.6. Sistemas de Clasificación de Suelos

La clasificación de los suelos se determina a partir de diferentes propiedades del suelo, mediante diferentes ensayos de laboratorio, que permiten establecer una división sistemática atendiendo a las similitudes de sus características físicas y sus propiedades geomecánicas.

A partir de la clasificación inicial que el Ingeniero realice puede tener una idea acerca del comportamiento del suelo. Es suficiente conocer la granulometría y plasticidad del suelo para predecir su comportamiento mecánico (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000).

Existen múltiples clasificaciones que permiten estudiar de manera más racional y completa los suelos, como son la clasificación de Casagrande modificada (SUCS) y la clasificación de la AASHTO.

#### 4.6.1. Sistema de clasificación AASHTO.

Este sistema fue desarrollado en el año 1929, aunque ha sido objeto de varias revisiones. El modelo utilizado actualmente es el del año 1945 (Tabla 5).

**Tabla 5. Sistema AASHTO**

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
Grupo de clasificación		A-4		A-5		A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10							
Núm. 40							
Núm. 200		36 mín.		36 mín.		36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido		40 máx.		41 mín.		40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad		10 máx.		10 máx.		11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes		Suelos limosos			Suelos arcillosos		
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo						

\*Para A-7-5,  $PI \leq LL - 30$

†Para A-7-6,  $PI > LL - 30$

(Tabla Tomada de (Das, 2012))

#### 4.6.2. Sistema de clasificación SUCS.

El sistema unificado de suelos lo propuso originalmente Casagrande en 1942 y más tarde lo revisó y adoptó el US Bureau of Reclamation (Figura 10 y Tabla 6).

**Figura 10. Simbología de los grupos y subgrupos de la clasificación SUCS**



(Elaboración propia basado en (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000))

**Tabla 6. Sistema de unificado de clasificación de suelos SUCS**

SÍMBOLO	Características generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
GP			Pobrememente graduadas
GM		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
SP			Pobrememente graduadas
SM		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

(Tabla Tomada de (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000))

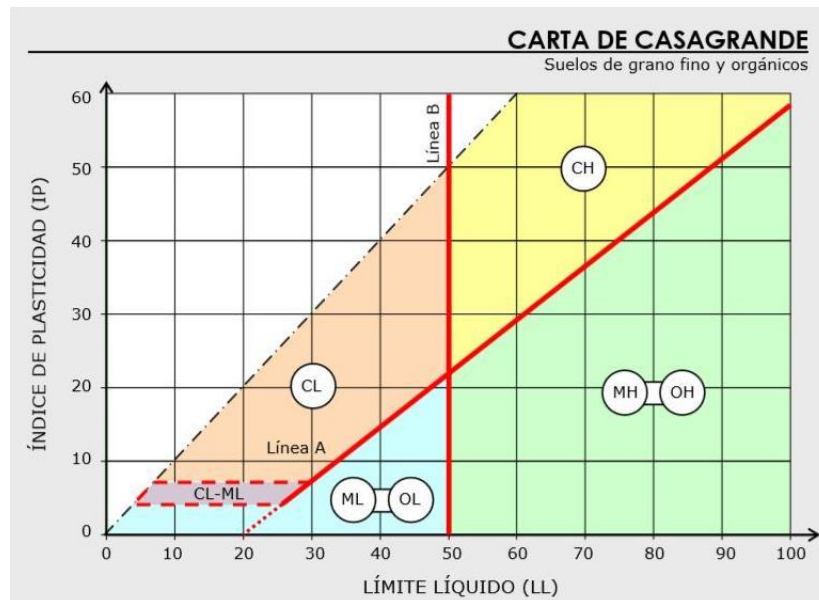
#### 4.6.2.1. Carta de plasticidad.

Tras un estudio experimental de diferentes muestras de suelo de grano fino, Casagrande creo un diagrama de los suelos cohesivos, donde se destacan dos grandes líneas que actúan a modo de límites (Figura 11):

$$\text{Línea A: } IP=0.73 \times (LL-20)$$

$$\text{Línea b: } LL=50$$

**Figura 11. Carta de plasticidad**



(Figura Tomada de (Bañon Blázquez & Bevía García, 2000))

## **Capítulo V**

### **Ensayos de Campo**

Los ensayos de campo (Tabla 7) in-situ constituyen una serie de técnicas variables e independientes, que permiten realizar la caracterización mecánica de las capas del subsuelo, a partir de parámetros medidos en el propio medio natural, evitando la alteración de las muestras y así permitiendo apreciar la heterogeneidad del subsuelo. Según Jamiolkowski (1988), para obtener los parámetros geotécnicos se puede dividir en ensayos donde la trayectoria de presiones es muy parecida a las reales, ensayos donde la trayectoria de presiones es diferente a las reales del terreno por medio de apropiadas hipótesis de las condiciones de drenaje y las relaciones esfuerzo-deformación y los ensayos donde la trayectoria de presiones diferente a las reales con modelos adecuados sobre las condiciones del entorno.

Estos ensayos presentan varias ventajas tales como son (Devincenzi & Frank, 2004):

- Mejora de la eficiencia y la rentabilidad en comparación con el muestreo y los ensayos de laboratorio.
- Se pueden obtener gran cantidad de datos.
- Permiten la evaluación de la variable vertical y lateral.



**Tabla 7. Principales ensayos geotécnicos in situ y su aplicabilidad (Lunne et al., 1997)**

APLICABILIDAD: A = alta, B = media, C = baja, - = ninguna

Grupo	Tipo	Parámetros del Suelo													Tipo de Terreno							
		Tipo Suelo	Estratigrafía	u	* $\phi'$	$S_u$	DR%	$m_v$	$C_v$	K	$G_0$	$\sigma_h$	OCR	$\sigma-\epsilon$	Roca dura	Roca blanda	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Orgánicos	
Penetrómetros	Dinámico	C	B	-	C	C	C	-	-	-	C	-	C	-	-	C	B	A	B	B	B	B
	SPT	A	B	-	C	C	B	-	-	-	C	-	C	-	-	C	B	A	A	A	A	A
	CPT mecánico	B	AB	-	C	C	B	C	-	-	C	C	C	-	-	C	C	A	A	A	A	A
	CPT eléctrico	B	A	-	C	B	AB	C	-	-	B	BC	B	-	-	C	C	A	A	A	A	A
	CPTU	A	A	A	B	B	AB	B	AB	B	B	BC	B	C	-	C	-	A	A	A	A	A
	CPT/CPTU sísmico	A	A	A	B	AB	AB	B	AB	B	A	B	B	B	-	C	-	A	A	A	A	A
	Punta resistividad	B	B	-	B	C	A	C	-	-	-	-	-	-	-	C	-	A	A	A	A	A
	Dilatómetro Plano (DMT)	B	A	C	B	B	C	B	-	-	B	B	B	C	C	C	-	A	A	A	A	A
Presiómetros	Con sondeo previo (PBP)	B	B	-	C	B	C	B	C	-	B	C	C	C	A	A	B	B	B	A	B	
	Autoperforante (SBP)	B	B	A <sup>1</sup>	B	B	B	B	A <sup>1</sup>	B	A <sup>2</sup>	AB	B	AB	-	B	-	B	B	A	B	
	Hinca (FDP)	B	B	-	C	B	C	C	C	-	A <sup>2</sup>	C	C	C	-	C	-	B	B	A	A	
Otros	Vane-Test (FVT)	B	C	-	-	A	-	-	-	-	-	BC	B	-	-	-	-	-	-	A	B	
	Placa de Carga	C	-	-	C	B	B	B	C	C	A	C	B	B	B	A	B	B	A	A	A	
	Placa helicoidal (screw plate)	C	C	-	C	B	B	B	C	C	A	C	B	-	-	-	-	A	A	A	A	
	Permeabilidad en sondeos	C	-	A	-	-	-	-	B	A	-	-	-	-	A	A	A	A	A	A	B	
	Fracturación hidráulica	-	-	B	-	-	-	-	C	C	-	B	-	-	B	B	-	-	C	A	C	
	Cross hole/Down hole/Sísmica	C	C	-	-	-	-	-	-	A	-	B	-	-	A	A	A	A	A	A	A	

(Tabla Tomada de (Devincenzi & Frank, 2004))

Donde:

\* $\phi'$  = dependerá del tipo de suelo; 1 = solo cuando exista sensor de presión de poros; 2 = solo cuando exista sensor de desplazamiento. U: presión hidrostática in situ.  $\phi'$ : ángulo de fricción interna efectivo.  $S_u$ : resistencia al corte no drenado. DR%: densidad relativa.  $m_v$ : modulo confinado.  $C_v$ : coeficiente de consolidación. K: coeficiente de permeabilidad.  $G_0$ : módulo de corte para bajos esfuerzos. OCR: relación de sobreconsolidación.  $\sigma-\epsilon$ : relación de tensión-deformación.

## 5.1. Ensayo de Penetración de Cono (CPT)

La mayor virtud del ensayo CPT reside en la diferenciación precisa de capas de distinto comportamiento geotécnico. Entre los parámetros correlacionables con los datos obtenidos en este tipo de ensayo se encuentran los mostrados en la Figura 12 y Figura 15 (Devincenzi & Frank, 2004).

**Figura 12. Parámetros CPT**



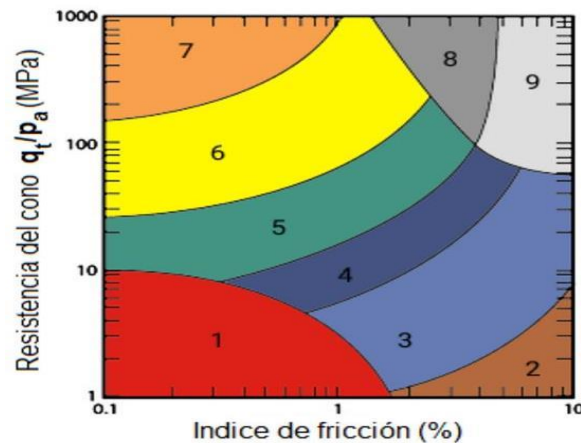
(Elaboración propia basado en (Devincenzi & Frank, 2004))

Este ensayo consiste en hincar a presión en el suelo a velocidad constante de 2 cm/min una punta cónica y medir el esfuerzo necesario para su penetración; según Robertson (1986) el CPT se basa en los valores medidos de resistencia a la penetración de punta ( $q_c$ ), resistencia por fuste ( $f_s$ ) y presión intersticial ( $u$ ). Desde el punto de vista geológico y

geotécnico, presenta tres aplicaciones principales (Figura 13 y Tabla 8): (P.K. Robertson, 2009).

- Determinar el perfil estratigráfico del terreno.
- Evaluar los parámetros geotécnicos de las capas atravesadas.
- Calcular la capacidad portante del terreno y asentos frente a sollicitaciones externas.

**Figura 13. Tipo de comportamiento del suelo (SBT) no normalizado CPT según Robertson**



(Figura Tomada de (P.K. Robertson, 2009))

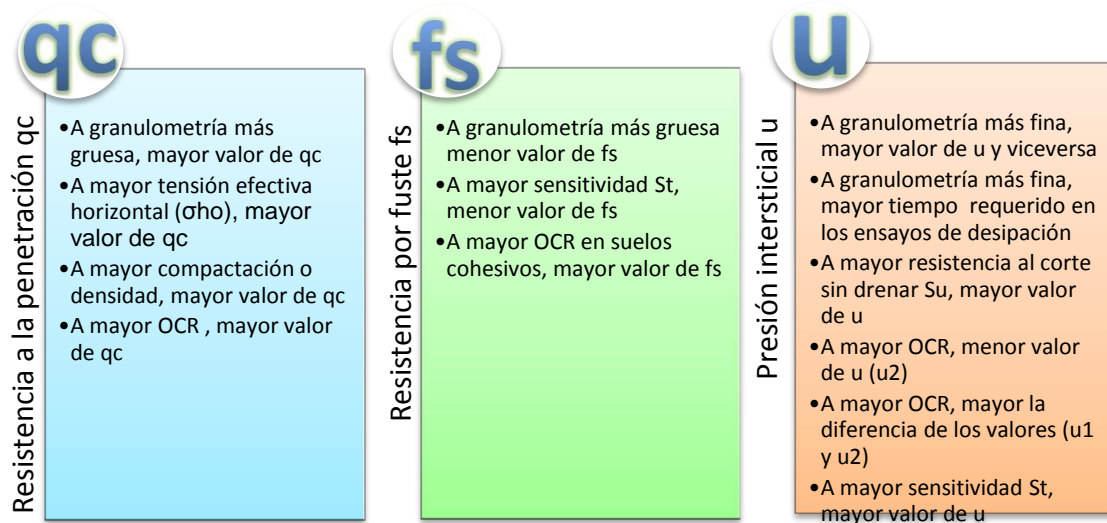
**Tabla 8. Tipo de comportamiento de suelo (SBT)**

Zona	Tipo de Comportamiento de Suelo (SBT)
1	Grano fino, sensible
2	Suelo orgánico - arcilla
3	Arcilla - arcilla limosa a la arcilla
4	Mezcla de limos - limo arcilloso a arcilla limosa
5	Mezcla de arenas - arena limosa a limo arenoso
6	Arenas - arena limpia a arena limosa
7	Arena grava a arena densa
8	Arena muy rígido a arena arcillosa*
9	Grano fino muy rígido*

\* Fuertemente sobreconsolidado o cementado  
(Tabla Tomada de (P.K. Robertson, 2009))

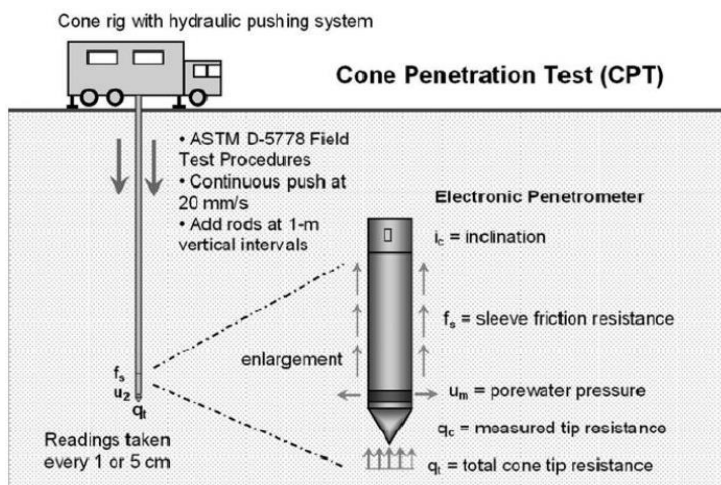
La propiedades del suelo (Figura 14), que afectan los resultados de los ensayos CPT/CPTU pueden resumirse según (Larsson 1995).

**Figura 14. Propiedades del suelo que afectan los resultados de CPT/CPTU**



(Elaboración propia basado en (Devincenzi & Frank, 2004))

**Figura 15. Cono de penetración estática CPT**



(Figura Tomada de (W. Mayne, 2007))

## 5.2. Dilatómetro Plano (DMT) Y Dilatómetro Sísmico (SDMT)

El dilatómetro plano DMT (Figura 16), es un equipo para ensayos en in-situ desarrollado hace aproximadamente cuatro décadas Marchetti (1975-1980). Su uso ha ido en aumento constante, se han incorporado sensores sísmicos denominándose SDMT; que permiten la medición de la velocidad de onda de corte  $V_s$ , además de la medición de los parámetros estáticos (Villalobos, Marchetti, & Marchetti, 2013).

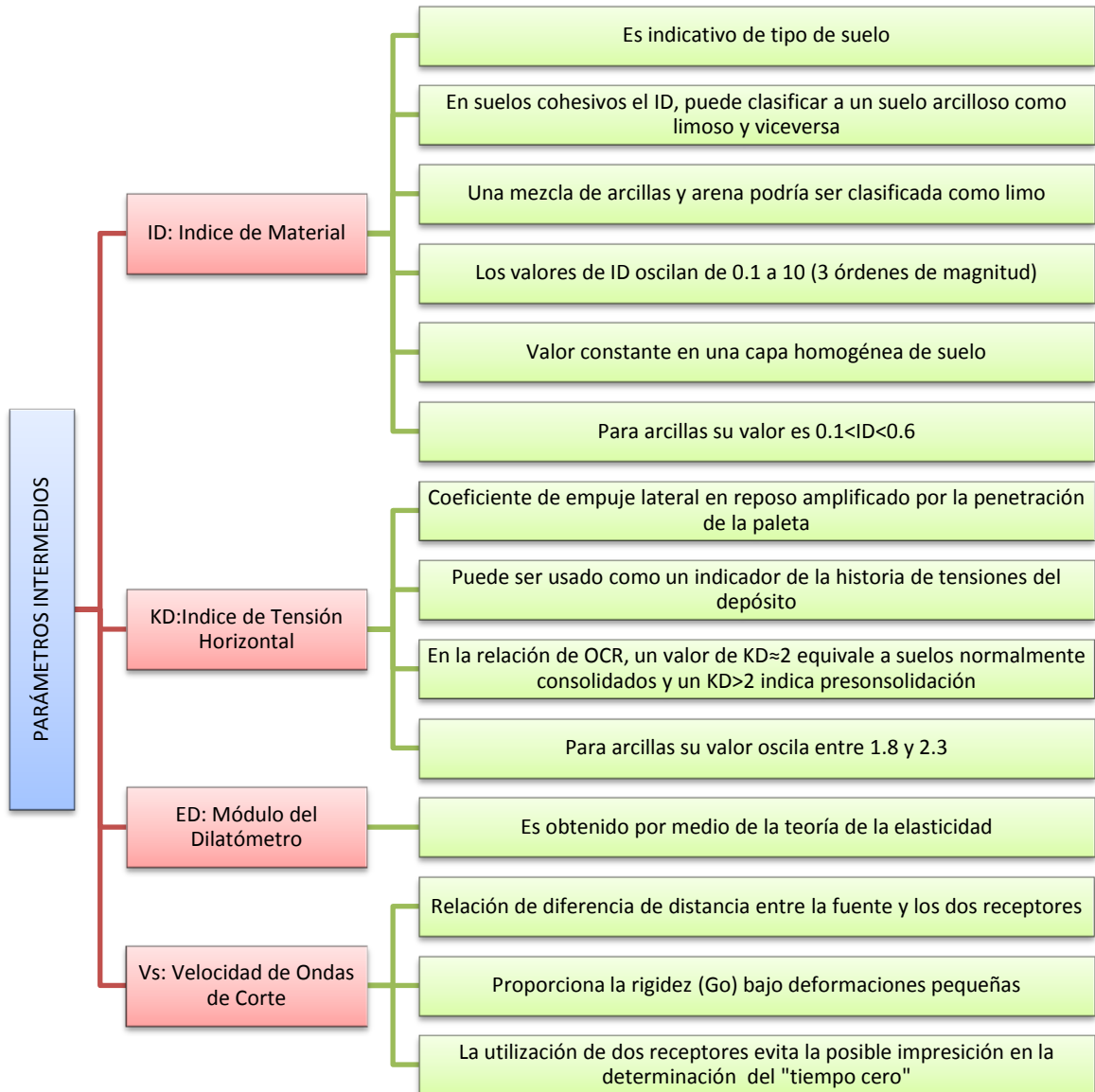
Características distintivas:

- Es un ensayo de penetración y como tal, no requiere de un sondeo previo.
- Ensayo de carga lateral que proporciona información sobre rigidez del suelo, las distorsiones causadas por la sonda son apreciablemente menores que la alteración ocasionadas por puntas cónicas Baligh y Scott (1975).
- Es portátil y fácil de usar.
- Proporciona un índice de la historia de esfuerzos.

Después de haber sido introducido por primera vez por Hepton (1988), el SDMT fue mejorado en Italia Marchetti (2008); Monaco (2009). El SDMT incluye en el dilatómetro plano sensores sísmicos para la medición de la velocidad de ondas de corte ( $V_s$ ), también mide la presión necesaria para empezar a desplazar la membrana (A), la presión para empujar el centro de la membrana (B) y como opcional la presión de cierre al desinflar lentamente la membrana (C).

A partir de las lecturas A y B, se derivan tres parámetros intermedios (Figura 16):

**Figura 16. Parámetros intermedios**



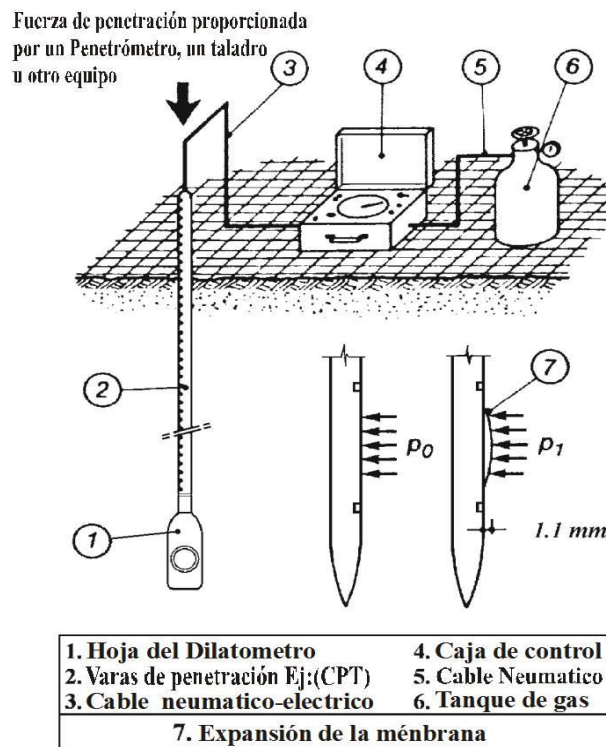
(Elaboración propia basado en (Devincenzi & Frank, 2004))

A partir de los parámetros anteriores pueden estimarse los siguientes parámetros geotécnicos:

- Tipo de suelo (estratigrafía).
- OCR y  $K_0$  en arcillas.

- $C_u$  en suelos cohesivos.
- $DR\%$  y  $\Phi$  en suelos granulares.
- $M_{DMT}$  (módulo edométrico) en suelos granulares y cohesivos.
- CRR para un sismo de magnitud 7.5.
- $V_{sl}$  para ocurrencia de licuación.

**Figura 17. Dilatómetro plano DMT**



(Figura Tomada de (Marchetti, Marchetti, & Villalobos, 2013))

## Capítulo VI

### Información Disponible

De la información recolectada de los 4 puntos entre la Calle 127 y la Caro se obtuvo una gran cantidad de datos que permitieron desarrollar una serie de correlaciones entre los suelos arcillosos en este sector.

En las Tablas 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 se encuentran los resultados de los datos de los ensayos de laboratorio y de campo.

En los ensayos de campo de la empresa INGENIERIA Y GEORIESGOS SAS, las ecuaciones utilizadas para resistencia al corte no drenado (SU) y para relación de sobreconsolidación (OCR) son las siguientes:

$$Su = \frac{(qt - \sigma v)}{Nkt}$$

Donde: qt es resistencia por punta corregida,  $\sigma v$  es el esfuerzo vertical efectivo total y Nkt es un factor empírico definido por el usuario en este caso  $Nkt=10.50+7*\log(Fr)$ .

$$OCR = KOOCR * Qtn$$

Donde: Qtn es la resistencia normalizada del cono, que se encuentra entre 2.5 a 5.0 y KOOCR es un factor definido por el usuario en este caso  $KOOCR = \left[ \frac{Qtn^{0.20}}{0.25*(10.50+7*\log(Fr))} \right]^{1.25}$



**Tabla 9. Ensayos de Laboratorio Calle 127**

ENSAYOS DE LABORATORIO							
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)
S-3	1,95		41,0				
S-3	2,8	CH	61,0	113,2	38,3	74,9	0,3
S-3	3,8		93,5				
S-3	4,25	CH	100,9	98,4	27,2	71,2	1,0
S-3	4,8		84,8				
S-3	5,5	MH	143,2	199,8	78,8	120,9	0,5
S-3	5,9		143,2				
S-3	6,25	CH	134,6	142,4	35,8	106,6	0,9
S-3	7,6		166,0				
S-3	8,25	CH	141,4	208,0	39,6	168,4	0,6
S-3	8,8		168,6				
S-3	9,2	MH	168,6	203,1	91,0	112,0	0,7
S-3	9,8		137,6				
S-3	10,8		123,0				
S-3	11,3	MH	121,1	158,0	69,9	88,1	0,6
S-3	11,8		121,1				
S-3	12,8		105,3				
S-3	13,2	MH	116,2	158,3	64,3	94,0	0,6
S-3	13,8		127,1				
S-3	14,25	CH	127,1	172,4	37,5	134,9	0,7
S-3	14,8		198,5				
S-3	14,9	MH	198,5	242,4	122,0	120,4	0,6
S-3	15,8		223,5				
S-3	16,8		121,6				
S-3	17,8		139,8				
S-3	18,8		93,2				
S-3	19,3	MH	104,9	134,1	62,6	71,4	0,6
S-3	19,8		116,5				
S-3	20,25	CH	97,5	150,9	43,9	107,0	0,5
S-3	20,8		140,6				
S-3	21,2	MH	114,1	160,9	69,6	91,3	0,5
S-3	21,6		114,1				
S-3	22,8		129,7				
S-3	23,3	MH	129,7	182,9	71,6	111,3	0,5

ENSAYOS DE LABORATORIO							
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)
S-3	23,7		135,7				
S-3	24,8		129,9				
S-3	25,2	MH	129,9	171,1	93,8	77,2	0,5
S-3	25,9		163,0				
S-3	26,25	CH	165,7	197,4	35,2	162,3	0,8
S-3	26,8		196,6				
S-3	27,1	MH	95,0	108,5	48,7	59,8	0,8
S-3	27,2	MH	196,6	257,9	118,4	139,4	0,6
S-3	27,7		95,0				
S-3	28,25	CH	117,0	150,2	43,7	106,4	0,7
S-3	28,8		120,2				
S-3	29,8		96,1				
S-3	30,8		114,4				
S-3	31,2	MH	114,4	140,4	62,7	77,7	0,7
S-3	31,8		111,3				
S-3	32,25	CH	105,5	168,1	45,1	123,0	0,5
S-3	32,8		114,3				
S-3	33,3	CH	115,6	181,3	63,4	117,9	0,4
S-3	33,8		115,6				
S-3	34,9		87,2				
S-3	35,35	MH	87,2	124,6	56,6	68,0	0,5
S-3	35,8		96,4				
S-3	36,8		106,0				
S-3	37,5	MH	238,0	234,5	112,7	121,7	1,0
S-3	37,8		129,0				
S-3	38,25	CH	165,1	162,7	43,4	119,3	1,0
S-3	38,8		64,4				
S-3	39,1	MH	64,4	79,9	38,1	41,9	0,6
S-3	39,8		59,0				
S-3	40,8		75,2				
S-3	41,2	CH	71,4	80,6	36,4	44,3	0,8
S-3	41,2	CH	132,0	133,8	50,5	83,3	1,0
S-3	41,7		71,4				
S-3	42,8		100,2				
S-3	43,8		112,2				
S-3	44,25	MH	99,6	72,3	44,8	27,4	2,0
S-3	44,8		122,5				

ENSAYOS DE LABORATORIO							
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)
S-3	45,2	MH	102,2	115,2	48,2	67,1	0,8
S-3	45,7		102,2				
S-3	46,8		146,8				
S-3	47,1	MH	65,3	66,2	50,3	15,9	0,9
S-3	47,5		142,4				
S-3	48,8		99,4				
S-3	49,2	CH	92,3	132,1	50,8	81,3	0,5
S-3	49,8		92,3				
S-3	50,25		72,2	73,2	43,7	29,4	1,0
S-3	50,8		94,6				
S-3	51,2	MH	89,3	107,1	45,9	61,3	0,7
S-3	51,8		89,3				
S-3	52,25	CH	93,7	180,5	43,7	136,7	0,4
S-3	52,8		93,7				
S-3	53,2	MH	83,2	115,6	50,3	65,3	0,5
S-3	53,8		83,2				
S-3	54,25		84,0	125,6	31,8	93,8	0,6
S-3	54,8		92,4				
S-3	55,3	MH	91,3	161,6	59,8	101,8	0,3
S-3	55,8		91,3				
S-3	56,8		93,7				
S-3	57,3	MH	85,1	132,2	56,8	75,4	0,4
S-3	57,8		85,1				
S-3	58,8		93,5				
S-3	59,3	MH	77,5	113,2	50,6	62,6	0,4
S-3	59,8		77,5				

(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIEGOS IGR SAS))

**Tabla 10. Ensayos de campo Calle 127**

ENSAYOS DE CAMPO						
CPT-1			CPT-2		CPT-3	
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR
1,94	54,7	5,1	38,6	3,6	74,4	9,4
1,96	50,8	4,7	38,4	3,5	73,8	9,4
2,24	51,9	4,8	41,4	3,8	79,8	9,9

ENSAYOS DE CAMPO						
CPT-1			CPT-2		CPT-3	
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR
2,26	49,1	4,5	35,0	3,2	79,4	9,8
2,8	56,2	5,2	54,8	5,1	58,6	7,1
3,8	56,4	5,2	28,6	2,6	66,6	6,3
4,24	54,7	5,1	22,1	2,0	51,7	4,9
4,26	53,8	5,0	20,9	1,9	51,2	4,9
4,8	38,9	3,5	20,8	1,9	41,0	3,8
5,5	31,6	2,7	14,7	1,2	35,3	3,0
5,9	25,1	2,1	15,7	1,3	37,1	3,0
6,24	23,7	1,9	12,8	1,0	36,0	2,9
6,26	23,8	1,9	12,8	1,0	35,7	2,8
7,6	21,0	1,6	10,6	0,8	32,1	2,3
8,24	23,0	1,6	9,7	0,7	28,7	2,0
8,26	23,0	1,6	10,1	0,7	28,7	2,0
8,8	24,0	1,7	9,1	0,6	30,3	2,1
9,2	21,3	1,5	10,3	0,7	33,0	2,2
9,8	22,6	1,5	10,7	0,7	32,5	2,1
10,24	25,7	1,7	10,4	0,6	31,5	2,0
10,26	26,2	1,7	10,8	0,6	31,5	2,0
10,8	26,1	1,6	13,8	0,8	33,0	2,0
11,3	25,2	1,5	9,8	0,6	31,0	1,8
11,8	27,6	1,6	10,1	0,6	30,7	1,7
12,24	22,6	1,3	9,5	0,5	32,8	1,8
12,26	22,6	1,3	9,3	0,5	33,0	1,8
12,8	23,8	1,3	10,6	0,6	32,6	1,8
13,2	24,3	1,3	11,0	0,6	32,7	1,7
13,8	24,6	1,3	14,3	0,7	35,8	1,8
14,24	25,0	1,3	12,7	0,6	35,1	1,8
14,26	25,3	1,3	12,5	0,6	34,9	1,8
14,8	28,0	1,4	19,1	0,9	39,4	1,9
14,9	26,9	1,4	15,2	0,7	41,7	2,0
15,8	31,4	1,5	11,7	0,5	37,3	1,7
16,24	26,8	1,3	12,3	0,5	37,1	1,7
16,26	26,2	1,2	12,3	0,5	37,0	1,7
16,8	27,8	1,3	12,1	0,5	35,0	1,5
17,8	27,2	1,2	17,5	0,7	39,2	1,7
18,24	29,6	1,3	20,7	0,8	38,3	1,6

ENSAYOS DE CAMPO						
CPT-1			CPT-2		CPT-3	
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR
18,26	29,4	1,3	21,2	0,9	38,1	1,6
18,8	26,9	1,2	14,6	0,6	39,5	1,6
19,3	29,7	1,2	15,1	0,6	39,0	1,6
19,8	27,4	1,1	18,2	0,7	42,0	1,7
20,24	29,0	1,2	22,1	0,8	45,4	1,8
20,26	29,0	1,2	24,6	0,9	45,6	1,8
20,8	33,9	1,3	19,3	0,7	41,9	1,6
21,2	36,1	1,4	17,9	0,6	41,5	1,5
21,6	32,3	1,2	20,6	0,7	42,1	1,5
22,24	30,6	1,2	21,2	0,7	43,0	1,5
22,26	31,0	1,2	21,8	0,7	43,1	1,5
22,8	33,3	1,2	24,4	0,8	45,0	1,6
23,3	34,9	1,3	23,6	0,8	45,6	1,6
23,7	28,1	1,0	22,8	0,7	45,2	1,5
24,24	36,0	1,3	21,2	0,7	45,1	1,5
24,26	36,0	1,3	20,9	0,7	44,9	1,5
24,8	34,4	1,2	21,6	0,7	43,5	1,4
25,2	35,9	1,2	21,2	0,7	42,7	1,4
25,9	33,6	1,1	24,8	0,7	46,3	1,5
26,24	36,0	1,2	29,9	0,9	48,0	1,5
26,26	36,2	1,2	26,9	0,8	48,0	1,5
26,8	39,6	1,3	31,3	0,9	55,5	1,7
27,1	39,0	1,3	30,4	0,9	52,5	1,6
27,2	55,7	1,8	31,7	0,9	55,2	1,7
27,7	38,9	1,2	21,0	0,6	53,7	1,6
28,24	35,2	1,1	26,1	0,7	51,0	1,5
28,26	21,1	0,6	26,1	0,7	50,9	1,5
28,8	35,3	1,1	30,7	0,8	53,7	1,5
29,8	39,6	1,2	30,1	0,8	55,5	1,5
30,24			32,3	0,8	55,8	1,5
30,26			32,9	0,9	56,4	1,5
30,8			31,9	0,8	56,3	1,5
31,2			31,0	0,8	58,7	1,5
31,8			30,9	0,8	62,1	1,6
32,24			32,4	0,8	59,8	1,5
32,26			32,6	0,8	59,2	1,5

ENSAYOS DE CAMPO						
CPT-1			CPT-2		CPT-3	
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR
32,8			31,6	0,8	55,7	1,4
33,3			36,4	0,9	57,0	1,4
33,8			41,8	1,0	58,3	1,4
34,24			34,4	0,8	60,9	1,5
34,26			33,7	0,8	61,1	1,5
34,9			34,8	0,8	56,6	1,3
35,34			36,9	0,8	50,0	1,2
35,36			33,6	0,7	56,0	1,3
35,8			30,2	0,7	57,3	1,3
36,24			33,9	0,7	53,8	1,2
36,26			34,1	0,7	53,5	1,2
36,8			38,0	0,8	57,2	1,3
37,5			40,5	0,9	55,1	1,2
37,8			38,9	0,8	61,2	1,3
38,24			41,4	0,9	60,5	1,3
38,26			42,0	0,9	60,1	1,3
38,8			34,6	0,7	65,1	1,4
39,1			54,7	1,1	68,4	1,4
39,8			42,2	0,8	70,9	1,4
40,24			50,3	1,0	74,9	1,5
40,26			49,4	1,0	73,0	1,5
40,8			45,7	0,9	71,7	1,4
41,2			45,5	0,9	78,6	1,5
41,2			45,5	0,9	78,6	1,5
41,7			42,7	0,8	100,1	1,9
42,24			42,5	0,8	70,4	1,3
42,26			44,3	0,8	69,8	1,3
42,8			47,0	0,9	56,6	1,1
43,8			50,7	0,9	70,1	1,3
44,24			56,3	1,0	68,2	1,2
44,26			56,6	1,0	68,3	1,2
44,8			50,3	0,9	72,4	1,3
45,2			47,0	0,8	74,9	1,3
45,7			51,0	0,9	70,6	1,2
46,24			57,5	1,0	66,4	1,2
46,26			57,5	1,0	67,4	1,2

ENSAYOS DE CAMPO						
CPT-1			CPT-2		CPT-3	
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR
46,8			58,1	1,0	66,0	1,1
47,1			57,4	1,0	81,2	1,4
47,5			37,2	0,6	77,7	1,3
48,24			64,1	1,0		
48,26			65,0	1,1		
48,8			62,3	1,0		
49,2			53,9	0,9		
49,8			54,9	0,9		
50,24			55,0	0,9		
50,26			55,2	0,9		
50,8			58,0	0,9		
51,2			55,8	0,8		
51,8			58,4	0,9		
52,24			59,4	0,9		
52,26			57,9	0,9		
52,8			54,5	0,8		
53,2			61,4	0,9		
53,8			72,1	1,0		
54,24			68,6	1,0		
54,26			69,3	1,0		
54,8			72,7	1,0		
55,3			62,5	0,9		
55,8			54,3	0,8		
56,24			58,5	0,8		
56,26			59,6	0,8		
56,8			83,0	1,1		
57,3			63,3	0,8		
57,8			67,4	0,9		
58,24			59,2	0,8		
58,26			58,7	0,8		
58,8			63,9	0,8		
59,3			66,3	0,9		
59,8			67,8	0,9		

(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

**Tabla 11. Ensayos de Laboratorio Calle 165**

ENSAYOS DE LABORATORIO									
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	Compresión Inconfinada	
								qu (Kpa)	Su (Kpa)
S-1	0,23		73,8		79,0		0,1		
S-2	0,23		45,7						
S-3	0,23		37,3						
S-4	0,23		47,4						
S-5	0,33		69,5						
S-2	0,68		71,2	107,0	64,8	42,3	0,2		
S-5	0,78		52,6	84,4	47,3	37,2	0,1		
S-4	0,83		36,5						
S-3	0,93		31,8						
S-5	1,23		92,4	123,8	72,6	51,3	0,4		
S-1	1,43		93,2		99,0		0,1		
S-2	1,75		61,4	100,8	31,6	69,1	0,4	58,8	29,4
S-5	1,8		64,7	97,2	35,8	61,4	0,5	51,0	25,5
S-2	2,25	CH	95,8	121,7	70,9	50,9	0,5		
S-4	2,25		45,7						
S-3	2,4	CH	99,5	162,0	50,0	112,0	0,4		
S-5	2,85		83,2						
S-1	3	CH						45,1	22,6
S-1	3,2	CH	144,0	229,5	62,7	166,8	0,5		
S-5	3,35		119,8	142,1	44,0	98,1	0,8	20,6	10,3
S-2	3,75	CH	105,0	123,3	38,6	84,7	0,8	12,7	6,4
S-3	4,05	CH	172,6	170,0	52,0	118,0	1,0	17,7	8,8
S-4	4,25	CH	65,3	137,8	42,4	95,4	0,2	19,6	9,8
S-1	4,8	CH						7,8	3,9
S-1	5	CH	150,3	223,6	57,2	166,4	0,6		
S-5	5,15		118,0	134,5	44,0	90,5	0,8	34,3	17,2
S-2	5,75	CH	117,4	140,1	45,5	94,6	0,8		
S-3	5,75	CH	62,0						
S-4	6,25	CH	88,1	133,5	43,3	90,3	0,5		
S-5	6,45		228,5						
S-1	6,5	CH	188,4						
S-2	7,45	CH	120,5						



ENSAYOS DE LABORATORIO									
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	Compresión Inconfinada	
								qu (Kpa)	Su (Kpa)
S-3	7,75	CH	261,9	258,0	73,0	185,0	1,0		
S-4	7,75	CH	118,8						
S-5	7,95		152,5	206,5	67,2	139,2	0,6	35,3	17,7
S-1	8,8	MH	183,9						
S-2	9,25	CH	153,5					6,9	3,4
S-3	9,25	CH	52,0						
S-4	9,25	CH	178,2	180,7	42,7	138,0	1,0	18,6	9,3
S-5	9,35		174,0						
S-1	10	MH						13,7	6,9
S-1	10,2	MH	141,8						
S-5	10,35		157,2	186,6	64,5	122,2	0,8	23,5	11,8
S-4	10,75	CH	68,8						
S-2	11,25		180,3						
S-3	11,25	MH	285,1	280,8	41,8	239,0	1,0		
S-5	11,75		228,8						
S-1	12	CH						10,8	5,4
S-1	12,2	CH	221,1						
S-3	12,75	MH	71,2						
S-4	12,75	MH	245,8	249,3	73,4	175,8	1,0	31,4	15,7
S-2	13,25	MH	175,5						
S-1	13,8	MH	314,5	309,7	173,0	136,8	1,0		
S-5	14,5		150,0						
S-3	14,75	MH	290,4	286,0	101,4	184,6	1,0	6,9	3,4
S-4	14,75	MH	122,3						
S-2	15,05	TURBAS	151,3						
S-1	15,2	CH						18,6	9,3
S-1	15,4	CH	103,3	138,0	41,6	96,4	0,6		
S-5	16,1		168,1	195,8	59,0	136,7	0,8	39,2	19,6
S-3	16,75	MH	39,6						
S-4	16,75	MH	147,6	194,2	57,8	136,4	0,7		
S-1	16,8	CH						30,4	15,2
S-2	16,95	TURBAS	145,2					17,7	8,8
S-1	17	CH	132,5						
S-1	18,2	CH						25,5	12,7
S-3	18,25	MH	182,6	185,2	45,8	139,4	1,0		

ENSAYOS DE LABORATORIO									
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	Compresión Inconfinada	
								qu (Kpa)	Su (Kpa)
S-4	18,25	MH	53,5						
S-1	18,3	CH	160,0						
S-5	18,3		174,4						
S-2	18,75	MH	144,1	160,0	55,7	104,3	0,8		
S-1	19,8	MH						29,4	14,7
S-1	20	MH	163,8	226,2	98,6	127,6	0,5		
S-3	20,25	MH	56,1						
S-4	20,25	MH	173,8	171,2	51,0	120,1	1,0	37,3	18,6
S-5	20,35		177,4	291,1	115,6	175,5	0,4	28,4	14,2
S-2	20,75	MH	143,8						
S-5	21,3		132,1	140,2	46,8	93,4	0,9	44,1	22,1
S-1	21,8	MH	162,5	169,8	88,3	81,5	0,9		
S-3	22,25	MH	267,5	263,4	65,4	198,1	1,0	15,7	7,8
S-4	22,25	MH	85,0						
S-2	22,75	MH	145,5	205,9	67,4	138,5	0,6		
S-5	23,3		103,6						
S-4	23,75	MH	115,4	174,2	51,0	123,2	0,5		
S-3	24,05	TURBAS	329,5						
S-2	24,75	MH	133,4						
S-3	24,75	TURBAS	177,9	325,4	87,0	238,4	0,4		
S-4	25,25	MH	122,2						
S-5	25,3		128,4	193,8	68,3	125,5	0,5	61,8	30,9
S-2	26,35	TURBAS	183,9					54,9	27,5
S-3	26,75	MH	105,7	171,1	46,8	124,3	0,5	26,5	13,2
S-4	26,75	TURBAS	228,9	225,4	69,1	156,4	1,0		
S-2	26,85	TURBAS	230,3						
S-2	28,25	CH	120,2	149,8	44,0	105,8	0,7	32,4	16,2
S-3	28,75	MH	168,7						
S-4	28,75	MH	280,0	283,9	85,1	198,9	1,0		
S-5	29,75		151,4	205,3	78,9	126,4	0,6	32,4	16,2
S-2	30,25	CH	130,8	156,1	96,8	59,3	0,6		
S-3	30,75	MH	114,0	151,1	47,2	103,9	0,6	55,9	27,9
S-4	30,75	MH	126,8						
S-2	32,25	MH	134,2						
S-3	32,75	MH	169,9						

ENSAYOS DE LABORATORIO									
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	Compresión Inconfinada	
								qu (Kpa)	Su (Kpa)
S-4	32,75	MH	148,7	199,1	57,7	141,4	0,6	9,8	4,9
S-2	33,75	MH	97,8						
S-3	34,75	MH	135,9					22,6	11,3
S-4	34,75	MH	161,3	174,0	74,5	99,5	0,9		
S-2	35,25	MH	128,4					16,7	8,3

(Elaboración propia basado en (INGENIERIA Y GEORIESGOS IGR SAS))

**Tabla 12. Ensayos de campo Calle 165**

ENSAYOS DE CAMPO					
CPT-1			SDMT-1		
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Prof. (m)	OCR	Cu (Kpa)
1,74	30,2	4,8			
1,75	30,3	4,7			
1,8	31,7	4,8	1,8	2,3	13,0
2,24	24,4	3,3	2,2	5,7	30,0
2,26	24,2	3,2			
2,24	24,4	3,3			
2,26	24,2	3,2			
2,4	24,8	3,1	2,4	5,2	29,0
2,84	21,3	2,2	2,8	3,1	21,0
2,86	20,9	2,2			
3	18,7	1,9	3	2,5	18,0
3,2	15,4	1,4	3,2	2,5	18,0
3,34	18,9	1,7			
3,36	19,5	1,7			
3,74	26,6	2,2	3,8	4,1	30,0
3,76	26,9	2,3			
4,04	22,3	1,8	4	4,7	34,0
4,06	23,3	1,9			
4,24	25,0	2,0	4,2	4,2	32,0
4,26	25,0	2,0			
4,8	24,9	1,9	4,8	4,2	34,0
5	21,0	1,6	5	4,0	33,0

ENSAYOS DE CAMPO					
CPT-1			SDMT-1		
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Prof. (m)	OCR	Cu (Kpa)
5,14	21,6	1,6	5,2	3,8	33,0
5,16	21,7	1,6			
5,74	22,1	1,6	5,8	4,0	36,0
5,76	21,9	1,5			
5,74	22,1	1,6	5,8	4,0	36,0
5,76	21,9	1,5			
6,24	20,5	1,4	6,2	3,1	30,0
6,26	20,5	1,4			
6,44	20,8	1,4	6,4	2,6	27,0
6,46	21,2	1,4			
6,5	21,5	1,4	6,6	3,6	36,0
7,44	22,6	1,4	7,4	2,5	31,0
7,46	22,5	1,4			
7,74	21,7	1,3	7,8	2,5	29,0
7,76	21,9	1,3			
7,74	21,7	1,3	7,8	2,5	29,0
7,76	21,9	1,3			
7,94	22,4	1,3	8	2,2	27,0
7,96	22,8	1,4			
8,8	23,7	1,3	8,8	2,3	30,0
9,24	21,3	1,2	9,2	2,3	30,0
9,26	22,3	1,2			
9,24	21,3	1,2	9,2	2,3	30,0
9,26	22,3	1,2			
9,24	21,3	1,2	9,2	2,3	30,0
9,26	22,3	1,2			
9,34	22,8	1,2	9,4	1,8	25,0
9,36	28,8	1,2			
10	21,5	1,1	10	2,0	28,0
10,2	22,6	1,2	10,2	2,0	29,0
10,34	22,2	1,1	10,4	2,3	33,0
10,36	21,9	1,1			
10,74	23,4	1,2	10,8	2,8	39,0
10,76	23,4	1,2			
11,24	22,8	1,1	11,2	2,1	32,0
11,26	22,9	1,1			

ENSAYOS DE CAMPO					
CPT-1			SDMT-1		
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Prof. (m)	OCR	Cu (Kpa)
11,24	22,8	1,1	11,2	2,1	32,0
11,26	22,9	1,1			
11,74	24,1	1,1	11,8	2,6	40,0
11,76	24,4	1,1			
12	25,1	1,2	12	1,9	31,0
12,2	23,9	1,1	12,2	2,2	35,0
12,74	26,1	1,2	12,8	2,2	36,0
12,76	26,2	1,2			
12,74	26,1	1,2	12,8	2,2	36,0
12,76	26,2	1,2			
13,24	24,2	1,0	13,2	1,6	28,0
13,26	24,0	1,0			
13,8	23,4	1,0	13,8	1,9	34,0
14,5	23,9	1,0	14,6	2,2	40,0
14,74	25,9	1,0	14,8	1,7	33,0
14,76	25,7	1,0			
14,74	25,9	1,0	14,8	1,7	33,0
14,76	25,7	1,0			
15,04	23,6	0,9	15	1,4	28,0
15,6	22,6	0,9			
15,2	26,3	1,0	15,2	1,8	35,0
15,4	27,2	1,1	15,4	2,0	40,0
16,1	26,1	1,0	16	1,4	30,0
16,74	30,9	1,1	16,6	2,1	43,0
16,76	31,3	1,1			
16,74	30,9	1,1	16,6	2,1	43,0
16,76	31,3	1,1			
16,8	32,0	1,2	16,8	2,4	48,0
16,94	32,2	1,2	17	1,4	32,0
16,96	32,2	1,2			
17	29,9	1,1	17	1,4	32,0
18,2	29,0	1,0	18,2	1,5	37,0
18,24	29,5	1,0	18,2	1,5	37,0
18,26	29,7	1,0			
18,24	29,5	1,0	18,2	1,5	37,0
18,26	29,7	1,0			

ENSAYOS DE CAMPO					
CPT-1			SDMT-1		
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Prof. (m)	OCR	Cu (Kpa)
18,3	29,4	1,0	18,4	1,9	43,0
18,3	29,4	1,0	18,4	1,9	43,0
18,74	34,7	1,2	18,8	2,0	48,0
18,76	34,6	1,1			
19,8	31,0	1,0	19,8	2,3	55,0
20	31,1	1,0	20	1,6	43,0
20,24	28,9	0,9	20,2	1,8	47,0
20,26	28,8	0,9			
20,24	28,9	0,9	20,2	1,8	47,0
20,26	28,8	0,9			
20,34	29,3	0,9	20,4	2,1	52,0
20,36	26,6	0,9			
20,74	30,0	0,9	20,8	2,4	60,0
20,76	30,2	0,9			
21,3	33,3	1,0	21,2	2,0	54,0
21,8	35,6	1,0	21,8	2,2	60,0
22,24	33,5	1,0	22,2	1,4	42,0
22,26	33,6	1,0			
22,24	33,5	1,0	22,2	1,4	42,0
22,26	33,6	1,0			
22,74	42,2	1,2	22,8	1,9	55,0
22,76	52,0	1,5			
23,3	28,1	0,8	23,2	1,5	46,0
23,74	30,3	0,8	23,8	1,7	52,0
23,76	28,9	0,8			
24,04	31,2	0,8	24	1,2	41,0
24,06	32,6	0,9			
24,74	36,0	0,9	24,8	1,5	50,0
24,76	36,8	1,0			
24,74	36,0	0,9	24,8	1,5	50,0
24,76	36,8	1,0			
25,24	33,8	0,9	25	1,1	39,0
25,26	33,7	0,9			
25,3	33,7	0,9			
26,34	39,9	1,0			
26,36	40,5	1,0			

ENSAYOS DE CAMPO					
CPT-1			SDMT-1		
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Prof. (m)	OCR	Cu (Kpa)
26,74	33,7	0,8			
26,76	34,9	0,9			
26,74	33,7	0,8			
26,76	34,9	0,9			
26,84	36,8	0,9			
26,86	36,0	0,9			
28,24	41,7	1,0			
28,26	42,1	1,0			
28,74	37,2	0,9			
28,76	36,8	0,8			
28,74	37,2	0,9			
28,76	36,8	0,8			
29,74	38,0	0,8			
29,76	36,4	0,8			

(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIEGOS IGR SAS))

**Tabla 13. Ensayos de Laboratorio Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

ENSAYOS DE LABORATORIO									
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	Compresión Inconfinada	
								qu (Kpa)	Su (Kpa)
S-1	1,7	CH	76,0	81,4	27,9	53,5	0,9	43,6	21,8
S-1	3,2	CH	111,2	115,7	57,0	58,6	0,9	56,6	28,3
S-1	4,75	CH	145,5	148,8	44,2	104,6	1,0	49,2	24,6
S-1	6,2	CH	123,9	126,4	58,9	67,5	1,0	14,6	7,3
S-1	7,7	CH	141,4	143,5	41,8	101,8	1,0	22,8	11,4
S-1	9,2	CH	164,1	165,3	42,5	122,8	1,0	14,1	7,1
S-1	10,7	CH	172,1	174,3	48,6	125,7	1,0	4,8	2,4
S-1	12,2	CH	123,1	123,8	33,3	90,5	1,0	11,5	5,7
S-1	13,7	CH	147,8	150,4	34,4	116,0	1,0	18,4	9,2
S-1	15,2	CH	137,5	140,0	34,4	105,6	1,0	8,3	4,2
S-1	16,7	CH	333,5	336,9	265,8	71,1	1,0		

(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIEGOS IGR SAS))

**Tabla 14. Ensayos de campo Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

ENSAYOS DE CAMPO									
CPT-1			CPT-2		SDMT-1			SDMT-2	
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR	Prof. (m)	OCR	Cu (Kpa)	OCR	Cu (Kpa)
1,4	42,7	8,7	72,1	11,8	1,4	10,7	33	8,9	29
1,7	39,8	7,5	53,2	8,1	1,8	10,3	41	8,9	37
2	36,5	6,3	38,6	5,1	2	9,0	41	11,6	51
2,9	39,4	5,5	11,0	1,1	3	6,4	48	4,6	37
3,2	36,4	5,0	18,1	1,6	3,2	7,2	54	4,1	35
3,5	36,9	4,9	29,7	2,4	3,6	6,6	53	4,7	40
4,5	27,9	3,3	32,8	2,4	4,6	4,3	43	3,9	40
4,75	26,0	3,0	32,8	2,3	4,8	3,9	40	4,3	43
5	24,2	2,7	25,6	1,8	5	3,3	36	3,0	34
5,9	18,5	1,8	25,2	1,6	6	2,2	28	2,1	28
6,2	18,3	1,7	24,7	1,6	6,2	2,2	29	2,0	27
6,5	17,1	1,6	24,2	1,5	6,6	1,8	25	1,7	24
7,4	16,2	1,4	23,2	1,3	7,4	1,6	25	1,6	25
7,7	12,0	1,0	22,9	1,3	7,8	1,6	25	1,8	28
8	14,1	1,1	22,9	1,3	8	1,6	25	1,8	28
8,9	14,3	1,1	21,9	1,1	9	1,3	24	1,8	30
9,2	15,0	1,1	21,5	1,1	9,2	1,3	23	1,4	24
9,5	16,2	1,1	20,9	1,1	9,6	1,2	23	1,4	25
10,4	13,0	0,9	20,5	1,0	10,4	1,2	24	1,3	25
10,7	14,2	0,9	20,2	1,0	10,8	1,2	24	1,5	29
11	16,0	1,0	27,2	1,3	11	1,3	27	1,5	30
11,9	16,3	1,0	26,5	1,2	12	1,2	26	1,4	30
12,2	15,3	0,9	26,5	1,2	12,2	1,1	25	1,5	32
13,4	16,5	0,9	25,2	1,0	13,4	1,1	26	1,5	33
13,7	20,8	1,1	25,0	1,0	13,8	1,1	26	1,4	32
14	19,7	1,1	24,7	1,0	14	1,0	26	1,3	31
14,9	18,7	0,9	30,9	1,2	15	0,9	25	1,5	35
15,2	27,7	1,4	30,6	1,2	15,2	1,1	29	1,4	34
15,5	38,9	1,9	39,8	1,5	15,6	1,0	27	1,3	32
16,4	18,7	0,9	29,5	1,0	16,4	0,9	26	1,2	32
16,7	22,8	1,0	29,3	1,0	16,8	0,9	26	1,3	35
17	19,9	0,9	28,9	1,0	17	1,0	29	1,3	36

(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIEGOS IGR SAS))



**Tabla 15. Ensayos de Laboratorio Auto Norte**

ENSAYOS DE LABORATORIO															
Sondeo	Prof. (m)	USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	Consolidación Unidimensional						Compresión Inconfinada	
								Cc	Cr	eo	σ <sub>p</sub> (Kpa)	σ <sub>vo</sub> (Kpa)	Su (Kpa)	qu (Kpa)	Su (Kpa)
S-AN-5	1,95-2,55							1,5	0,1	2,4	194,2	152,0	42,718		
S-AN-4	2,55-3,15	CL	27,1	28,6	16,5	12,1	0,9							25,7	12,8
S-AN-3	2,60-3,20	MH	87,6	90,6	47,8	42,8	0,9	0,6	0,1	1,6	235,4	176,5	51,779		
S-AN-6	2,70-3,30													36,5	18,2
S-AN-1	3,10-3,55	CL	19,5	20,7	13,6	7,1	0,8								
S-AN-1	5-5,60													24,7	12,4
S-AN-5	5-5,60													24,7	12,4
S-AN-1	5,60-6,15	CH	177,6	180,8	108,4	72,4	1,0								
S-AN-3	5,65-6,25	CH	119,1	122,9	51,5	71,4	0,9							24,8	12,4
S-AN-4	5,60-6,20	MH	92,5	94,6	42,2	52,4	1,0							78,4	39,2
S-AN-6	6,90-7,60													23,2	11,6
S-AN-1	8,60-9,20	CH	169,5	174,2	77,4	96,7	1,0							7,8	3,9
S-AN-4	8,65-9,25	CH	93,4	95,5	39,0	56,5	1,0							40,6	20,3
S-AN-2	9,20-9,40	CL	33,4	35,3	21,4	13,9	0,9								
S-AN-5	11,10-11,70													32,4	16,2
S-AN-6	11,2-11,80													54,0	27,0
S-AN-1	11,65-12,25	CH	169,5	174,0	83,2	90,8	1,0								
S-AN-1	14,70-15,30	CH	180,8	186,5	86,3	100,3	0,9	1,3	0,2	4,0	38,2	137,3	8,414		
S-AN-3	14,80-15,40	CH	93,8	95,7	35,6	60,0	1,0								
S-AN-1	17,75-18,35	CH	187,0	193,4	66,3	127,1	0,9								
S-AN-3	17,95-18,55													256,6	128,3
S-AN-3	19,00-19,60	MH	77,7	78,8	37,5	41,3	1,0								
S-AN-1	19,20-19,80													7,7	3,9
S-AN-4	19,20-19,65	CL-ML	24,7	25,8	20,0	5,8	0,8								
S-AN-5	25,30-25,90													175,9	88,0
S-AN-4	35,05-35,50	CL	44,3	46,1	22,3	23,9	0,9								
S-AN-5	35,40-36,00													92,1	46,0
S-AN-4	40,00-40,45	CL	42,7	45,0	22,9	22,1	0,9								

(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

**Tabla 16. Ensayos de campo Auto Norte**

<b>ENSAYOS DE CAMPO</b>				
<b>CPT-1</b>			<b>CPT-2</b>	
<b>Prof. (m)</b>	<b>Su (Kpa)</b>	<b>OCR</b>	<b>Su (Kpa)</b>	<b>OCR</b>
1,96	0,0	0,0	32,3	4,5
2,26	28,4	3,2	31,0	4,2
2,54	12,7	1,3	48,6	6,1
2,56	13,3	1,4	48,7	6,1
2,86	37,6	3,4	45,1	5,5
3,16	26,1	2,2	32,0	4,2
2,6	13,4	1,4	48,9	6,2
2,9	35,3	3,2	43,4	5,3
3,2	25,0	2,1	28,5	3,8
2,7	13,9	1,4	47,0	5,9
3	93,2	7,7	40,7	5,0
3,3	23,3	1,9	26,3	3,4
3,1	50,3	4,4	40,6	5,0
3,32	21,0	1,7	26,4	3,3
3,56	40,8	3,1	29,3	3,6
5	23,1	1,5	27,7	3,0
5,3	21,6	1,3	28,2	2,9
5,6	25,7	1,6	30,0	3,0
5	23,1	1,5	27,7	3,0
5,3	21,6	1,3	28,2	2,9
5,6	25,7	1,6	30,0	3,0
5,6	25,7	1,6	30,0	3,0
5,88	28,9	1,7	30,2	2,9
6,16	41,8	2,4	29,5	2,7
5,66	24,7	1,5	28,7	2,8
5,96	29,2	1,7	30,2	2,8
6,26	43,8	2,5	30,4	2,7
5,6	25,7	1,6	30,0	3,0
5,9	28,8	1,7	30,2	2,9
6,2	42,4	2,5	30,1	2,7
6,9	32,7	1,8	33,0	2,8
7,26	26,1	1,4	31,1	2,6
7,6	42,3	2,2	30,6	2,5
8,6	43,7	2,1	46,4	3,4
8,9	40,6	1,9	80,4	5,7

ENSAYOS DE CAMPO				
CPT-1			CPT-2	
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR
9,2	35,4	1,6	40,4	2,8
8,66	36,5	1,8	42,0	3,1
8,96	41,6	2,0	66,2	4,7
9,26	33,8	1,6	36,3	2,5
9,2	35,4	1,6	40,4	2,8
9,3	33,7	1,5	34,7	2,4
9,4	35,8	1,6	37,2	2,5
11,1	40,0	1,7	29,6	1,7
11,7	34,5	1,4	31,1	1,7
11,4	42,7	1,7	29,8	1,7
11,2	40,7	1,7	30,4	1,7
11,5	34,2	1,4	28,8	1,6
11,8	32,6	1,3	33,1	1,8
11,66	37,1	1,5	28,3	1,6
11,96	36,1	1,4	32,2	1,8
12,26	46,0	1,8	31,5	1,7
14,7	42,4	1,5	34,9	1,6
15	44,2	1,5	36,5	1,7
15,3	46,9	1,6	36,8	1,7
14,8	41,9	1,4	37,2	1,7
15,1	46,3	1,6	35,6	1,6
15,4	48,1	1,6	38,0	1,7
17,76	0,0	0,0	55,7	2,2
18,06	56,5	1,6	48,6	1,9
18,36	0,0	0,0	50,0	1,9
17,96	55,4	1,6	43,4	1,7
18,26	52,2	1,5	47,7	1,9
18,56	0,0	0,0	51,3	2,0
19	68,9	1,9	50,9	1,9
19,3			47,5	1,8
19,6			47,5	1,7
19,2	0,0	0,0	47,5	1,8
19,5	0,0	0,0	46,3	1,7
19,8			47,7	1,7
19,2	0,0	0,0	47,5	1,8
19,44			46,6	1,7

ENSAYOS DE CAMPO				
CPT-1			CPT-2	
Prof. (m)	Su (Kpa)	OCR	Su (Kpa)	OCR
19,66			47,1	1,7

(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

## Capítulo VII

### Análisis de Información

Para cada uno de los puntos de estudio luego de analizar e interpretar los resultados de laboratorio y de campo, se emplearon ecuaciones de correlación para estimar los valores de resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) y relación de sobreconsolidación (OCR). Se evaluó y verifico la utilidad de cuatro correlaciones para  $S_u$  de diferentes autores y tres para OCR, a partir de los datos ya obtenidos.

En la Tabla 17 se muestran las diferentes ecuaciones utilizadas para las correlaciones, para cada uno de los parámetros, según los ensayos de laboratorio.

En los ensayos de campo se tomaron profundidades iniciales, intermedias y finales, puesto que las profundidades en los ensayos de laboratorio no se encontraban puntuales; si no en rangos.

**Tabla 17. Correlaciones  $S_u$  y OCR**

CORRELACIONES PARA $S_u$ (Kpa) Y OCR			
Ecuaciones para cálculo de $S_u$ (Kpa)		Ecuaciones para cálculo de OCR	
Según Wood (1983) determina el esfuerzo efectivo vertical	$\bar{\sigma}_{v0}/p_a = 0.063 \cdot 10^2(1-LI)$	Según Stas y Kulhawy (1984) determina la relación de sobre consolidación	$OCR = (p_a/\bar{\sigma}_{v0}) 10^{(1.11 - 1.62 LI)}$
Según Skempton (1957) determina la resistencia al corte no drenado	$s_u(VST)/\bar{\sigma}_{v0} = 0.11 + 0.0037 PI$	Según Mayne y Mitchell (1984) determina la relación de sobre consolidación	$OCR = \alpha_{VST} (s_u/\bar{\sigma}_{v0})_{VST}$
Según Stas y Kulhawy (1984) determina el esfuerzo efectivo de preconsolidación	$\bar{\sigma}_p/p_a = 10^{(1.11 - 1.62 LI)}$	Según Mayne y Kulhawy (1988) determina el índice de esfuerzo en reposo	$K_0 = 0.5 OCR^{0.5}$
Según Jamiolkowski (1985) determina la resistencia al corte no drenado	$s_u/\bar{\sigma}_p = 0.23 \pm 0.04$	Según Mayne y Mitchell (1984) determina la relación de sobre consolidación	$K_0 = 0.5[(p_a/\bar{\sigma}_{v0})^{0.5} 10^{(0.56 - 0.81 LI)}]$
Según Mesri (1989) determina la resistencia al corte no drenado	$s_u/\bar{\sigma}_p = 0.22$		
Según Hansbo (1957) determina la resistencia al corte no drenado	$\bar{\sigma}_p = \alpha_{VST} s_u(VST)$		

(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

En las Tablas 18 y 19 se encuentran las correlaciones para Resistencia al corte no drenado (Su) y relación de sobreconsolidación (OCR), para la calle 127.

**Tabla 18. Correlaciones para Su Calle 127**

CORRELACIONES PARA Su						
Prof. (m)	Según Wood	Según Skempton	Según Stas y Kulhawy	Según Jamiolkowski	Según Mesri	Según Hansbo
	$\sigma'v$ (Kpa)	Su (Kpa)	$\sigma'p$ (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)
2,8	157,9	61,1	421,0	113,7	92,6	115,7
4,25	5,4	2,0	27,4	7,4	6,0	12,5
5,5	55,0	30,7	179,2	48,4	39,4	115,6
6,25	9,0	4,5	41,2	11,1	9,1	25,0
8,25	39,4	28,9	136,8	36,9	30,1	87,1
9,2	26,3	13,8	98,6	26,6	21,7	74,9
11,3	43,9	19,1	149,1	40,3	32,8	81,4
13,2	50,2	23,0	166,4	44,9	36,6	87,1
14,25	29,9	18,2	109,4	29,5	24,1	62,6
14,9	34,2	19,0	121,9	32,9	26,8	109,0
19,3	41,9	15,7	143,8	38,8	31,6	67,9
20,25	63,4	32,1	201,0	54,3	44,2	88,3
21,2	67,5	30,2	211,5	57,1	46,5	108,7
23,3	57,7	30,1	186,3	50,3	41,0	108,9
25,2	74,3	29,4	228,6	61,7	50,3	133,7
26,25	15,7	11,2	65,0	17,5	14,3	48,5
27,1	18,1	6,0	72,7	19,6	16,0	31,1
27,2	48,3	30,2	161,2	43,5	35,5	142,8
28,25	26,9	13,5	100,3	27,1	22,1	52,8
31,2	29,9	11,9	109,2	29,5	24,0	56,3
32,25	66,6	37,7	209,3	56,5	46,1	99,4
33,3	83,0	45,4	250,2	67,5	55,0	130,3
35,35	80,3	29,1	243,6	65,8	53,6	95,7
37,5	5,6	3,1	28,1	7,6	6,2	30,1
38,25	5,8	3,2	29,0	7,8	6,4	21,6
39,1	35,3	9,3	125,1	33,8	27,5	36,3
41,2	16,7	4,6	68,2	18,4	15,0	21,9
41,2	7,1	3,0	34,0	9,2	7,5	20,2
44,25	0,1	0,0	0,8	0,2	0,2	0,3

CORRELACIONES PARA Su						
Prof. (m)	Según Wood	Según Skempton	Según Stas y Kulhawy	Según Jamiolkowski	Según Mesri	Según Hansbo
	$\sigma'v$ (Kpa)	Su (Kpa)	$\sigma'p$ (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)
45,2	15,6	5,6	64,6	17,5	14,2	29,8
47,1	8,3	1,4	38,8	10,5	8,5	11,4
49,2	60,7	24,9	194,2	52,4	42,7	80,7
50,25	7,5	1,6	35,6	9,6	7,8	11,6
51,2	24,4	8,2	92,6	25,0	20,4	37,3
52,25	118,6	73,1	334,0	90,2	73,5	141,0
53,2	62,7	22,1	199,4	53,8	43,9	74,7
54,25	49,1	22,4	163,4	44,1	36,0	61,8
55,3	153,6	74,7	411,6	111,1	90,6	169,3
57,3	113,0	44,0	321,1	86,7	70,6	123,1
59,3	88,3	30,2	263,0	71,0	57,9	91,8

(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

**Tabla 19. Correlaciones para OCR Calle 127**

CORRELACIONES PARA OCR				
Prof. (m)	Según Stas y Kulhawy	Según Mayne y Mitchell	Según Mayne y Kulhawy	Según Mayne y Kulhawy
	OCR	OCR	KO	OCR
2,8	2,7	1,4	0,8	0,5
4,25	5,1	0,8	1,1	0,5
5,5	3,3	0,9	0,9	0,5
6,25	4,6	0,8	1,1	0,5
8,25	3,5	1,2	0,9	0,5
9,2	3,7	0,7	1,0	0,5
11,3	3,4	0,8	0,9	0,5
13,2	3,3	0,9	0,9	0,5
14,25	3,7	1,1	1,0	0,5
14,9	3,6	0,6	1,0	0,5
19,3	3,4	0,8	0,9	0,5
20,25	3,2	1,2	0,9	0,5
21,2	3,1	0,9	0,9	0,5
23,3	3,2	0,9	0,9	0,5

<b>CORRELACIONES PARA OCR</b>				
<b>Prof. (m)</b>	<b>Según Stas y Kulhawy</b>	<b>Según Mayne y Mitchell</b>	<b>Según Mayne y Kulhawy</b>	<b>Según Mayne y Kulhawy</b>
	OCR	OCR	KO	OCR
25,2	3,1	0,7	0,9	0,5
26,25	4,1	1,0	1,0	0,5
27,1	4,0	0,8	1,0	0,5
27,2	3,3	0,7	0,9	0,5
28,25	3,7	1,0	1,0	0,5
31,2	3,7	0,8	1,0	0,5
32,25	3,1	1,2	0,9	0,5
33,3	3,0	1,0	0,9	0,5
35,35	3,0	0,9	0,9	0,5
37,5	5,0	0,5	1,1	0,5
38,25	5,0	0,7	1,1	0,5
39,1	3,5	0,9	1,0	0,5
41,2	4,1	0,9	1,0	0,5
41,2	4,8	0,7	1,1	0,5
44,25	11,7	0,5	1,7	0,7
45,2	4,1	0,8	1,0	0,5
47,1	4,7	0,6	1,1	0,5
49,2	3,2	1,0	0,9	0,5
50,25	4,8	0,7	1,1	0,5
51,2	3,8	0,8	1,0	0,5
52,25	2,8	1,5	0,8	0,5
53,2	3,2	0,9	0,9	0,5
54,25	3,3	1,2	0,9	0,5
55,3	2,7	1,2	0,8	0,5
57,3	2,8	1,0	0,9	0,5
59,3	3,0	1,0	0,9	0,5

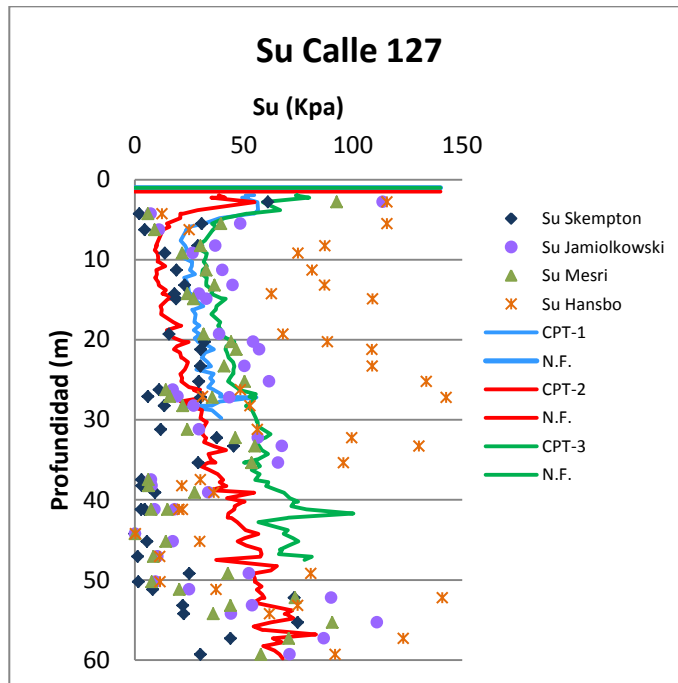
(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

De los datos recopilados de los ensayos de laboratorio y los ensayos de campo para la Calle 127, se emplearon cuatro correlaciones para Su de diferentes autores a partir de los ensayos de laboratorio y de esta manera poder ser comparados con los ensayos de campo.



En la Figura 18, se puede ver que las correlaciones de Skempton y Mesri son las que más se acercan al CPT-1 y al CPT-2, mientras que la correlación de Jamiolkowski se acerca al CPT -3 y la correlación de Hansbo es la que menos se acerca a los ensayos de campo; también se puede ver que estas correlaciones solo sería útiles hasta los 35m, ya que a mayor profundidad se presenta mucha dispersión de los datos.

**Figura 18. Variación del Su a diferentes profundidades Calle 127**

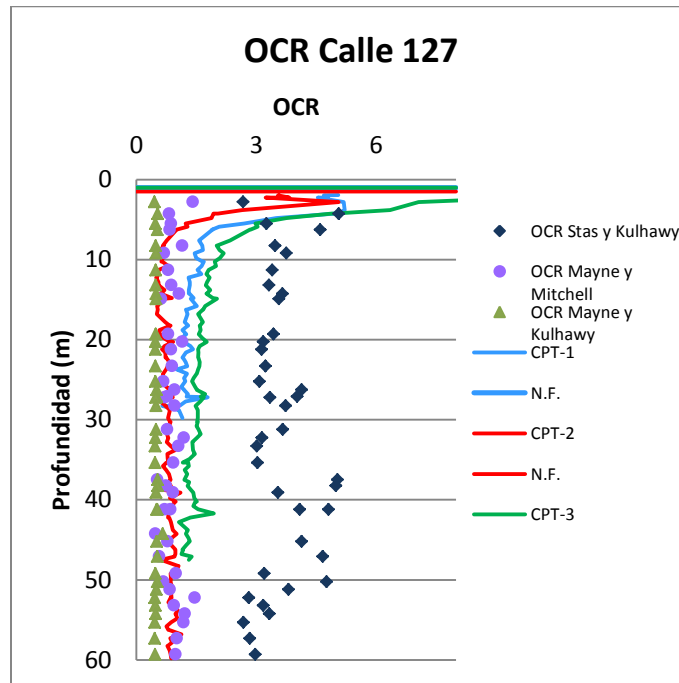


(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

En el cálculo del OCR se utilizaron correlaciones de tres autores a partir de los ensayos de laboratorio y de esta manera poder ser comparados con los ensayos de campo.

En la Figura 19, se puede ver que las correlaciones de Mayne y Mitchell, Mayne y Kulhawy se acercan mucho a los tres CPT, mientras que la correlación de Stas y Kulhawy es la que menos se acerca a los ensayos de campo.

**Figura 19. Variación del OCR a diferentes profundidades Calle 127**



(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

En las Tablas 20 y 21 se encuentran las correlaciones para Resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) y relación de sobreconsolidación (OCR), para la calle 165.

**Tabla 20. Correlaciones para  $S_u$  Calle 165**

CORRELACIONES PARA $S_u$							
Prof. (m)	Compresión Inconfinada	Según Wood	Según Skempton	Según Stas y Kulhawy	Según Jamiolkowski	Según Mesri	Según Hansbo
	$S_u$ (Kpa)	$\sigma'_v$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)	$\sigma'_p$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)
0,23		471,3	51,8	1020,9	275,6	224,6	339,4
0,68		316,4	84,3	739,3	199,6	162,6	237,1
0,78		330,0	81,7	764,9	206,5	168,3	181,2
1,23		107,5	32,2	308,3	83,2	67,8	128,3
1,43		487,3	53,6	1048,8	283,2	230,7	440,3
1,75	29,4	87,7	32,1	261,6	70,6	57,5	72,3
1,8	25,5	73,0	24,6	225,3	60,8	49,6	65,7

CORRELACIONES PARA Su							
Prof. (m)	Compresión Inconfinada	Según Wood	Según Skempton	Según Stas y Kulhawy	Según Jamiolkowski	Según Mesri	Según Hansbo
	Su (Kpa)	$\sigma'v$ (Kpa)	Su (Kpa)	$\sigma'p$ (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)
2,25		66,9	19,9	209,9	56,7	46,2	90,6
2,4		83,4	43,7	251,0	67,8	55,2	112,5
3,2		67,6	49,2	211,8	57,2	46,6	137,4
3,35	10,3	18,1	8,6	73,0	19,7	16,1	39,4
3,75	6,4	17,3	7,3	70,2	19,0	15,4	33,2
4,05	8,8	5,8	3,2	28,8	7,8	6,3	22,4
4,25	9,8	211,5	97,9	533,4	144,0	117,4	156,9
5		48,5	35,2	161,9	43,7	35,6	109,6
5,15	17,2	14,8	6,6	61,8	16,7	13,6	32,8
5,75		19,2	8,8	76,5	20,7	16,8	40,5
6,25		64,9	28,8	204,8	55,3	45,0	81,3
7,75		5,8	4,6	28,9	7,8	6,4	34,1
7,95	17,7	38,0	23,8	132,9	35,9	29,2	91,3
9,25	9,3	6,9	4,3	33,5	9,0	7,4	26,9
10,35	11,8	19,3	10,9	76,9	20,8	16,9	54,4
11,25		5,9	5,8	29,3	7,9	6,4	37,6
12,75	15,7	7,0	5,3	33,7	9,1	7,4	37,3
13,8		5,4	3,4	27,5	7,4	6,1	39,0
14,75	3,4	5,7	4,5	28,7	7,7	6,3	37,5
15,4		33,5	15,6	119,9	32,4	26,4	55,8
16,1	19,6	16,2	10,0	66,6	18,0	14,6	50,4
16,75		30,7	18,9	111,8	30,2	24,6	74,4
18,25		6,9	4,3	33,5	9,1	7,4	27,6
18,75		12,9	6,4	55,2	14,9	12,1	35,8
20		60,7	35,3	194,0	52,4	42,7	143,1
20,25	18,6	5,8	3,2	28,9	7,8	6,4	22,6
20,35	14,2	126,1	95,7	350,8	94,7	77,2	280,3
21,3	22,1	9,5	4,3	43,3	11,7	9,5	25,7
21,8		9,6	4,0	43,7	11,8	9,6	32,0
22,25	7,8	5,8	4,9	29,0	7,8	6,4	35,0
22,75		47,6	29,6	159,3	43,0	35,1	104,4
23,75		57,5	32,5	185,6	50,1	40,8	96,5
24,75		110,3	109,4	314,8	85,0	69,3	252,3
25,3	30,9	70,3	40,4	218,5	59,0	48,1	126,4

CORRELACIONES PARA Su							
Prof. (m)	Compresión Inconfinada	Según Wood	Según Skempton	Según Stas y Kulhawy	Según Jamiolkowski	Según Mesri	Según Hansbo
	Su (Kpa)	$\sigma'v$ (Kpa)	Su (Kpa)	$\sigma'p$ (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)
26,75	13,2	71,9	41,0	222,6	60,1	49,0	106,0
26,75		5,8	4,0	28,8	7,8	6,3	29,7
28,25	16,2	23,1	11,6	88,8	24,0	19,5	48,1
28,75		7,0	5,9	33,7	9,1	7,4	42,5
29,75	16,2	45,5	26,3	153,7	41,5	33,8	104,8
30,25		45,5	15,0	153,7	41,5	33,8	90,6
30,75	27,9	33,0	16,3	118,4	32,0	26,1	60,8
32,75	4,9	32,9	20,8	118,3	31,9	26,0	79,2
34,75		11,5	5,5	50,4	13,6	11,1	36,6

(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

**Tabla 21. Correlaciones para OCR Calle 165**

CORRELACIONES PARA OCR				
Prof. (m)	Según Stas y Kulhawy	Según Mayne y Mitchell	Según Mayne y Kulhawy	Según Mayne y Kulhawy
	OCR	OCR	KO	OCR
0,23	2,2	0,3	0,7	0,4
0,68	2,3	0,8	0,8	0,4
0,78	2,3	1,0	0,8	0,4
1,23	2,9	0,7	0,9	0,5
1,43	2,2	0,3	0,7	0,4
1,75	3,0	1,3	0,9	0,5
1,8	3,1	1,2	0,9	0,5
2,25	3,1	0,7	0,9	0,5
2,4	3,0	1,2	0,9	0,5
3,2	3,1	1,1	0,9	0,5
3,35	4,0	0,9	1,0	0,5
3,75	4,1	0,9	1,0	0,5
4,05	5,0	0,7	1,1	0,5
4,25	2,5	1,6	0,8	0,4
5	3,3	1,1	0,9	0,5

<b>CORRELACIONES PARA OCR</b>				
<b>Prof. (m)</b>	<b>Según Stas y Kulhawy</b>	<b>Según Mayne y Mitchell</b>	<b>Según Mayne y Kulhawy</b>	<b>Según Mayne y Kulhawy</b>
	OCR	OCR	KO	OCR
5,15	4,2	0,8	1,0	0,5
5,75	4,0	0,9	1,0	0,5
6,25	3,2	1,1	0,9	0,5
7,75	5,0	0,7	1,1	0,5
7,95	3,5	0,9	0,9	0,5
9,25	4,8	0,8	1,1	0,5
10,35	4,0	0,8	1,0	0,5
11,25	5,0	0,8	1,1	0,5
12,75	4,8	0,7	1,1	0,5
13,8	5,1	0,4	1,1	0,5
14,75	5,0	0,6	1,1	0,5
15,4	3,6	1,0	1,0	0,5
16,1	4,1	0,8	1,0	0,5
16,75	3,6	0,9	1,0	0,5
18,25	4,8	0,8	1,1	0,5
18,75	4,3	0,8	1,0	0,5
20	3,2	0,8	0,9	0,5
20,25	5,0	0,7	1,1	0,5
20,35	2,8	1,0	0,8	0,5
21,3	4,5	0,8	1,1	0,5
21,8	4,5	0,6	1,1	0,5
22,25	5,0	0,7	1,1	0,5
22,75	3,3	0,9	0,9	0,5
23,75	3,2	1,1	0,9	0,5
24,75	2,9	1,2	0,9	0,5
25,3	3,1	1,0	0,9	0,5
26,75	3,1	1,2	0,9	0,5
26,75	5,0	0,7	1,1	0,5
28,25	3,8	0,9	1,0	0,5
28,75	4,8	0,7	1,1	0,5
29,75	3,4	0,8	0,9	0,5
30,25	3,4	0,6	0,9	0,5
30,75	3,6	1,0	1,0	0,5
32,75	3,6	0,9	1,0	0,5

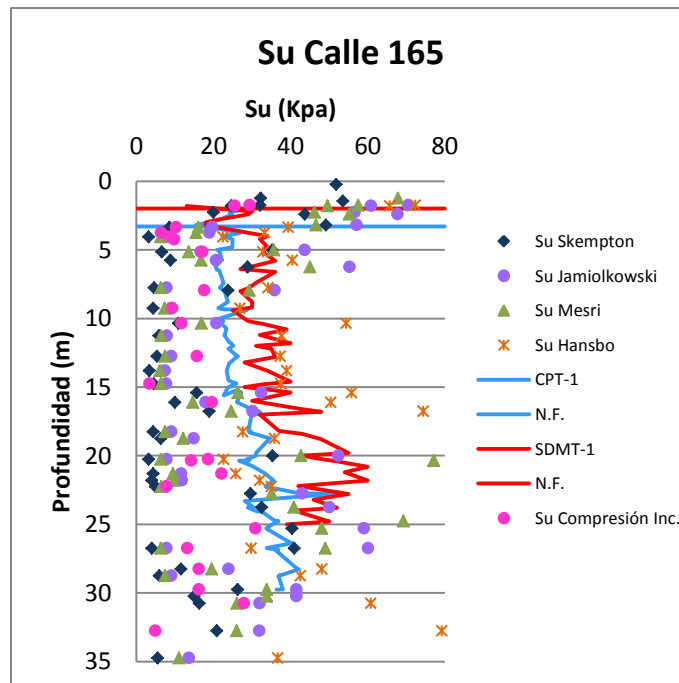
CORRELACIONES PARA OCR				
Prof. (m)	Según Stas y Kulhawy	Según Mayne y Mitchell	Según Mayne y Kulhawy	Según Mayne y Kulhawy
	OCR	OCR	KO	OCR
34,75	4,4	0,7	1,1	0,5

(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

De los datos recopilados de los ensayos de laboratorio y los ensayos de campo para la Calle 165, se emplearon cuatro correlaciones para Su de diferentes autores a partir de los ensayos de laboratorio y de esta manera poder ser comparados con los ensayos de campo.

En la Figura 20, se puede ver que las correlaciones de Skempton, Mesri y Jamiolkowski son las correlaciones que más se acercan mucho al CPT-1 y al SDMT-1, mientras que la correlación de Hansbo es la que menos se acerca a los ensayos de campo; también se puede ver que Su de Compresión Inconfinada también se acerca a los ensayos de campo.

**Figura 20. Variación del Su a diferentes profundidades Calle 165**

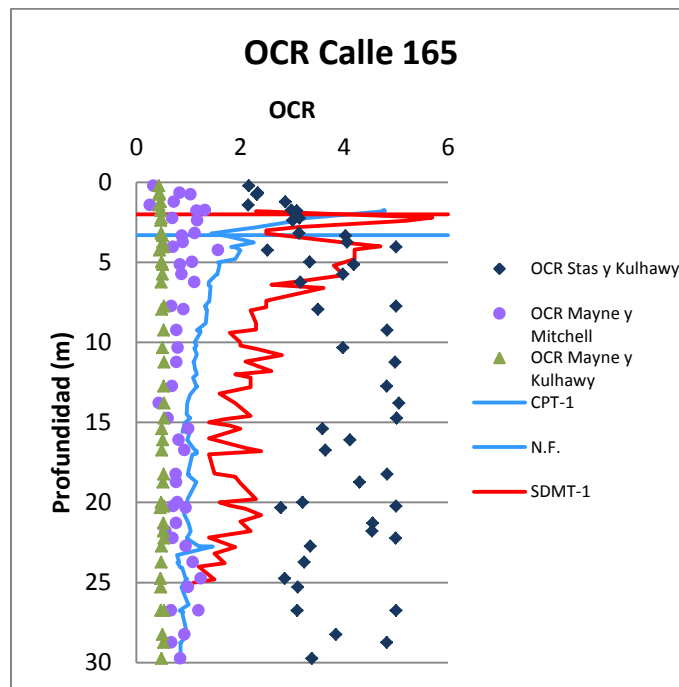


(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

En el cálculo del OCR se utilizaron correlaciones de tres autores a partir de los ensayos de laboratorio y de esta manera poder ser comparados con los ensayos de campo.

En la Figura 21, se puede ver que las correlaciones de Mayne y Mitchell, Mayne y Kulhawy son las que más se relacionan con el CPT-1, Mientras que el SDMT-1 presenta mucha dispersión de datos. La correlación de Stas y Kulhawy es la que menos se acerca a los ensayos de campo.

**Figura 21. Variación del OCR a diferentes profundidades Calle 165**



(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

En las Tablas 22 y 23 se encuentran las correlaciones para Resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) y relación de sobreconsolidación (OCR), para la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

**Tabla 22. Correlaciones para Su Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

CORRELACIONES PARA Su							
Prof. (m)	Compresión Inconfinada	Según Wood	Según Skempton	Según Stas y Kulhawy	Según Jamiolkowski	Según Mesri	Según Hansbo
	Su (Kpa)	$\sigma'v$ (Kpa)	Su (Kpa)	$\sigma'p$ (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)
1,7	21,8	10,2	3,1	45,7	12,4	10,1	15,7
3,2	28,3	9,1	3,0	41,7	11,3	9,2	20,9
4,75	24,6	7,4	3,7	35,3	9,5	7,8	23,1
6,2	7,3	7,6	2,7	35,9	9,7	7,9	20,0
7,7	11,4	7,0	3,4	33,8	9,1	7,4	21,5
9,2	7,1	6,7	3,8	32,5	8,8	7,2	24,0
10,7	2,4	6,9	4,0	33,4	9,0	7,3	25,9
12,2	5,7	6,6	2,9	32,2	8,7	7,1	17,9
13,7	9,2	7,1	3,8	34,0	9,2	7,5	22,6
15,2	4,2	7,1	3,6	34,1	9,2	7,5	21,2
16,7		8,0	3,0	37,5	10,1	8,2	56,3

(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

**Tabla 23. Correlaciones para OCR Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

CORRELACIONES PARA OCR				
Prof. (m)	Según Stas y Kulhawy	Según Mayne y Mitchell	Según Mayne y Kulhawy	Según Mayne y Kulhawy
	OCR	OCR	KO	OCR
1,7	4,5	0,9	1,1	0,5
3,2	4,6	0,7	1,1	0,5
4,75	4,8	0,8	1,1	0,5
6,2	4,8	0,6	1,1	0,5
7,7	4,8	0,8	1,1	0,5
9,2	4,9	0,8	1,1	0,5
10,7	4,8	0,7	1,1	0,5
12,2	4,9	0,8	1,1	0,5
13,7	4,8	0,8	1,1	0,5



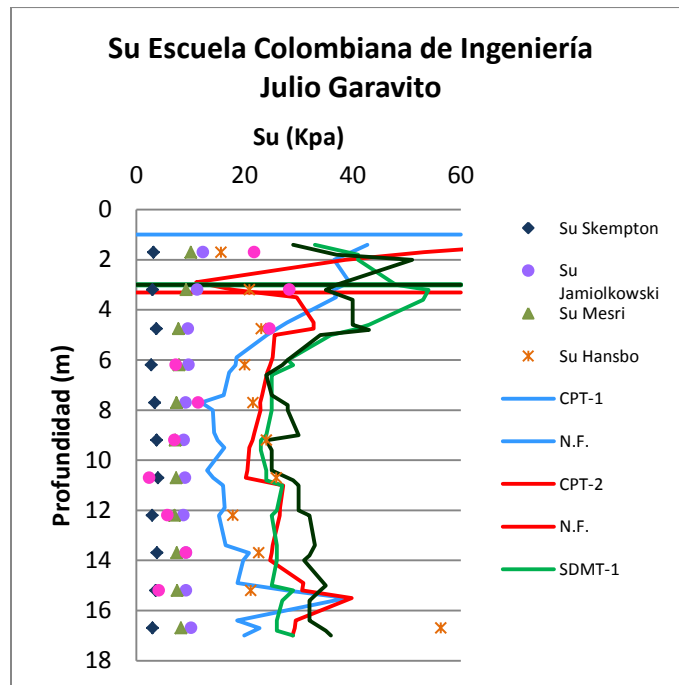
CORRELACIONES PARA OCR				
Prof. (m)	Según Stas y Kulhawy	Según Mayne y Mitchell	Según Mayne y Kulhawy	Según Mayne y Kulhawy
	OCR	OCR	KO	OCR
15,2	4,8	0,8	1,1	0,5
16,7	4,7	0,2	1,1	0,5

(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

De los datos recopilados de los ensayos de laboratorio y los ensayos de campo para la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, se emplearon cuatro correlaciones para Su de diferentes autores a partir de los ensayos de laboratorio y de esta manera poder ser comparados con los ensayos de campo.

En la Figura 22, se puede ver que la correlación de Hansbo es la que más se acerca a los resultados obtenidos en los ensayos de campo, mientras que las correlaciones Skempton, Mesri y Jamiolkowski se alejan un poco más de los ensayos de campo; también se puede ver que Su de Compresión Inconfinada también se acerca en algunos puntos al CPT-1.

**Figura 22. Variación del Su a diferentes profundidades Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

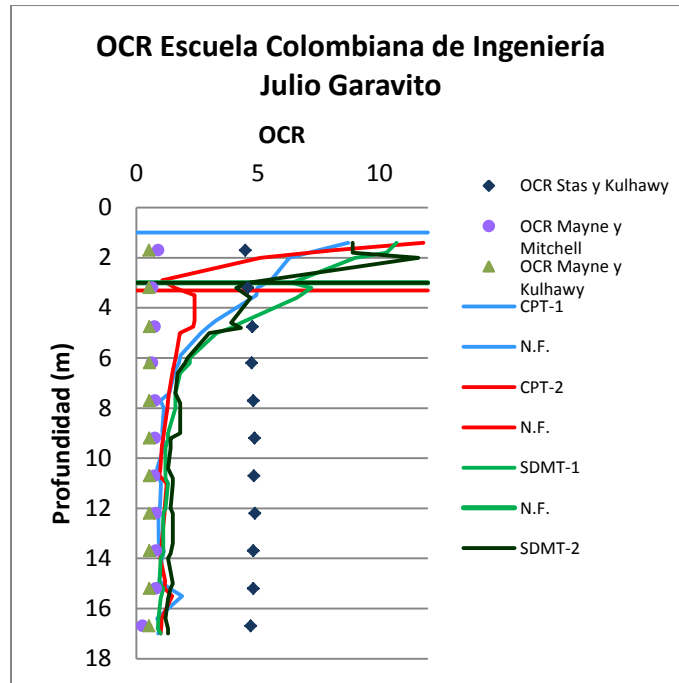


(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

En el cálculo del OCR se utilizaron correlaciones de tres autores a partir de los ensayos de laboratorio y de esta manera poder ser comparados con los ensayos de campo.

En la Figura 23, se puede ver que las correlaciones de Mayne y Mitchell, Mayne y Kulhawy son las que más se relacionan con ensayos de campo a partir de 4m de profundidad, mientras que la correlación de Stas y Kulhawy es la que menos se acerca a los ensayos de campo.

**Figura 23. Variación del OCR a diferentes profundidades Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**



(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

En las Tablas 24 y 25 se encuentran las correlaciones para Resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) y relación de sobreconsolidación (OCR), para la Auto Norte.

**Tabla 24. Correlaciones para  $S_u$  Auto Norte**

CORRELACIONES PARA $S_u$								
Prof. (m)	Consolidación Unidimensional	Compresión Inconfinada	Según Wood	Según Skempton	Según Stas y Kulhawy	Según Jamiolkowski	Según Mesri	Según Hansbo
	$S_u$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)	$\sigma'v$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)	$\sigma'p$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)	$S_u$ (Kpa)
2,25	42,7							
2,85		12,8	11,3	1,8	49,9	13,5	11,0	6,1
2,9	51,8		8,8	2,4	40,7	11,0	8,9	16,0
3,33			14,1	1,9	59,4	16,0	13,1	5,2
5,88			7,8	3,0	36,9	10,0	8,1	29,5

CORRELACIONES PARA Su								
Prof. (m)	Consolidación Unidimensional	Compresión Inconfinada	Según Wood	Según Skempton	Según Stas y Kulhawy	Según Jamiolkowski	Según Mesri	Según Hansbo
	Su (Kpa)	Su (Kpa)	$\sigma'v$ (Kpa)	Su (Kpa)	$\sigma'p$ (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)	Su (Kpa)
5,95		12,4	8,2	3,1	38,2	10,3	8,4	20,5
6		39,2	7,6	2,3	36,2	9,8	8,0	15,1
8,9		3,9	8,0	3,7	37,5	10,1	8,3	28,7
9		20,3	7,5	2,4	35,9	9,7	7,9	15,1
9,3			12,1	1,9	52,4	14,1	11,5	7,9
11,95			8,0	3,6	37,7	10,2	8,3	28,8
15	8,4		8,3	4,0	38,7	10,4	8,5	31,5
15,2			7,4	2,5	35,2	9,5	7,8	14,9
18,1			8,1	4,7	37,8	10,2	8,3	31,8
19,3			7,2	1,9	34,7	9,4	7,6	12,1
19,45			14,9	2,0	62,3	16,8	13,7	6,9
35,3			9,0	1,8	41,4	11,2	9,1	8,3
40,25			10,3	2,0	46,2	12,5	10,2	8,9

(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

**Tabla 25. Correlaciones para OCR Auto Norte**

CORRELACIONES PARA OCR				
Prof. (m)	Según Stas y Kulhawy	Según Mayne y Mitchell	Según Mayne y Kulhawy	Según Mayne y Kulhawy
	OCR	OCR	KO	OCR
2,85	4,4	1,3	1,1	0,5
2,9	4,6	0,7	1,1	0,5
3,33	4,2	1,6	1,0	0,5
5,88	4,7	0,5	1,1	0,5
5,95	4,7	0,7	1,1	0,5
6	4,7	0,7	1,1	0,5
8,9	4,7	0,6	1,1	0,5
9	4,8	0,8	1,1	0,5
9,3	4,3	1,1	1,1	0,5
11,95	4,7	0,6	1,1	0,5
15	4,7	0,6	1,1	0,5

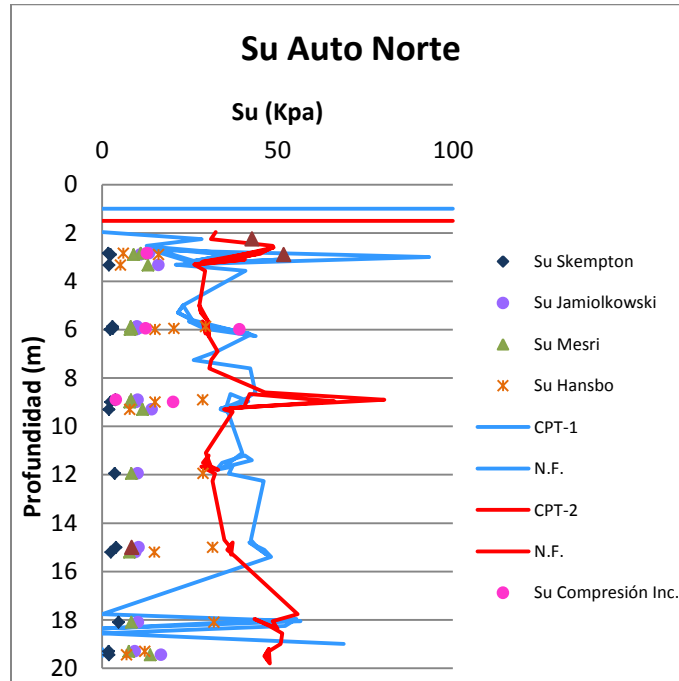
CORRELACIONES PARA OCR				
Prof. (m)	Según Stas y Kulhawy	Según Mayne y Mitchell	Según Mayne y Kulhawy	Según Mayne y Kulhawy
	OCR	OCR	KO	OCR
15,2	4,8	0,8	1,1	0,5
18,1	4,7	0,7	1,1	0,5
19,3	4,8	0,8	1,1	0,5
19,45	4,2	1,2	1,0	0,5
35,3	4,6	1,0	1,1	0,5
40,25	4,5	1,0	1,1	0,5

(Elaboración propia basado en (F. H. & P.W., 1990))

De los datos recopilados de los ensayos de laboratorio y los ensayos de campo para la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, se calcularon cuatro correlaciones para Su de diferentes autores a partir de los ensayos de laboratorio y de esta manera poder ser comparados con los ensayos de campo.

En la Figura 24, se puede ver que en esta grafica se presenta mucha dispersión de datos, la correlación de Skempton y Hansbo presenta relación en algunos puntos con el CPT-1, al igual que él Su de compresión inconfiada y consolidación unidimensional. Los otros autores poca relación evidencian.

**Figura 24. Variación del Su a diferentes profundidades Auto Norte**

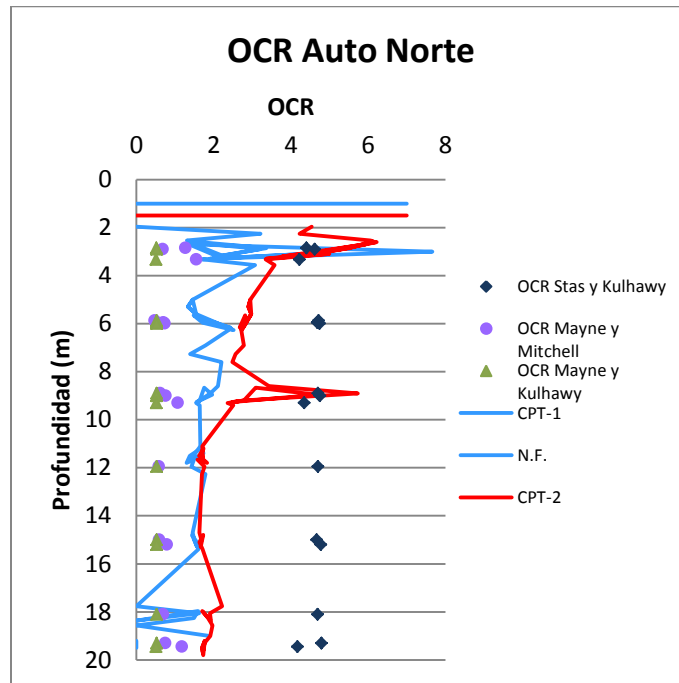


(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

En el cálculo del OCR se utilizaron correlaciones de tres autores a partir de los ensayos de laboratorio y de esta manera poder ser comparados con los ensayos de campo.

En la Figura 25, se puede ver que las correlaciones de Mayne y Mitchell, Mayne y Kulhawy son las que más se relacionan con CPT-1, mientras que la correlación de Stas y Kulhawy es la que menos se acerca a los ensayos de campo.

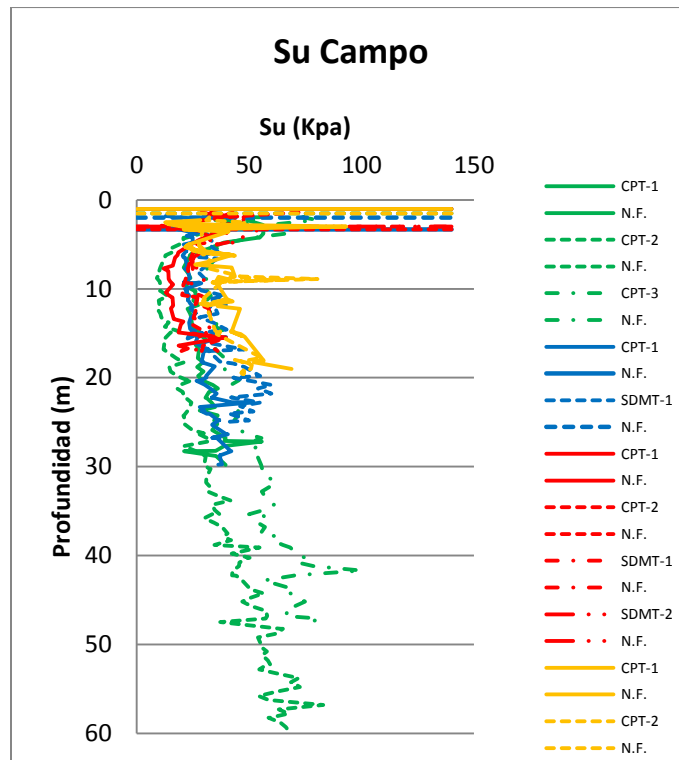
**Figura 25. Variación del OCR a diferentes profundidades Auto Norte**



(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

En la Figura 26, se puede ver que en esta grafica la relación que hay entre los cuatro puntos de estudio, teniendo en cuenta esta relación, se desarrollaran las correlaciones para la resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ).

**Figura 26. Variación del Su a diferentes profundidades en los puntos de estudio**

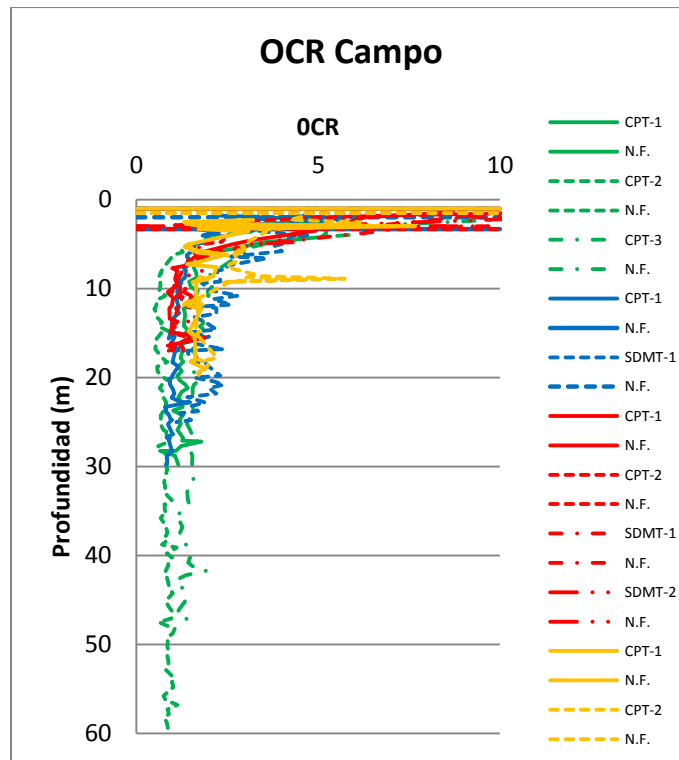


(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIEGOS IGR SAS))

En la Figura 27, se puede ver que en esta grafica la relación que hay entre los cuatro puntos de estudio, teniendo en cuenta esta relación, se desarrollaran las correlaciones para la relación de sobreconsolidación (OCR).



**Figura 27. Variación del OCR a diferentes profundidades en los puntos de estudio**



(Elaboración propia basado en (INGENIERÍA Y GEORIESGOS IGR SAS))

## Capítulo VIII

### Correlaciones Propias

#### 8.1. Análisis Estadístico

De los datos recopilados de los cuatro puntos de estudio se hizo un análisis de los datos de resistencia al corete no drenado (Su) y la relación de sobreconsolidación (OCR), apoyado en los diferentes datos obtenidos de los ensayos de campo mencionados anteriormente. Este análisis consiste en un análisis de regresión múltiple.

##### 8.1.1. Regresión múltiple.

Es una técnica adecuada cuando se desea investigar el efecto simultáneo sobre una variable dependiente llamada (X) y una o más variables independientes llamadas ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ ). (Wonnacott & Wonnacott, 1972).

El modelo de regresión lineal tiene la forma:

$$X = \beta_0 + \beta_1 Y_1 + \beta_2 Y_2 + E$$

Pero en este caso como es una regresión múltiple y no se conoce la ecuación verdadera, debe ajustarse a una ecuación estimada de la forma:

$$X = b_0 + b_1 Y_1 + b_2 Y_2$$

Cuando se aplica el criterio de mínimos cuadrados para un buen ajuste en la regresión múltiple, se obtienen tres ecuaciones a resolver; denominadas ecuaciones de estimación:

$$\sum y_1 x = b_1 \sum y_1^2 + b_2 \sum y_1 y_2$$

$$\sum y_2 x = b_1 \sum y_1 y_2 + b_2 \sum y_2^2$$

$$b_0 = \bar{X} - b_1 \bar{Y}_{.1} - b_2 \bar{Y}_{.2}$$

Donde se han usado las desviaciones convenientes:

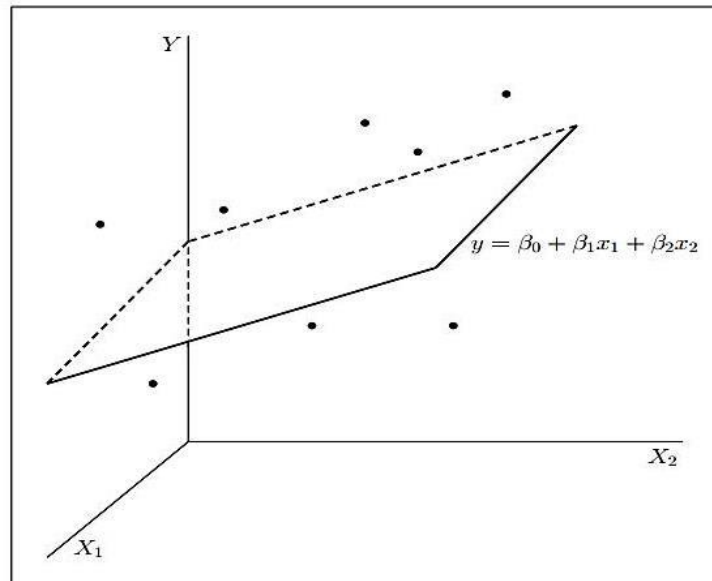
$$y_1 = Y_1 - \bar{Y}_1$$

$$y_2 = Y_2 - \bar{Y}_2$$

$$x = X - \bar{X}$$

En las Figuras 28 muestra el modelo de regresión con dos supone calcular la ecuación de un plano que describa la relación de (X) con ( $Y_1$  y  $Y_2$ ).

**Figura 28. Modelo de regresión múltiple**



(Elaboración propia basado en (Palomo, 2011))

### 8.1.2. Coeficiente de determinación.

Es una medida de bondad del ajuste del modelo y se representa con  $R^2$ , proporción de la suma de cuadrados total en Y explicada mediante el ajuste de la regresión; proporción o

porcentaje de varianza total en Y respecto a su media. Sus límites son (Wonnacott & Wonnacott, 1972):

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

$$R^2 = \frac{\text{Varianza Explicada}}{\text{Varianza Total}}$$

Para las regresiones múltiples se debe tener en cuenta es el  $R^2$  ajustado.

En la Tabla 26 se puede ver su clasificación.

**Tabla 26. Clasificación  $R^2$**

Menor de 0.3	0.3 a 0.4	0.4 a 0.5	0.5 a 0.85	Mayor de 0.85
Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Sospechoso

(Tabla Tomada de (Palomo, 2011))

### 8.1.3. Estimación de intervalos de confianza.

Una muestra permite realizar estimaciones puntuales de los parámetros del conjunto de datos. Utilizando las propiedades de las distribuciones muestrales, es posible construir un intervalo que contiene el valor exacto del parámetro (H., M.E., & P., 2007):

$$\bar{X} \pm z \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

S: Desviación estándar.

n: Número total de datos del conjunto.

z: calificación a partir del nivel de confianza Tabla 27.

**Tabla 27. Nivel de Confianza**

<b>Nivel de confianza</b>	<b>Calificación z</b>
0,90	1,645
0,95	1,96
0,98	2,33
0,99	2,575

(Tabla Tomada de (H., M.E., & P., 2007))

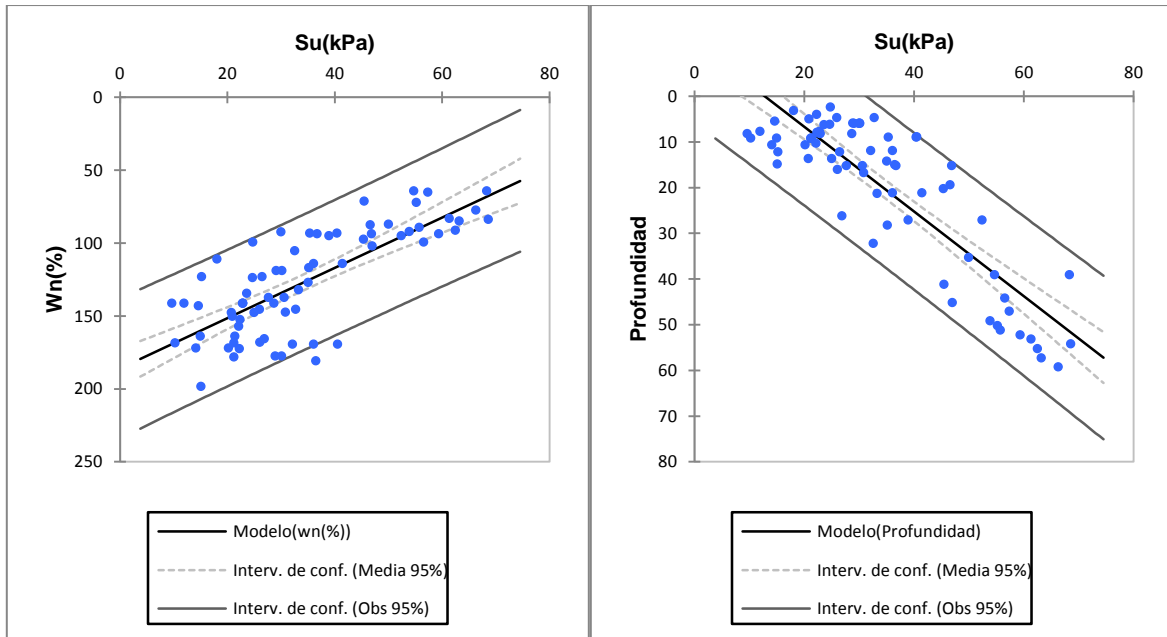
## **8.2. Correlaciones para Resistencia al Corte No Drenado (Su) y para Relación de Sobreconsolidación (OCR)**

### **8.2.1. Correlaciones de resistencia al corte no drenado (SU), a partir de la humedad del suelo, los límites de Atterberg y la profundidad.**

En las Figuras 29, 30, 31, 32 y 33 se desarrollaron correlaciones propias para el parámetro de la resistencia al corte no drenado (Su) a partir de los ensayos de laboratorio (humedades y límites de Atterberg) y los ensayos de campo (penetración de cono (CPT)) en el área de estudio.

En las tablas 28, 29, 30, 31 y 32 se encuentran las ecuaciones para cada uno de los parámetros evaluados con una confiabilidad del 95%

**Figura 29. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto a la Wn% y la profundidad**



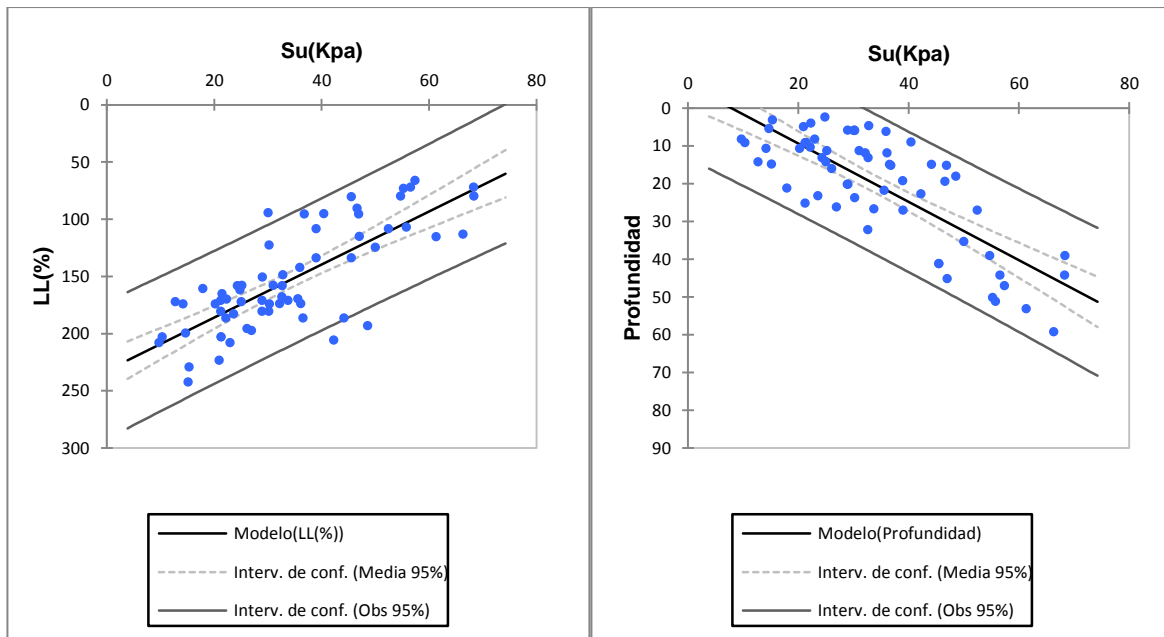
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 28. Ecuación propia para Su con respecto a la Wn% y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 40,65+0,59*P-0,143*Wn (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,79
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	72	9,70	68,64	34,65
Profundidad	72	2,40	59,30	20,22
Wn (%)	72	64,40	198,50	126,18

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 30. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto al LL% y la profundidad**



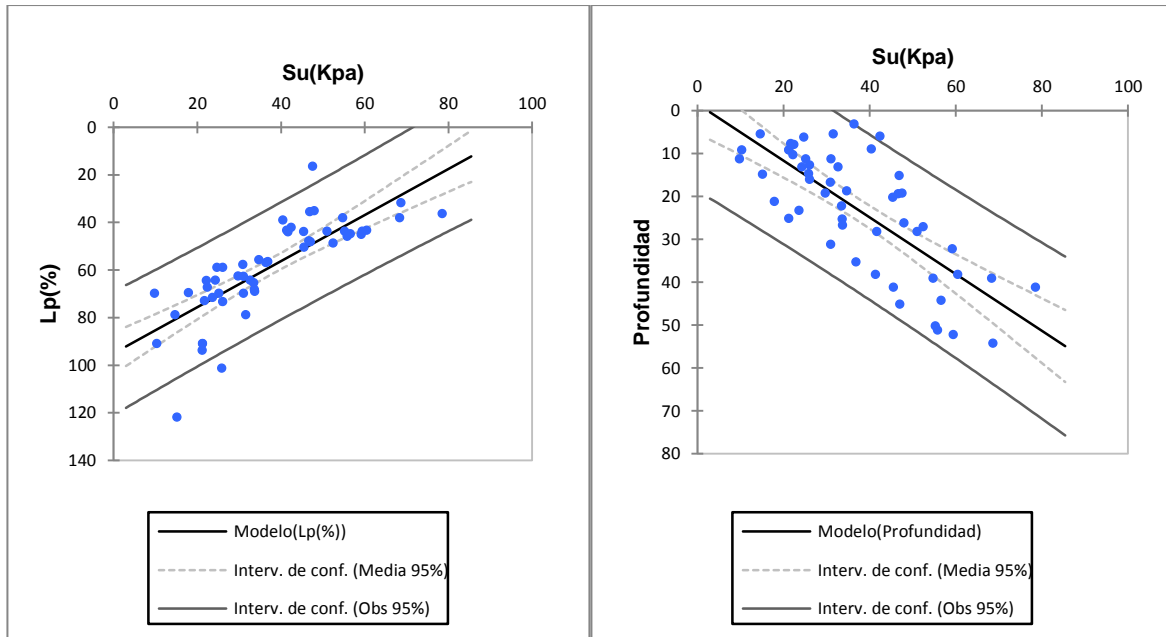
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 29. Ecuación propia para Su con respecto al LL% y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 47,69+0,50*P-0,15*LL (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,74
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	64	9,70	68,38	34,29
Profundidad	64	2,40	59,30	20,43
LL (%)	64	66,22	242,39	152,72

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 31. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto al LP% y la profundidad**



(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

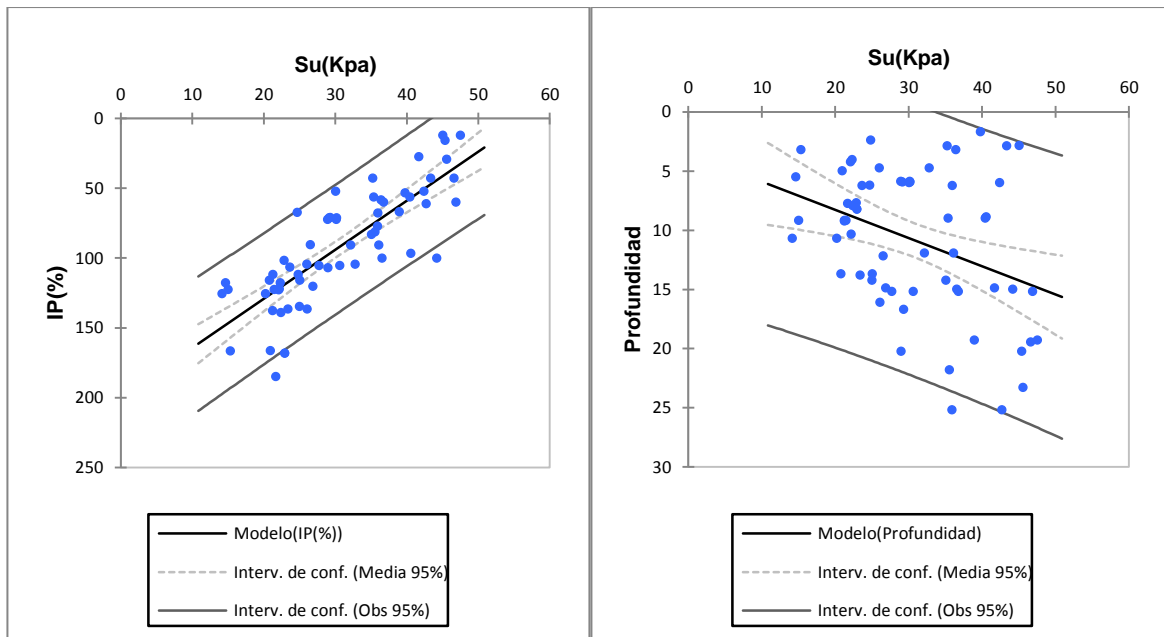
**Tabla 30. Ecuación propia para Su con respecto al LP% y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 51,72+0,53*P-0,45*LP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,78
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	52	9,81	78,56	37,73
Profundidad	52	3,20	54,25	23,36
LP (%)	52	16,50	121,97	58,41

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))



**Figura 32. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto al IP% y la profundidad**



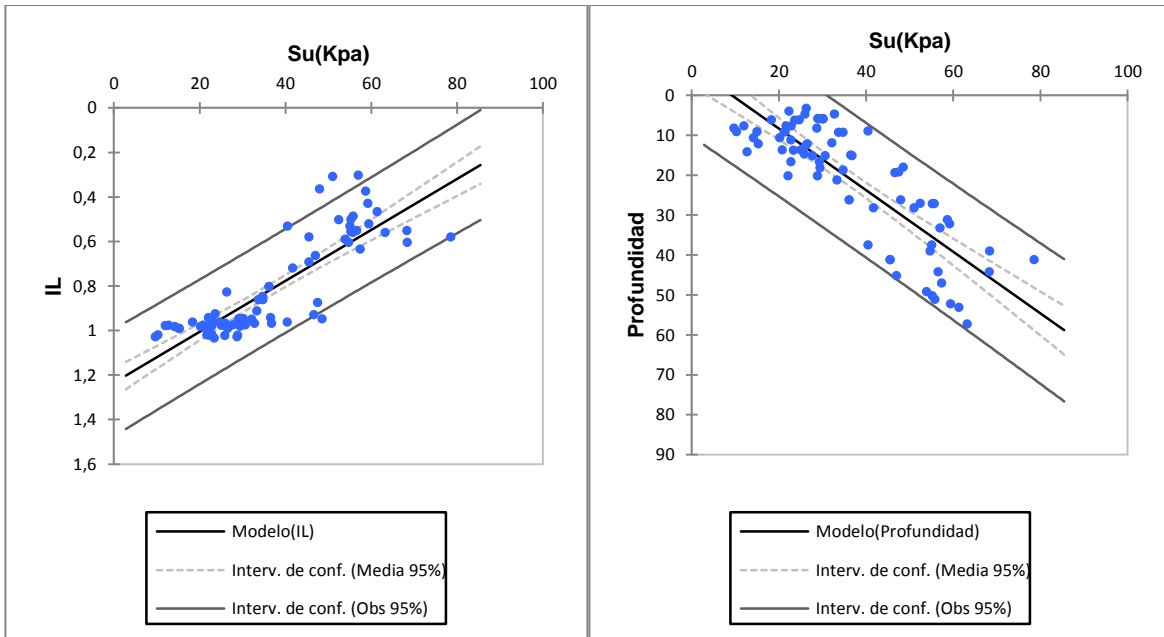
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 31. Ecuación propia para Su con respecto al IP% y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 43,68+0,32*P-0,18*IP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,70
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	63	14,18	47,53	30,71
Profundidad	63	1,70	25,20	10,83
IP (%)	63	12,10	185,00	91,62

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 33. Correlación de para Su para ensayos de CPT con respecto al IL y la profundidad**



(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 32. Ecuación propia para Su con respecto al IL y la profundidad**

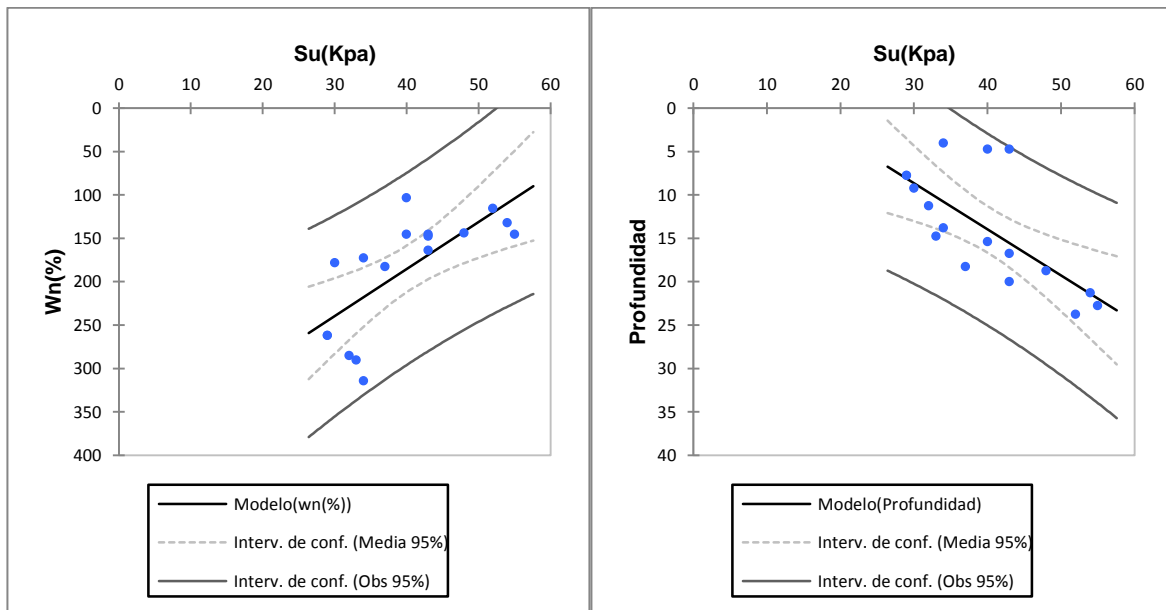
<b>Su (Kpa) = 57,92+0,44*P-37,72*IL</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,77
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	77	9,70	78,55	36,58
Profundidad	77	3,33	57,30	21,16
IL	77	0,30	1,03	0,82

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

En las Figuras 34, 35, 36, 37 Y 38 se desarrollaron correlaciones propias para el parámetro de la resistencia al corte no drenado (Su) a partir de los ensayos de laboratorio (humedades y límites de Atterberg) y los ensayos de campo (dilatómetro sísmico (SDMT)) en el área de estudio.

En las tablas 33, 34, 35, 36 Y 37 se encuentran las ecuaciones para cada uno de los parámetros evaluados con una confiabilidad del 95%

**Figura 34. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto a la Wn% y la profundidad**



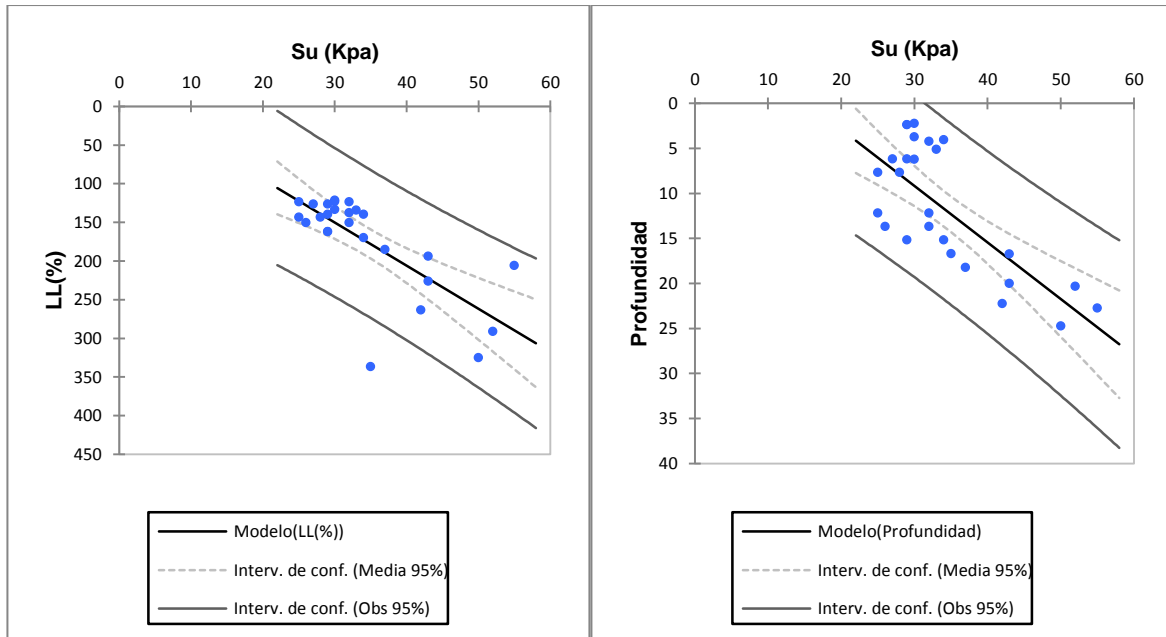
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 33. Ecuación propia para Su con respecto a la Wn% y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 43,32+0,68*P-6,89E-02*wn (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,73
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	16	29,00	55,00	40,44
Profundidad	16	4,05	23,75	14,21
Wn (%)	16	103,300	314,46	182,99

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 35. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto al LL% y la profundidad**



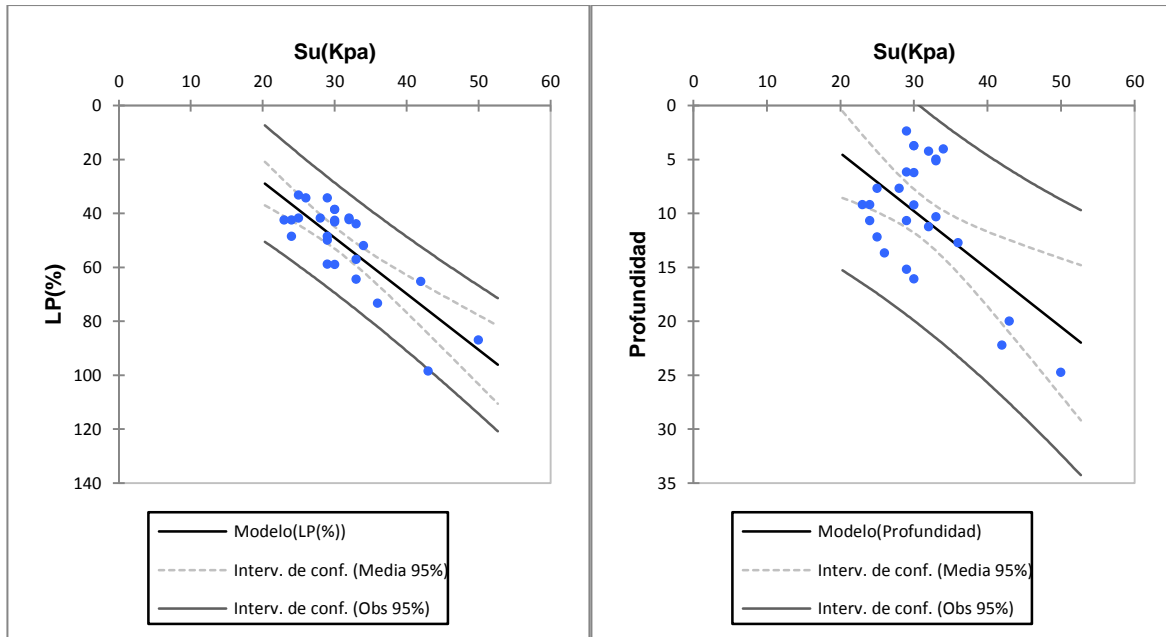
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 34. Ecuación propia para Su con respecto al LL% y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 18,89+0,56*P+5,06E-02*LL (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,63
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	25	25,00	55,00	34,48
Profundidad	25	2,25	24,75	11,99
LL (%)	25	121,74	336,90	175,18

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 36. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto al LP% y la profundidad**



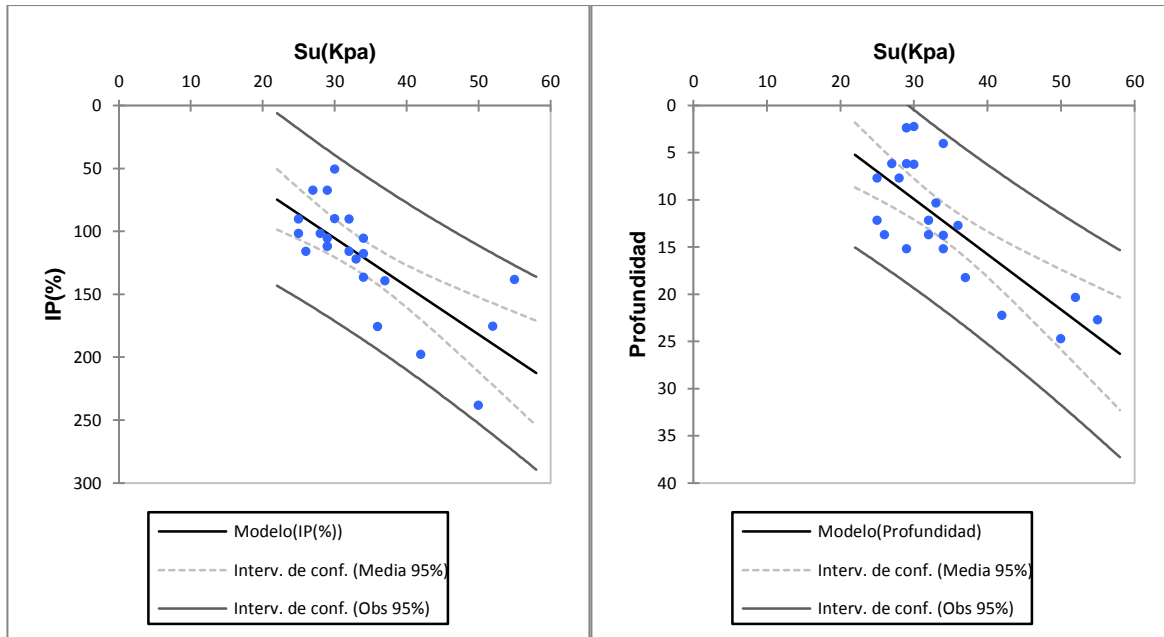
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 35. Ecuación propia para Su con respecto al LP% y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 14,86+0,20*P+0,28*LP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,68
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	25	23,00	50,00	31,16
Profundidad	25	2,40	24,75	10,40
LP (%)	25	33,30	98,61	51,47

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 37. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto al IP% y la profundidad**



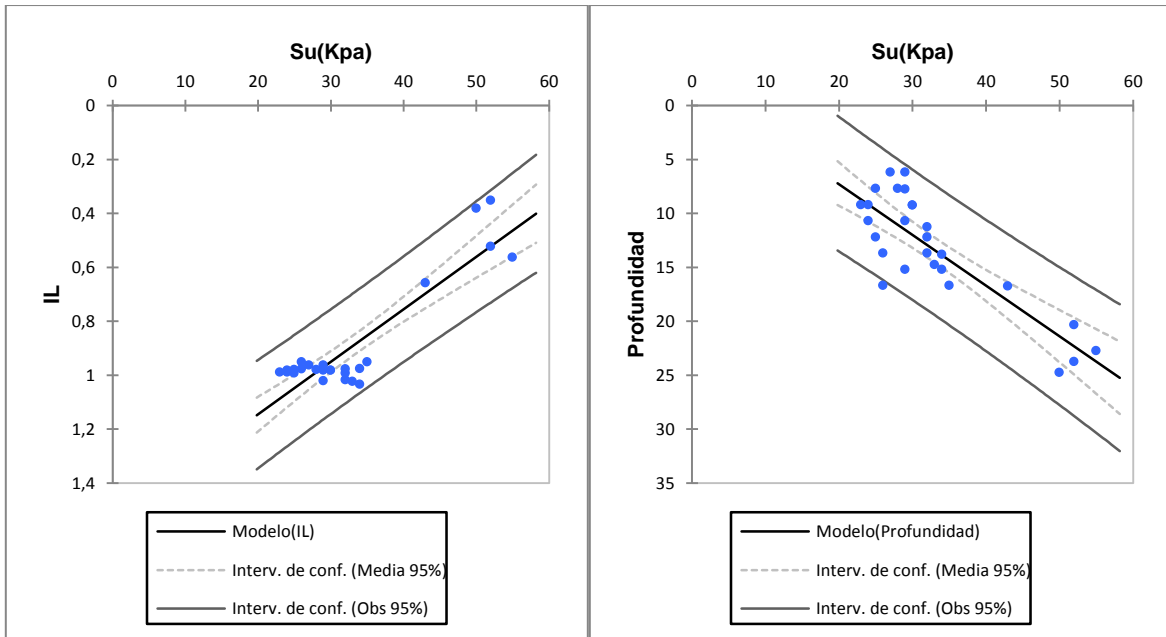
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 36. Ecuación propia para Su con respecto al IP% y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 17,92+0,61*P+7,19E-02*IP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,63
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	22	25,00	55,00	34,01
Profundidad	22	2,50	24,75	12,28
IP (%)	22	50,85	238,39	120,84

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 38. Correlación de para Su para ensayos de SDMT con respecto al IL y la profundidad**



(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 37. Ecuación propia para Su con respecto al IL y la profundidad**

<b>Su (Kpa) = 49,41+0,65*P-28,19*IL</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,85
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
Su (Kpa)	26	23,00	55,00	33,00
Profundidad	26	6,20	24,75	13,40
IL	26	0,35	1,03	0,89

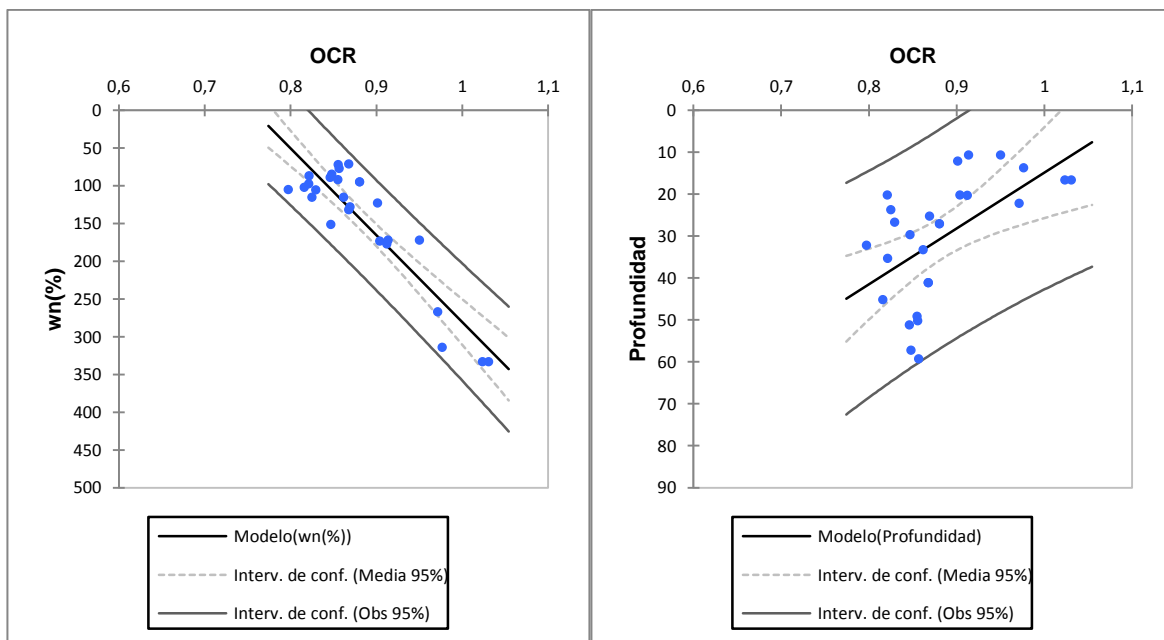
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

### 8.2.2. Correlaciones para relación de sobreconsolidación (OCR), a partir de la humedad del suelo, los límites de Atterberg y la profundidad.

En las Figuras 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 y 48 se desarrollaron correlaciones propias para el parámetro de la relación de sobreconsolidación (OCR) para arcillas normalmente consolidadas (NC) entre 0-1 y para arcillas sobreconsolidadas (SC) entre 1-3 a partir de los ensayos de laboratorio (humedades y límites de Atterberg) y los ensayos de campo (penetración de cono (CPT)) en el área de estudio.

En las tablas 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 se encuentran las ecuaciones para cada uno de los parámetros evaluados con una confiabilidad del 95%

**Figura 39. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto a la Wn% y la profundidad**



(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

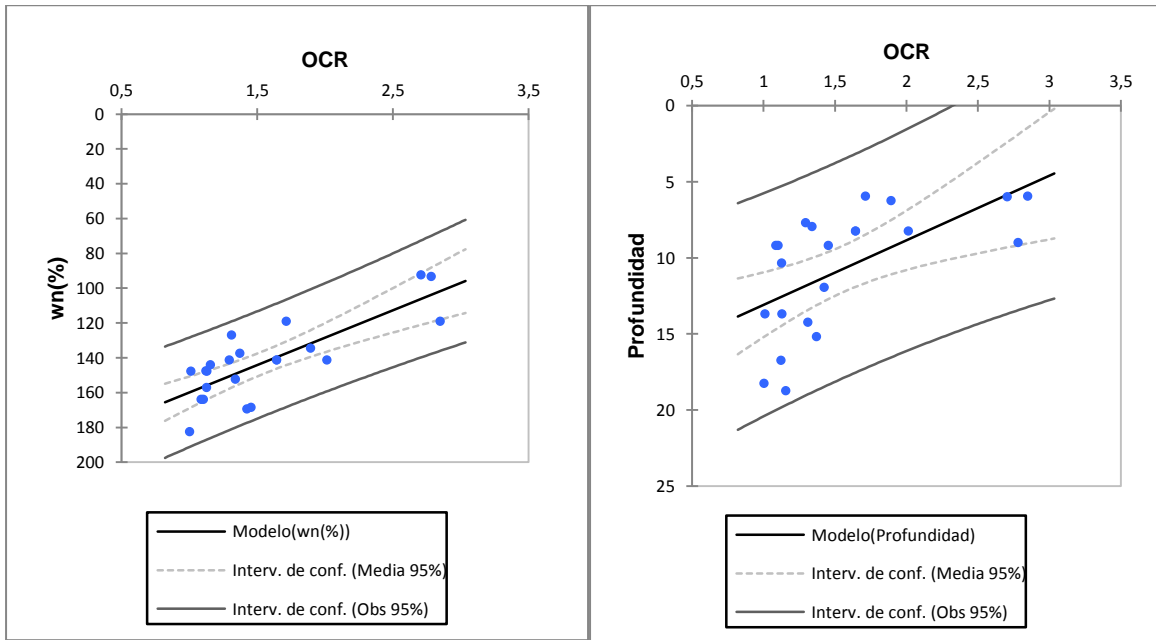


**Tabla 38. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto a la Wn% y la profundidad**

<b>OCR (NC) = 0,78+2,17E-06*P+7,12E-04*wn (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,82
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (NC)	26	0,80	1,00	0,88
Profundidad	26	10,70	59,30	30,47
Wn (%)	26	71,40	333,46	145,81

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 40. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto a la Wn% y la profundidad**



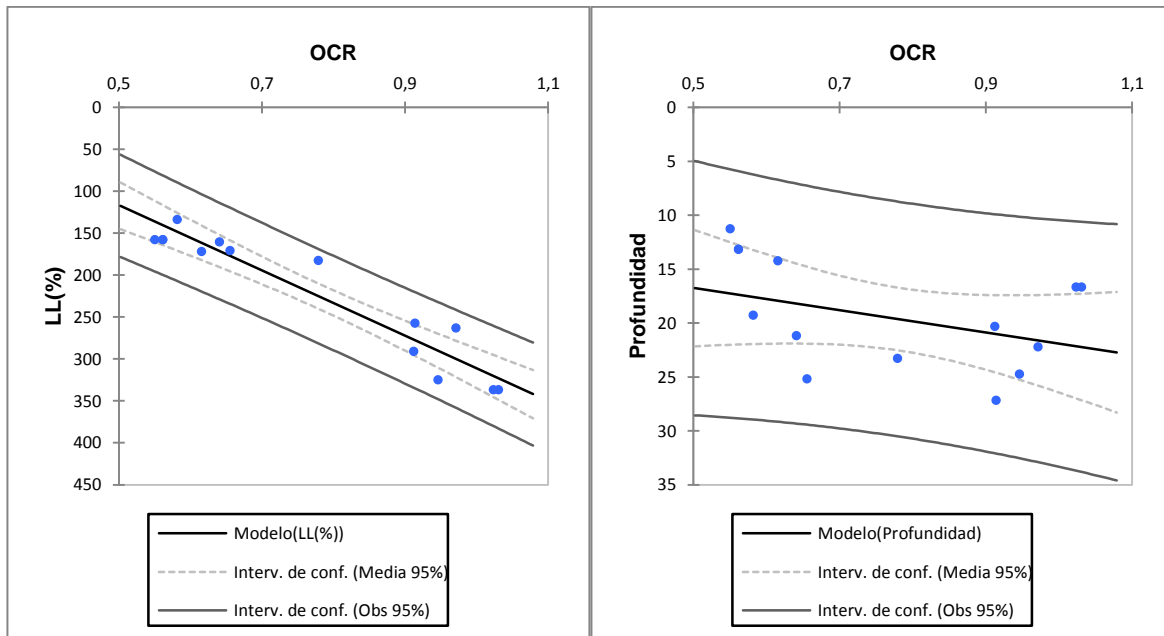
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 39. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto a la Wn% y la profundidad**

<b>OCR (SC)= 4,43-4,74E-02*P-1,66E-02*wn (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,72
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	21	1,00	2,85	1,55
Profundidad	21	5,95	18,75	10,75
Wn (%)	21	92,54	182,64	142,55

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 41. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto al LL% y la profundidad**



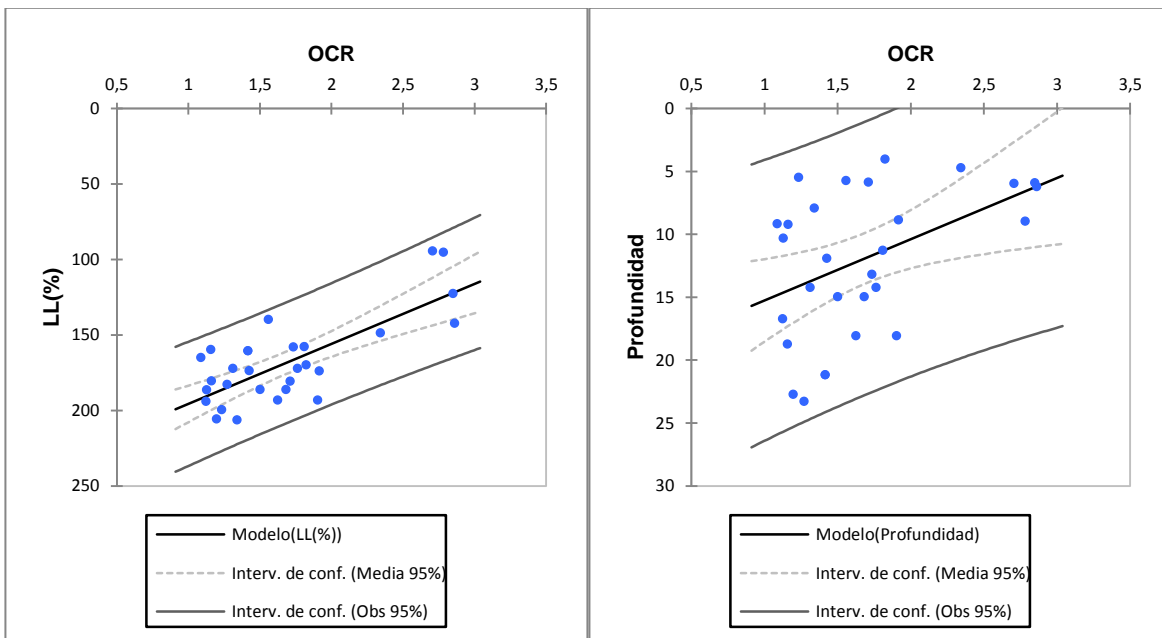
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 40. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto al LL% y la profundidad**

OCR (NC) = 0,14+7,25E-03*P+2,22E-03*LL (%)				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,94
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (NC)	13	0,55	1,00	0,78
Profundidad	13	11,30	27,20	19,67
LL (%)	13	134,05	336,90	226,85

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 42. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto al LL% y la profundidad**



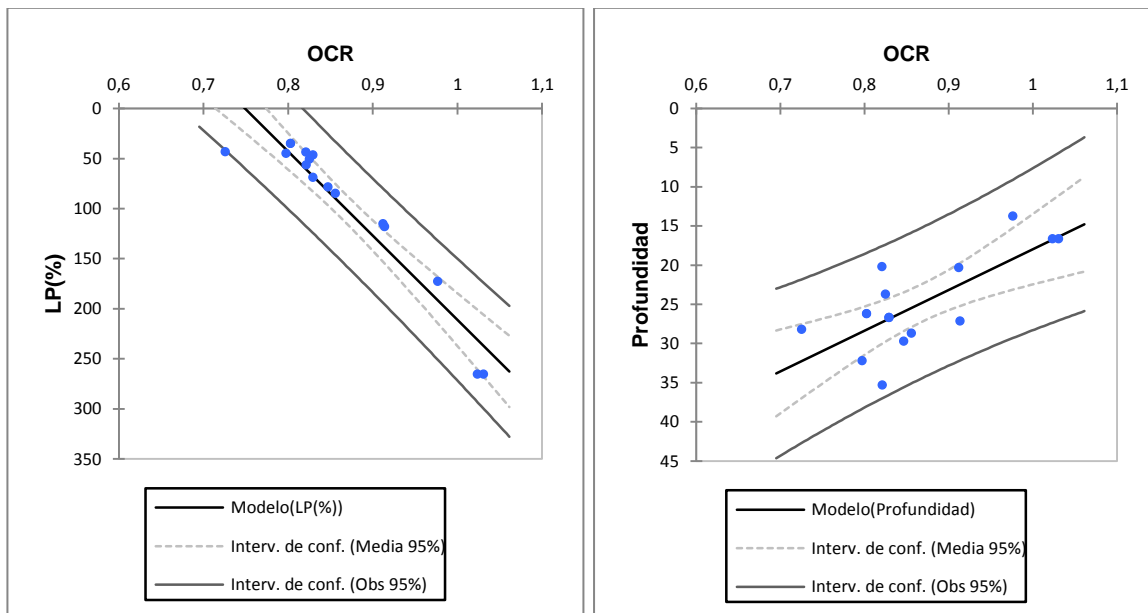
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 41. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al LL% y la profundidad**

<b>OCR (SC) = 4,09-1,70E-02*P-1,31E-02*LL (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,61
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	28	1,08	2,86	1,69
Profundidad	28	4,05	23,30	11,88
LL (%)	28	94,60	206,48	168,09

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 43. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto al LP% y la profundidad**



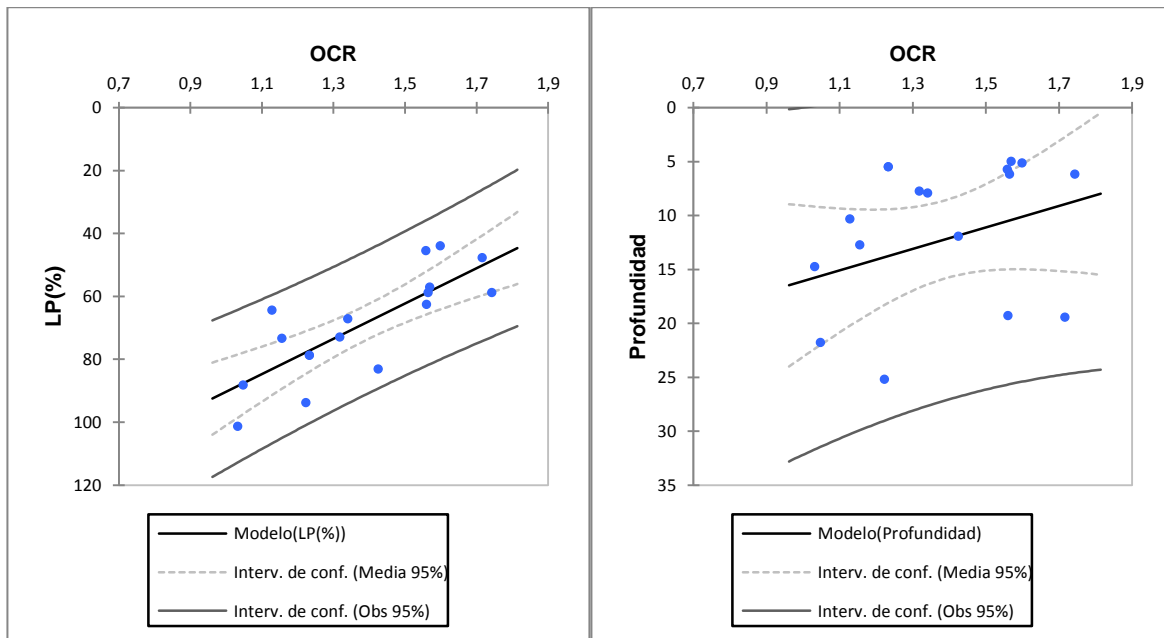
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 42. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto al LP% y la profundidad**

<b>OCR (NC) = 0,82-1,85E-03*P+9,65E-04*LP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,90
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (NC)	15	0,73	1,00	0,86
Profundidad	15	13,80	35,35	24,86
LP (%)	15	35,18	265,80	99,59

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 44. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto al LP% y la profundidad**



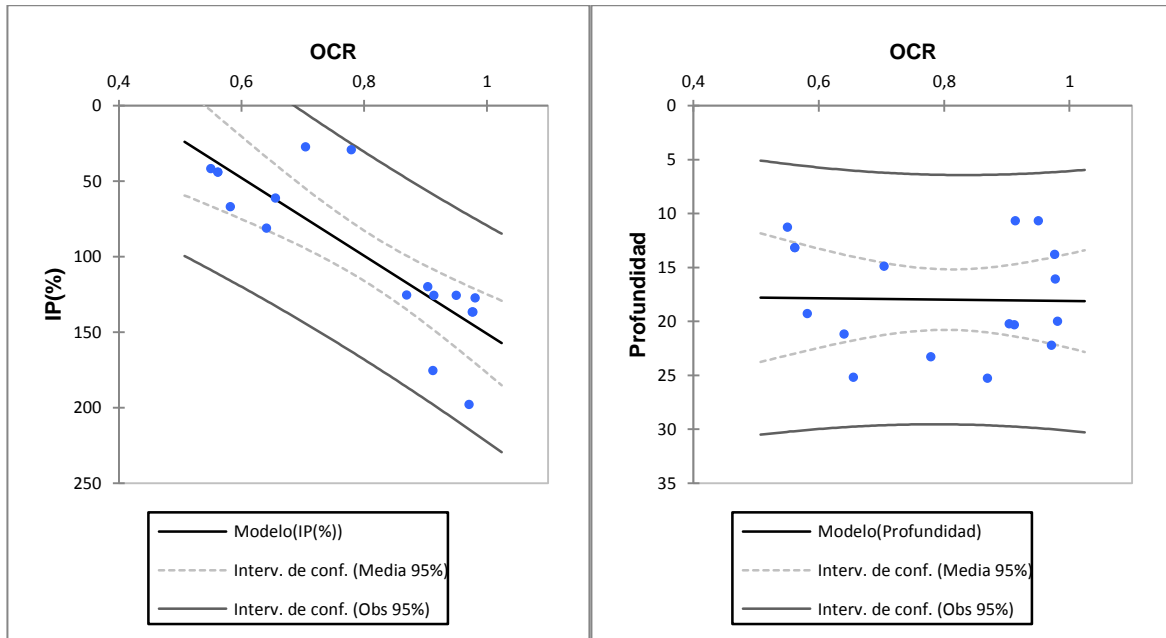
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 43. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al LP% y la profundidad**

<b>OCR (SC) = 2,16+1,77E-03*P-1,16E-02*LP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,64
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	17	1,03	1,74	1,39
Profundidad	17	5,00	25,20	12,13
LP (%)	17	43,97	101,39	68,71

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 45. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto al IP% y la profundidad**



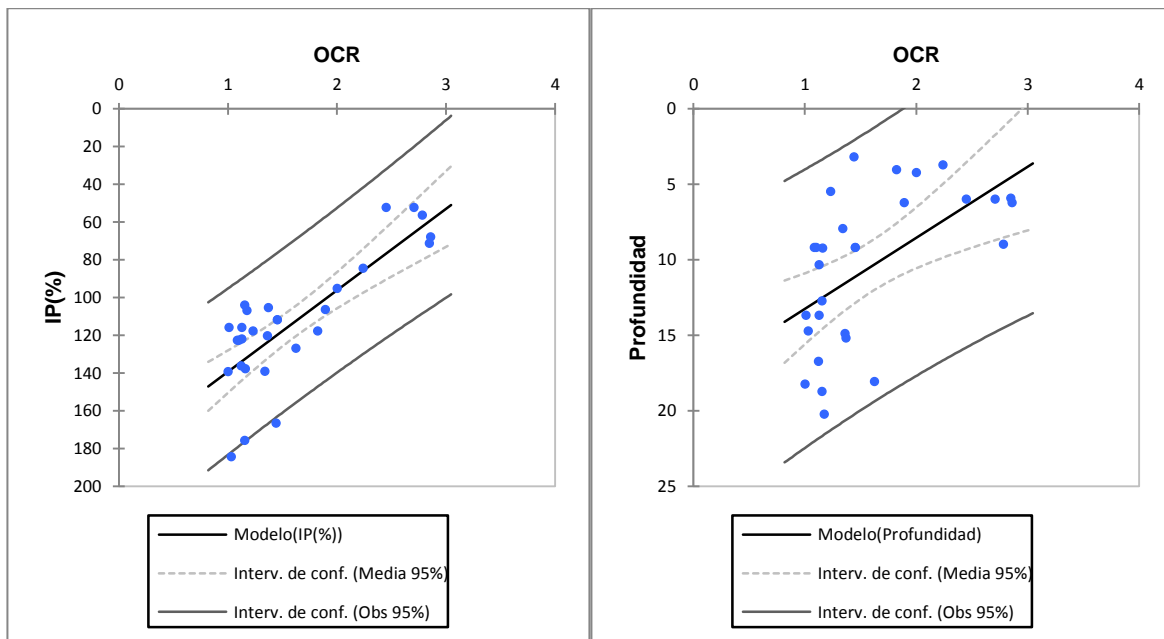
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 44. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto al IP% y la profundidad**

<b>OCR (NC)= 0,58-2,12E-03*P+2,61E-03*IP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,67
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (NC)	16	0,55	0,98	0,81
Profundidad	16	10,70	25,30	17,99
IP (%)	16	27,44	198,07	101,52

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 46. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto al IP% y la profundidad**



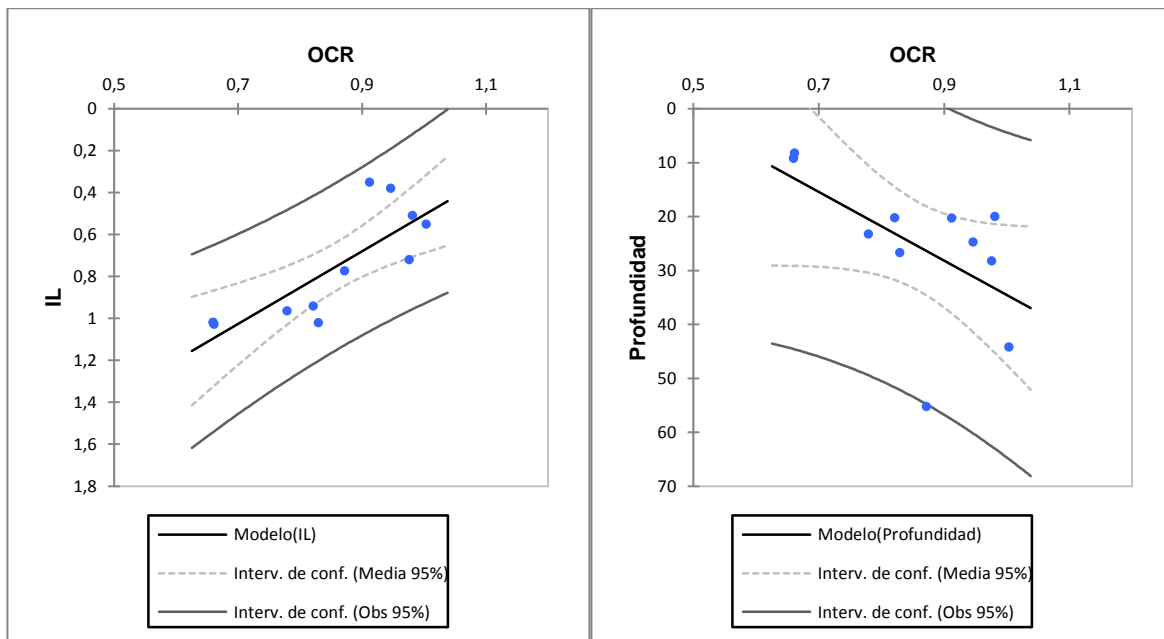
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 45. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al IP% y la profundidad**

<b>OCR (SC)= 3,47-4,12E-02*P-1,27E-02*IP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,74
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	28	1,00	2,86	1,60
Profundidad	28	3,20	20,25	10,44
IP (%)	28	54,40	184,61	113,56

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 47. Correlación de para OCR (NC) entre 0-1 para ensayos de CPT con respecto al IL y la profundidad**



(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

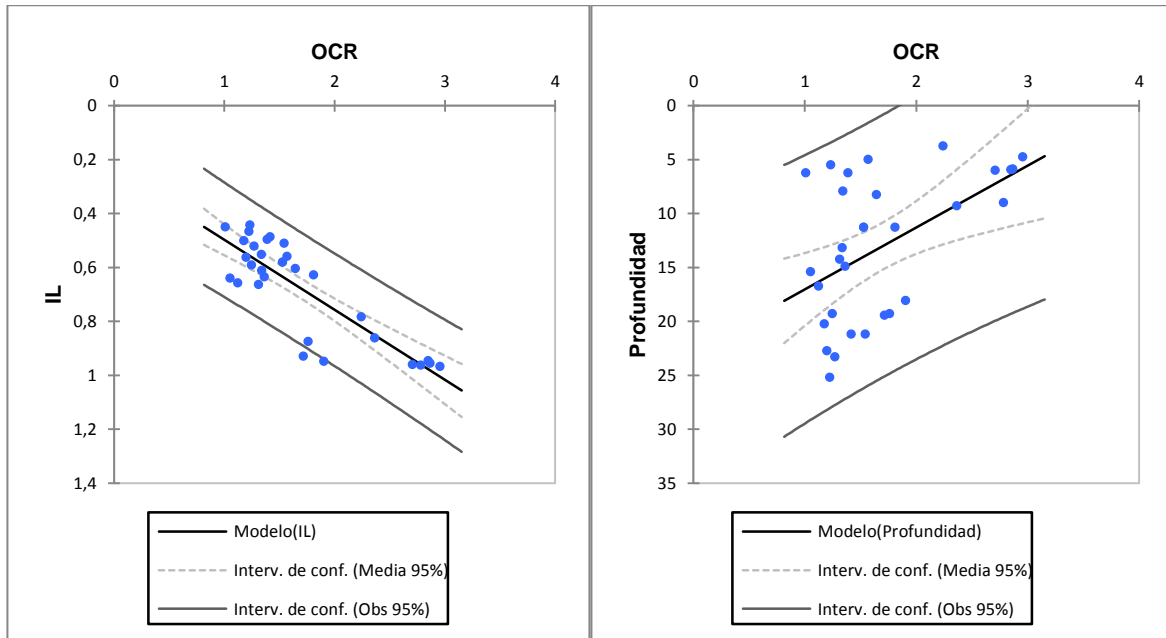


**Tabla 46. Ecuación propia para OCR (NC) entre 0-1 con respecto al IL y la profundidad**

<b>OCR (NC)= 1,01+3,30E-03*P-0,32*IL</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,76
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (NC)	11	0,66	1,00	0,86
Profundidad	11	8,25	55,30	25,51
IL	11	0,35	1,03	0,75

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 48. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de CPT con respecto al IL y la profundidad**



(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 47. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al IL y la profundidad**

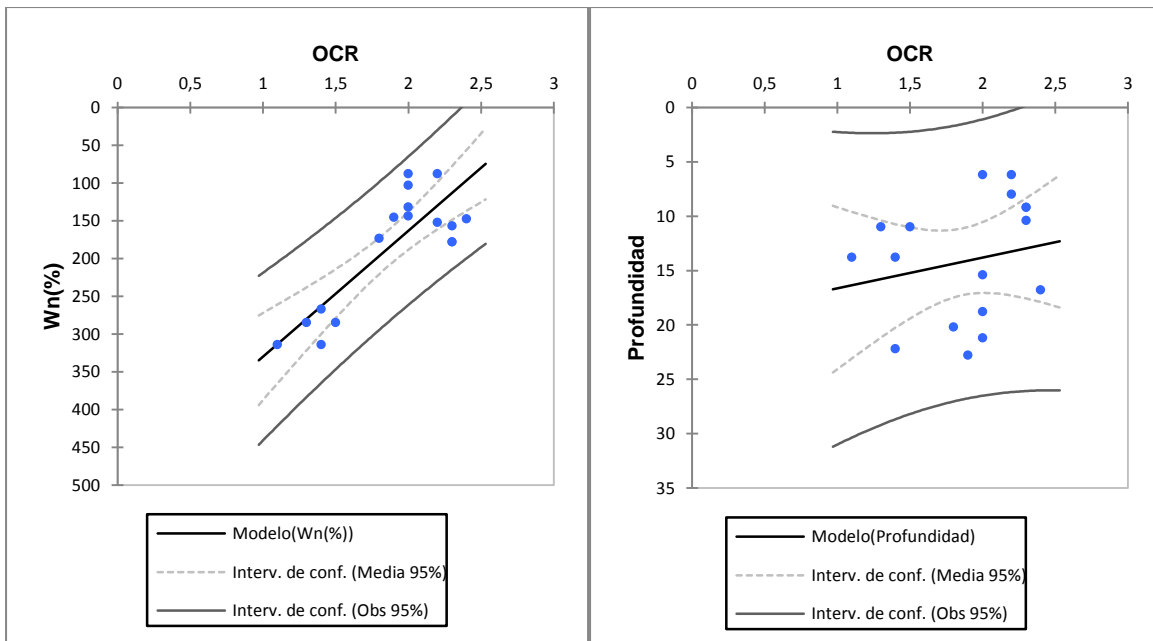
<b>OCR (SC) = 0,35-2,62E-02*P+2,49*IL</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,79
<b>Variable</b>	<b>Datos</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>
OCR (SC)	30	1,01	2,96	1,70
Profundidad	30	3,75	25,20	13,03
IL	30	0,44	0,97	0,68

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

En las Figuras 49, 50, 51, 52 y 53 se desarrollaron correlaciones propias para el parámetro de la relación de sobreconsolidación (OCR) para arcillas sebreconsolidadas (SC) entre 1-3 a partir de los ensayos de laboratorio (humedades y límites de Atterberg) y los ensayos de campo (penetración de cono (CPT)) en el área de estudio.

En las tablas 48, 49, 50, 51 y 52 se encuentran las ecuaciones para cada uno de los parámetros evaluados con una confiabilidad del 95%

**Figura 49. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto a la Wn% y la profundidad**



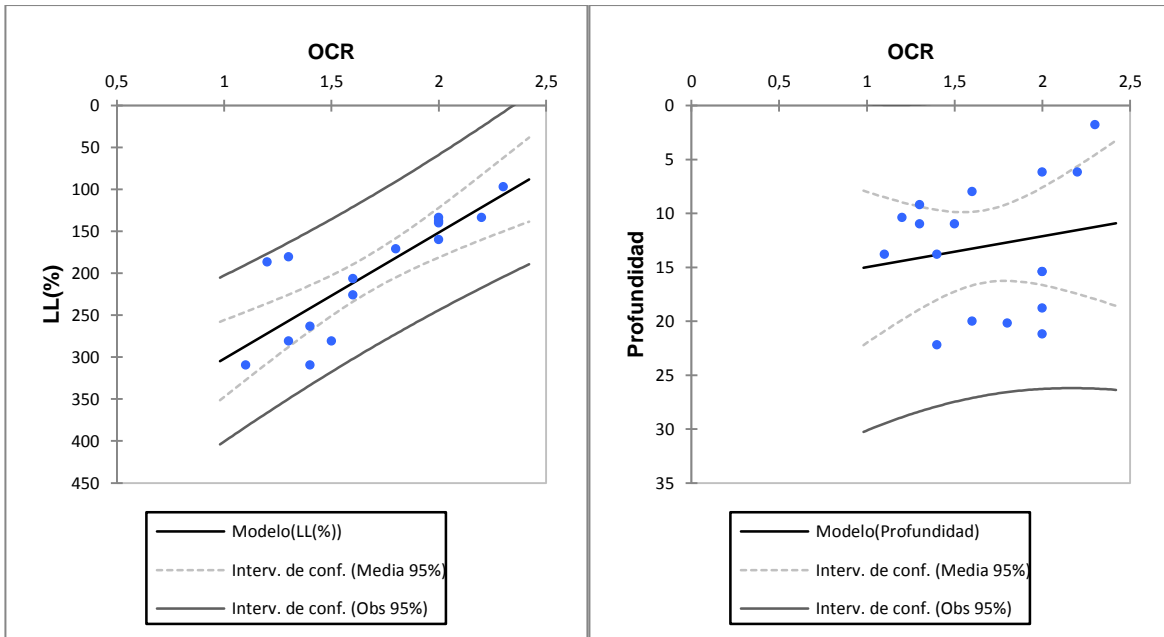
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 48. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto a la Wn% y la profundidad**

<b>OCR (SC) = 2,77-8,69E-03*P-4,21E-03*Wn (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,72
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	16	1,10	2,40	1,86
Profundidad	16	6,20	22,80	14,19
Wn (%)	16	88,10	314,46	186,06

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 50. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto a la LL% y la profundidad**



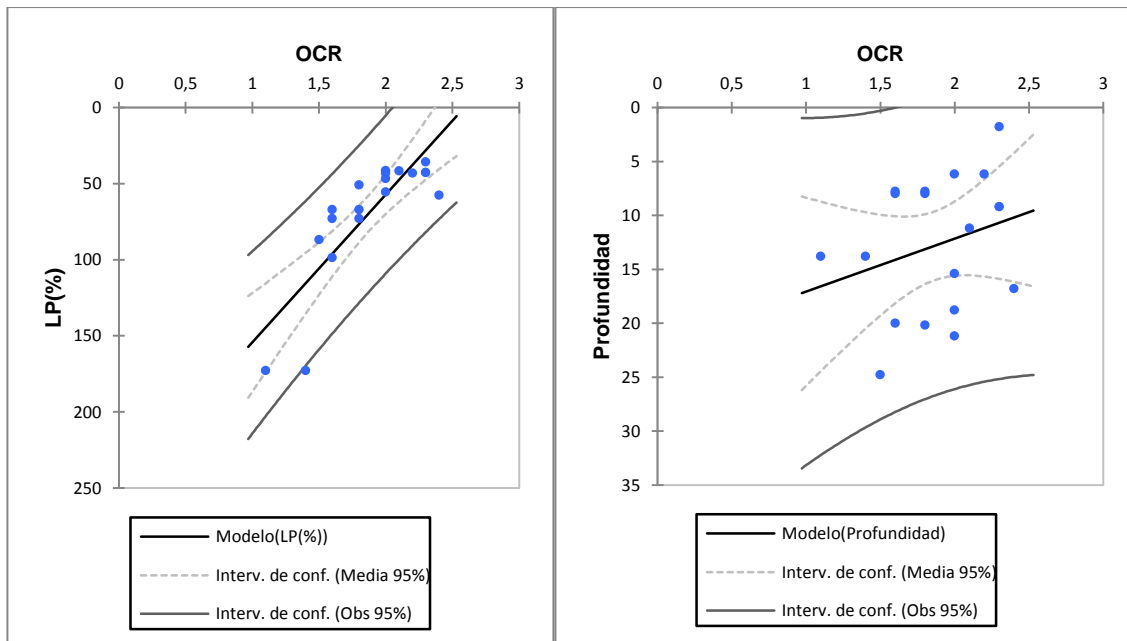
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 49. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto a la LL% y la profundidad**

<b>OCR (SC)= 2,55+2,53E-03*P-4,53E-03*LL (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,67
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	16	1,10	2,30	1,67
Profundidad	16	1,80	22,20	13,07
LL (%)	16	91,19	309,74	201,13

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 51. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto al LP% y la profundidad**



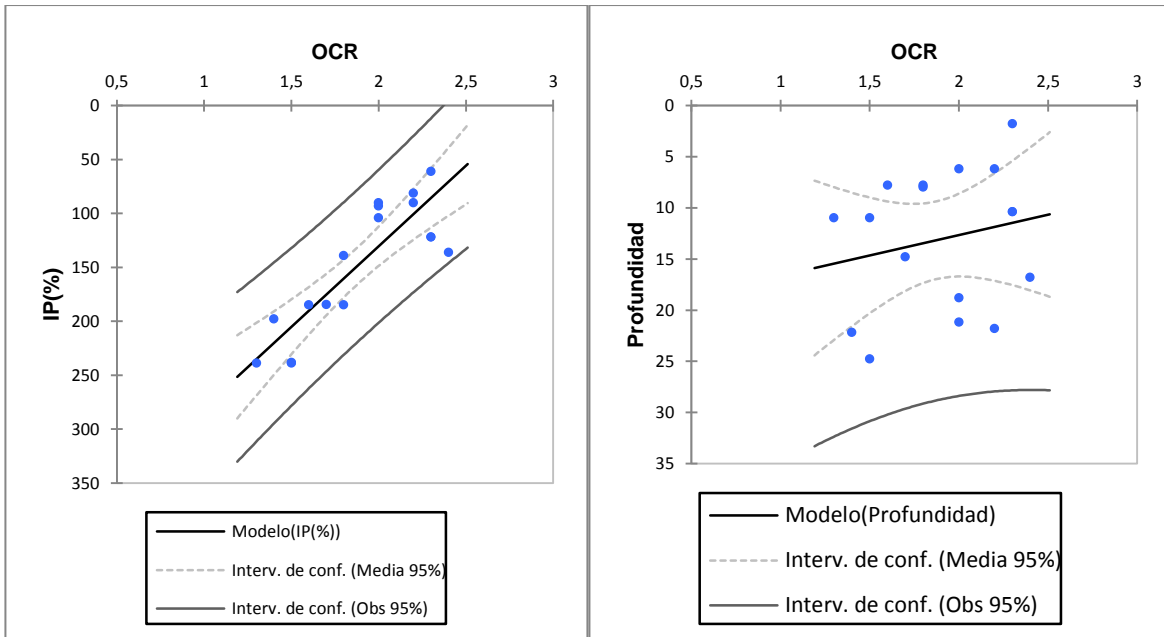
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 50. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al LP% y la profundidad**

<b>OCR (SC)= 2,4-5,28E-03*P-6,86E-03*LP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,69
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	18	1,10	2,40	1,86
Profundidad	18	1,80	24,80	12,83
LP (%)	18	35,79	172,95	70,66

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 52. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto al IP% y la profundidad**



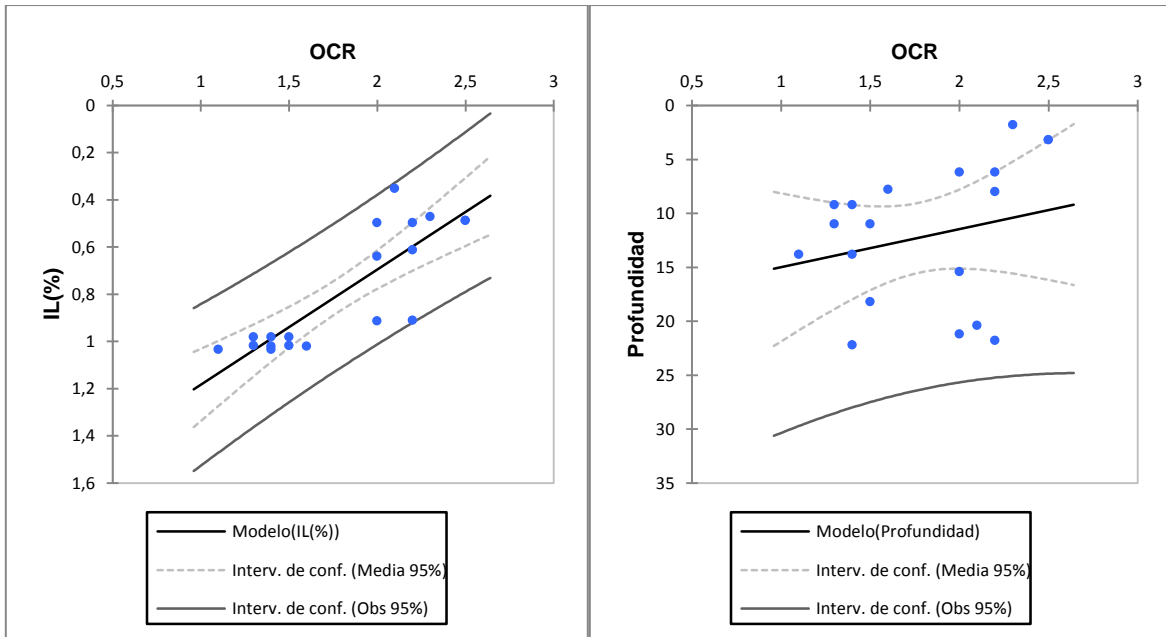
(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 51. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al IP% y la profundidad**

<b>OCR (SC)= 2,62-7,06E-04*P-4,95E-03*IP (%)</b>				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,74
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	16	1,30	2,40	1,87
Profundidad	16	1,80	24,80	13,16
IP (%)	16	61,40	238,97	149,24

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Figura 53. Correlación de para OCR (SC) entre 1-3 para ensayos de SDMT con respecto al IL y la profundidad**



(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

**Tabla 52. Ecuación propia para OCR (SC) entre 1-3 con respecto al IL y la profundidad**

OCR (SC) = 2,89+5,01E-03*P-1,46*IL				
Intervalo de Confianza				95%
R <sup>2</sup> Ajustado				0,69
Variable	Datos	Mínimo	Máximo	Media
OCR (SC)	18	1,10	2,50	1,78
Profundidad	18	1,80	22,20	6,47
IL	18	0,352	1,03	0,25

(Elaboración propia basado en (Wonnacott & Wonnacott, 1972))

### 8.3. Consolidación de Ecuaciones Propias para Resistencia al Corte No Drenado (Su) y para Relación de Sobreconsolidación (OCR)

**Tabla 53. Ecuaciones propias para (Su) en CPT**

Ecuaciones para Su(Kpa) a partir de la humedad y los límites de Atterberg con una confiabilidad del 95%								
Ensayo	Parámetro		Variables				Ecuación	Coefficiente de determinación
CPT	Su (Kpa)		Wn%		Profundidad		Su (Kpa) = 40,65+0,59*P-0,143*Wn (%)	0,79
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	9,7	68,64	64,4	198,5	2,4	59,3		
	Su (Kpa)		LL%		Profundidad		Su (Kpa) = 47,69+0,50*P-0,15*LL (%)	0,74
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	9,7	68,38	66,22	242,39	2,4	59,3		
	Su (Kpa)		LP%		Profundidad		Su (Kpa) = 51,72+0,53*P-0,45*LP (%)	0,78
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	9,81	78,56	16,5	121,97	3,2	54,25		
	Su (Kpa)		IP%		Profundidad		Su (Kpa) = 43,68+0,32*P-0,18*IP (%)	0,7
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	14,18	47,53	12,1	185	1,7	25,2		
Su (Kpa)		IL		Profundidad		Su (Kpa) = 57,92+0,44*P-37,72*IL	0,77	
Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
9,7	78,55	0,3	1,03	3,33	57,3			

(Elaboración propia)

**Tabla 54. Ecuaciones propias para (Su) en SDMT**

Ecuaciones para Su (Kpa) a partir de la humedad y los límites de Atterberg con una confiabilidad del 95%								
Ensayo	Parámetro		Variables				Ecuación	Coefficiente de determinación
SDMT	Su (Kpa)		Wn%		Profundidad		Su (Kpa) = 43,32+0,68*P-6,89E-02*Wn (%)	0,73
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	29	55	103,3	314,46	4,05	23,75		
	Su (Kpa)		LL%		Profundidad		Su (Kpa) = 18,89+0,56*P+5,06E-02*LL (%)	0,63
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		



Ecuaciones para Su (Kpa) a partir de la humedad y los límites de Atterberg con una confiabilidad del 95%								
Ensayo	Parámetro		Variables				Ecuación	Coefficiente de determinación
	25	55	121,74	336,9	2,25	24,75	Su (Kpa) = 14,86+0,20*P+0,28*LP (%)	0,68
	Su (Kpa)		LP%		Profundidad			
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	23	50	33,3	98,61	2,4	24,75	Su (Kpa) = 17,92+0,61*P+7,19E-02*IP (%)	0,63
	Su (Kpa)		IP%		Profundidad			
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	25	55	50,85	238,39	2,5	24,75	Su (Kpa) = 49,41+0,65*P-28,19*IL	0,85
	Su (Kpa)		IL		Profundidad			
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	23	55	0,35	1,03	6,2	24,75		

(Elaboración propia)

**Tabla 55. Ecuaciones propias para OCR (NC) en CPT**

Ecuaciones para OCR (NC) entre 0-1 a partir de la humedad y los límites de Atterberg con una confiabilidad del 95%								
Ensayo	Parámetro		Variables				Ecuación	Coefficiente de determinación
CPT	OCR (NC)		Wn%		Profundidad		OCR (NC) = 0,78+2,17E-06*P+7,12E-04*Wn (%)	0,82
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	0,8	1	71,4	333,46	10,7	59,3		
	OCR (NC)		LL%		Profundidad		OCR (NC) = 0,14+7,25E-03*P+2,22E-03*LL (%)	0,94
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	0,55	1	134,05	336,9	11,3	27,2		
	OCR (NC)		LP%		Profundidad		OCR (NC) = 0,82-1,85E-03*P+9,65E-04*LP (%)	0,9
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	0,73	1	35,18	265,8	13,8	35,35		
	OCR (NC)		IP%		Profundidad		OCR (NC)= 0,58-2,12E-03*P+2,61E-03*IP (%)	0,67
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	0,55	0,98	27,44	198,07	10,7	25,3		
	OCR (NC)		IL		Profundidad		OCR (NC)= 1,01+3,30E-03*P-0,32*IL	0,76
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
0,66	1	0,35	1,03	8,25	55,3			

(Elaboración propia)

**Tabla 56. Ecuaciones propias para OCR (SC) en CPT**

Ecuaciones para OCR (SC) entre 1-3 a partir de la humedad y los límites de Atterberg con una confiabilidad del 95%								
Ensayo	Parámetro		Variables				Ecuación	Coefficiente de determinación
CPT	OCR (SC)		Wn%		Profundidad		OCR (SC)= 4,43-4,74E-02*P-1,66E-02*Wn (%)	0,72
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	1	2,85	92,54	182,64	5,95	18,75		
	OCR (SC)		LL%		Profundidad		OCR (SC) = 4,09-1,70E-02*P-1,31E-02*LL (%)	0,61
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	1,08	2,86	94,6	206,48	4,05	23,3		
	OCR (SC)		LP%		Profundidad		OCR (SC) = 2,16+1,77E-03*P-1,16E-02*LP (%)	0,64
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	1,03	1,74	43,97	101,39	5	25,2		
	OCR (SC)		IP%		Profundidad		OCR (SC)= 3,47-4,12E-02*P-1,27E-02*IP (%)	0,74
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	1	2,86	54,4	184,61	3,2	20,25		
OCR (SC)		IL		Profundidad		OCR (SC) = 0,35-2,62E-02*P+2,49*IL	0,79	
Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
1,01	2,96	0,44	0,97	3,75	25,2			

(Elaboración propia)

**Tabla 57. Ecuaciones propias para OCR (SC) en SDMT**

Ecuaciones para OCR (SC) entre 1-3 a partir de la humedad y los límites de Atterberg con una confiabilidad del 95%								
Ensayo	Parámetro		Variables				Ecuación	Coefficiente de determinación
SDMT	OCR (SC)		Wn%		Profundidad		OCR (SC) = 2,77-8,69E-03*P-4,21E-03*Wn (%)	0,72
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	1,1	2,4	88,1	314,46	6,2	22,8		
	OCR (SC)		LL%		Profundidad		OCR (SC)= 2,55+2,53E-03*P-4,53E-03*LL (%)	0,67
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	1,4	2,3	91,19	309,74	1,8	22,2		
	OCR (SC)		LP%		Profundidad		OCR (SC)= 2,4-5,28E-03*P-6,86E-03*LP (%)	0,69
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	1,1	2,4	35,79	172,95	1,8	24,8		
	OCR (SC)		IP%		Profundidad		OCR (SC)= 2,62-7,06E-04*P-4,95E-03*IP (%)	0,74
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		

Ecuaciones para OCR (SC) entre 1-3 a partir de la humedad y los límites de Atterberg con una confiabilidad del 95%								
Ensayo	Parámetro		Variables				Ecuación	Coeficiente de determinación
	1,3	2,4	61,4	238,97	1,8	24,8		
	OCR (SC)		IL		Profundidad		OCR (SC) = 2,89+5,01E-03*P-1,46*IL	0,69
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
	1,1	2,5	0,35	1,03	1,8	22,2		

(Elaboración propia)

## **Capítulo IX**

### **Conclusiones y recomendaciones**

Se han planteado una serie de ecuaciones basadas en los datos de ensayos de laboratorio y campo con el objetivo de poder caracterizar las arcillas en el sector comprendido entre la calle 127 y La Caro en la ciudad de Bogotá.

Como base del trabajo de otros autores como Skempton, Jamiolkowski, Mesri y Hansbo, para el cálculo de la resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) y autores como Mayne y Kulhawy, Stas y Kulhawy; y Mayne y Mitchell, para el cálculo de la relación de sobreconsolidación (OCR) se encontró que el uso de estas correlaciones presenta una dispersión importante, con las ecuaciones de los ensayos de campo (penetración de cono (CPT) y dilatómetro sísmico (SDMT)) para la resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) como las más satisfactorias y las menos adecuadas para su uso en las arcillas pertenecientes a la zona en estudio.

Entre los datos de la calle 127, calle 165, la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y la Auto Norte se presenta una buena relación entre sus datos de resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) Vs la profundidad y la relación de sobreconsolidación (OCR) Vs la profundidad.

De acuerdo con el análisis estadístico de regresión múltiple realizado para las arcillas en el sector de estudio, las correlaciones planteadas en este trabajo se hizo uso de los ensayos de campo y ensayos sencillos de laboratorio para obtener correlaciones para  $S_u$ , OCR para arcillas normalmente consolidadas y OCR para arcillas sobreconsolidadas. De las ecuaciones planteadas para el área de estudio se puede concluir que:

- En el área de estudio se encontró que para el cálculo de la resistencia al corte no drenado ( $S_u$ ) a partir de los datos de los ensayos de campo de penetración de cono (CPT) y dilatómetro sísmico (SDMT), se puede tener en cuenta la humedad natural y los límites de Atterberg en relación con la profundidad para ecuaciones con una confiabilidad del 95%.
  
- En el área de estudio se encontró que para el cálculo de la relación de sobreconsolidación (OCR) en arcillas normalmente consolidadas (NC) entre 0-1 y arcillas sobreconsolidadas (SC) entre 1-3 a partir de los datos de los ensayos de campo de penetración de cono (CPT), se puede tener en cuenta la humedad natural y los límites de Atterberg en relación con la profundidad para ecuaciones con una confiabilidad del 95%.

- En el área de estudio se encontró que para el cálculo de la relación de sobreconsolidación (OCR) en arcillas sobreconsolidadas (SC) entre 1-3 a partir de los datos de los ensayos de campo de dilatómetro sísmico (SDMT), se puede tener en cuenta la humedad natural y los límites de Atterberg en relación con la profundidad para ecuaciones con una confiabilidad del 95%.

Se recomienda investigación más profunda en este tema para plantear correlaciones no únicamente entre los resultados del CPT y el SDMT, sino entre los valores crudos de los datos de cada ensayo con  $S_u$  y OCR. Estas no fueron posibles ya que no existía un número significativo de ensayos de compresión inconfiada y consolidación unidimensional que permitieran esta actividad. Por ejemplo, un cálculo detallado de ciertas constantes dentro de cada ensayo para sus ecuaciones básicas puede ser un tema a investigar durante futuras revisiones de este tema.

## Referencias Bibliografía

- Keyhole Inc. (22 de 05 de 2015). Google Earth. Holanda.
- Bañon Blázquez, L., & Bevia García, J. (2000). *Manual de carreteras Vol. 2*. Enrique Ortiz e Hijos.
- Das, B. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones Septima Edición*. México: Cengage Learning.
- Devincenzi, M., & Frank, N. (2004). *Ensayos Geotecnicos in-situ*. ingeotest.
- F. H., K., & P.W., M. (1990). *Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Desing*. Ithaca, New York: Cornell University.
- Fondo de Prevención y Atención de Emergencias. (2010). *Zonificación de la Respuesta Sísmica de Bogotá para el Diseño Sismo Resistente de Edificaciones*. Bogotá: FOPAE.
- Gordon A., F. (1997). *Probabilistic Methods in Geotechnical Engineering*. ASCE Geotechnical Safety and Reliability Committee.
- H., H., M.E., V., & P., C. (2007). Estimación de Intervalos de Confianza. pp. 3-30.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2013). NTC 1495. En *Normas Técnicas Colombianas*. Bogotá: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2013). NTC 1522. Bogotá: ICONTEC.
- INVAS. (2013). I.N.V.E- 126. Bogotá: INVIAS.
- INVIAS. (2013). I.N.V.E- 125. Bogotá: INVIAS.
- INVIAS. (2013). I.N.V.E- 127. Bogotá: INVIAS.
- INVIAS. (2013). I.N.V.E- 151. Bogotá: INVIAS.
- INVIAS. (2013). I.N.V.E-152. Bogotá: INVIAS.
- Lambe, W. (2004). *Mécanica de suelos*. México: Limusa.
- Marchetti, D., Marchetti, S., & Villalobos, F. (2013). El Dilatómetro Sísmico SDMT para Ensayos de Suelos in-situ. *Obras y Proyectos 13*, 20-29.
- P.K. Robertson. (2009). Interpretation of cone penetration tests - a unified approach. *Can. Geotech. J. Vol. 46*, pp. 1337-1355.
- Palomo, J. (2011). *Regresión lineal múltiple*. España: UPM.

Villalobos, F., Marchetti, S., & Marchetti, D. (2013). El Dilatometro Sismico SDMT para ensayos en suelos in situ. *Obras y Proyectos 13*, pp. 20-29.

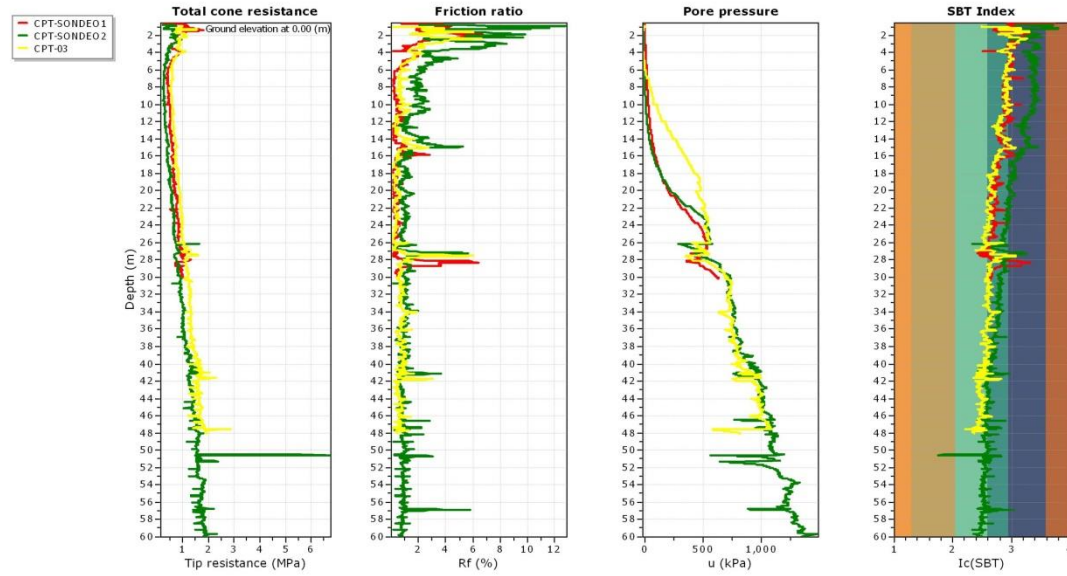
W. Mayne, P. (2007). *NCHRP Synthesis 368 Cone Penetration Testing*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.

Wonnacott, T., & Wonnacott, R. (1972). *Introductory statistics for business and economies*. New York: New York John.

## **Anexo 1. Ensayos de Campo de la Calle 127**



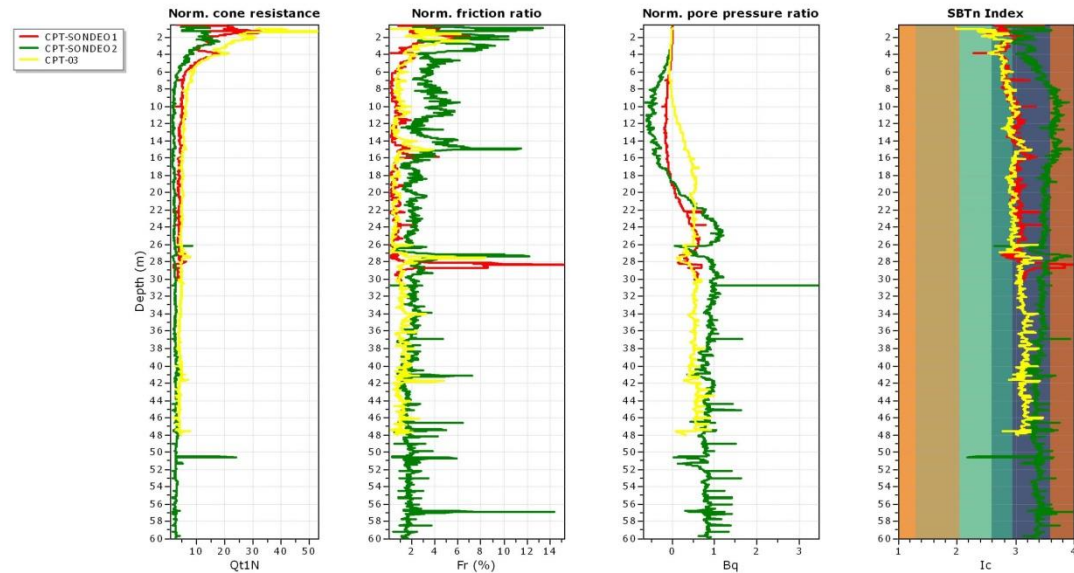
**Overlay basic interpretation plots**



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 18/02/2015, 05:54:21 p.m.  
Project file: I:\Asesorias Edgar Rodriguez\ASESORIAS EDGAR AÑO 2012\ASESORIAS IGR SAS\_2012\AS-IGRS-04-12\_COLPATRIA\01\_Tecnico\sondeo 1\51 COLPATRIA.cpt

1

**Normalized basic plots**



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 18/02/2015, 05:54:21 p.m.  
Project file: I:\Asesorias Edgar Rodriguez\ASESORIAS EDGAR AÑO 2012\ASESORIAS IGR SAS\_2012\AS-IGRS-04-12\_COLPATRIA\01\_Tecnico\sondeo 1\51 COLPATRIA.cpt

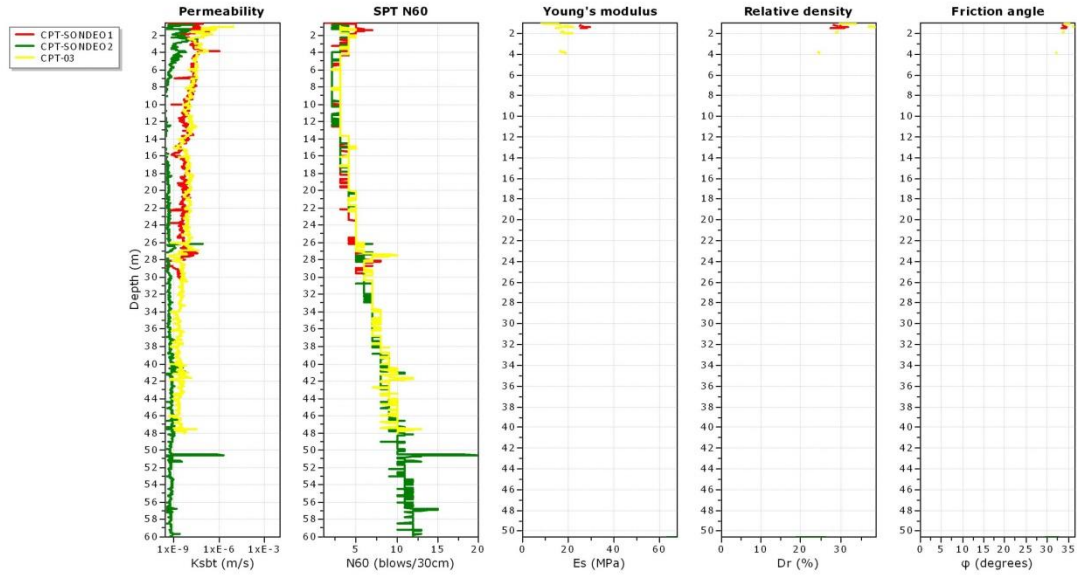
2



ROGAL INGENIERÍA DE COLOMBIA SAS  
INGENIERÍA GEOTECNICA Y SISMICA  
CRA 19A#84-14 OF 204  
TEL. 571-6916043-6916054-6916274

Project: CENTRO EMPRESARIAL COLPATRIA C.E.C TORRE II  
Location: CALLE 127a #53A-45 BOGOTÁ

### Overlay estimation plots (1)



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 18/02/2015, 05:54:21 p.m.  
Project file: 1:\Asesorias Edgar Rodriguez\ASESORIAS EDGAR AÑO 2012\ASESORIAS IGR SAS\_2012\AS-IGRS-04-12\_COLPATRIA\01\_Tecnico\sondeo 1\51 COLPATRIA.cpt

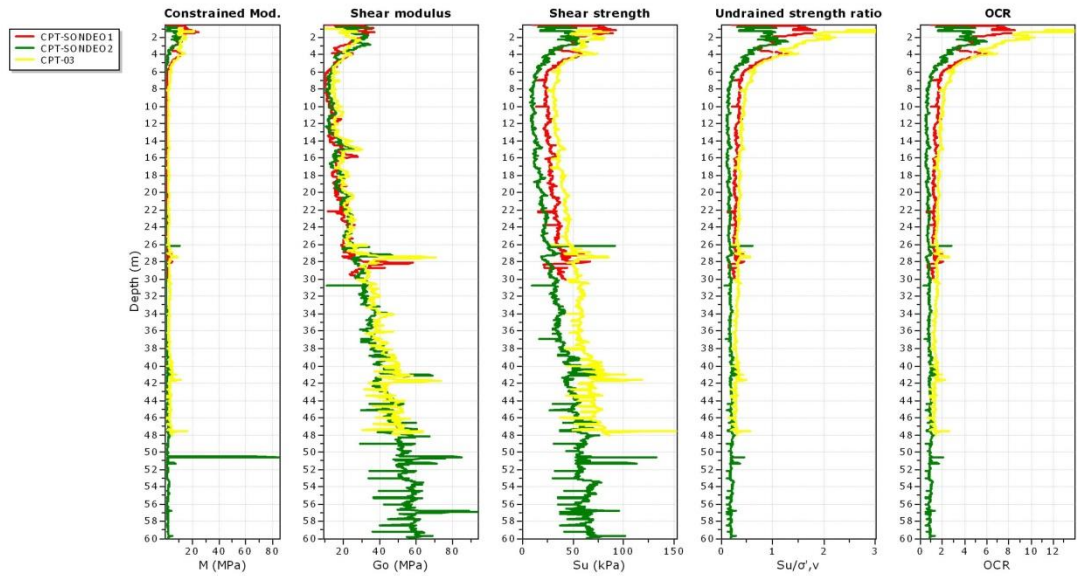
3



ROGAL INGENIERÍA DE COLOMBIA SAS  
INGENIERÍA GEOTECNICA Y SISMICA  
CRA 19A#84-14 OF 204  
TEL. 571-6916043-6916054-6916274

Project: CENTRO EMPRESARIAL COLPATRIA C.E.C TORRE II  
Location: CALLE 127a #53A-45 BOGOTÁ

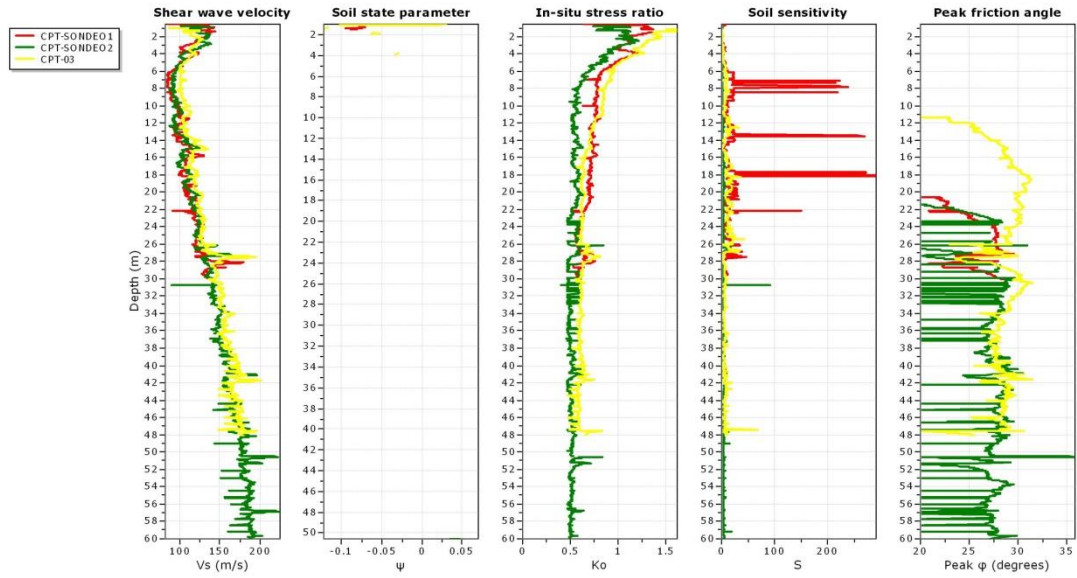
### Overlay estimation plots (2)



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 18/02/2015, 05:54:21 p.m.  
Project file: 1:\Asesorias Edgar Rodriguez\ASESORIAS EDGAR AÑO 2012\ASESORIAS IGR SAS\_2012\AS-IGRS-04-12\_COLPATRIA\01\_Tecnico\sondeo 1\51 COLPATRIA.cpt

4

**Overlay estimation plots (3)**



## **Anexo 2. Ensayos de Laboratorio de la Calle 127**





INGENIERIA Y GEORISGOS IGR LTDA

PROYECTO: EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA CON ENSAYO DE PENETRACIÓN CON CONO CPT PARA EL CENTRO EMPRESARIAL COLPATRIA C.E.C TORRE II.

TABLA RESUMEN DE ENSAYOS

Nomenclatura	Muestra				USCS	w <sub>n</sub> (%)	G (%)	A (%)	F (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	G <sub>s</sub>	γ <sub>t</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (T/m <sup>3</sup> )	Consolidación Unidimensional				Compresión Inconfínada				Corte Directo en Suelo		N Campo	C <sub>w</sub>	N Normaliz golpes/ pie			
	No.	de	a	Prof. Media (m)												Cc	Cr	eo	σ <sub>p</sub> (T/m <sup>2</sup> )	q <sub>u</sub> (T/m <sup>2</sup> )	E <sub>s</sub> (T/m <sup>2</sup> )	S <sub>v</sub> (T/m <sup>2</sup> )	R <sub>pr</sub> (T/m <sup>2</sup> )	φ (°)	C' (T/m <sup>2</sup> )				golpes/ pie		
S-3				57.300	MH					132.17	56.75	75.42																			
S-3	29b			57.800		85.10																									
S-3	29	58.00	58.50	58.250																											
S-3	30a			58.800		93.50																									
S-3				59.300	MH					113.21	50.62	62.59																			
S-3	30b			59.800		77.50																									

F (%) Porcentaje de finos  
 A (%) Porcentaje de Arena  
 G (%) Porcentaje de Grava  
 γ<sub>t</sub>-Cor (T/m<sup>3</sup>) Peso unitario corregido para muestras de SPT

(°) Angulo de fricción con humedad natural  
 C (Ton/m<sup>2</sup>) W<sub>n</sub> Cohesión con humedad natural  
 φ Sat. Angulo de fricción saturado.  
 C (Ton/m<sup>2</sup>) Sat. Cohesión saturado

C<sub>d</sub> Corrección por profundidad para Ensayo de SPT  
 N<sub>campo</sub> Numero de golpes ensayo de SPT  
 N<sub>corregido</sub> Numero de golpes corregidos del ensayo de SPT

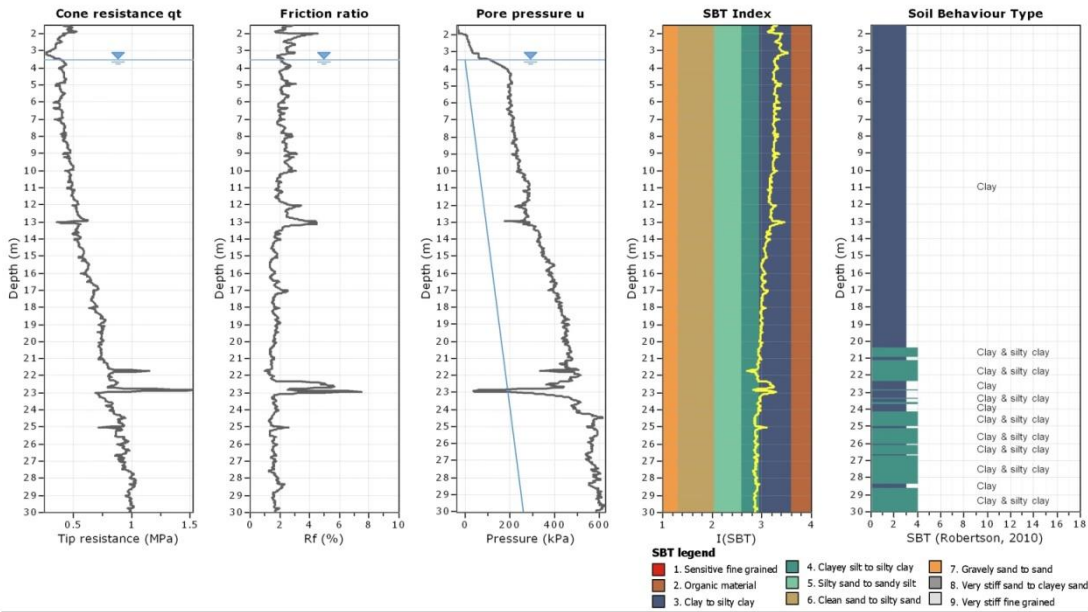
### **Anexo 3. Ensayos de Campo de la Calle 165**



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 C/ 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingetecnia.com

Project: Calle 165 Cr 56  
 Location:

**CPT: CPT-01**  
 Total depth: 30.00 m, Date: 29/07/2014  
 Cone Type: Geotech Nova 4518  
 Cone Operator: Johan Garzon



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 13/06/2016, 02:55:43 p.m.  
 Project file:

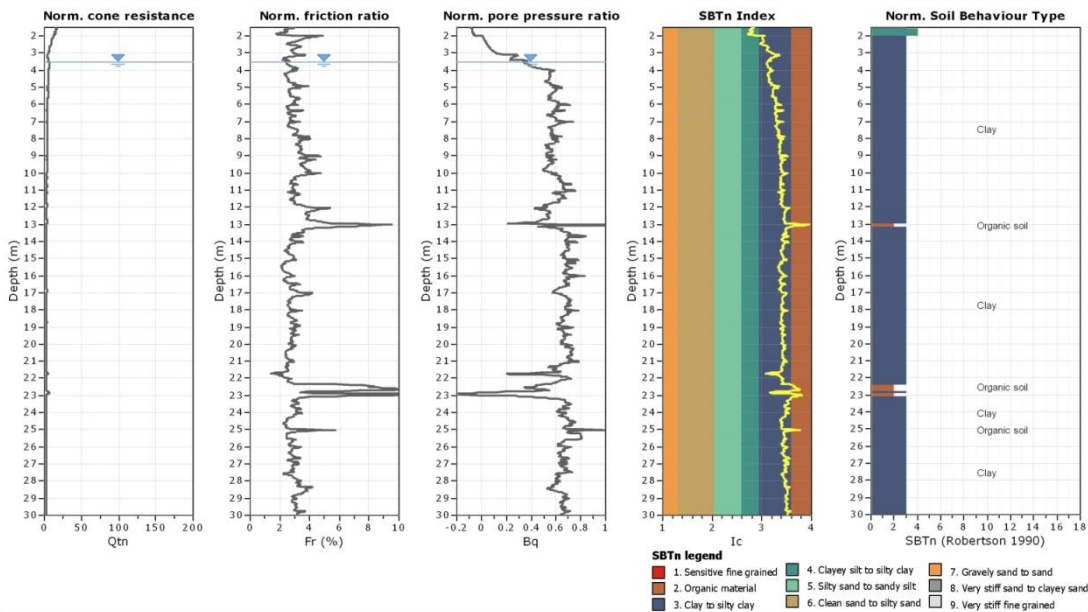
6



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 C/ 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingetecnia.com

Project: Calle 165 Cr 56  
 Location:

**CPT: CPT-01**  
 Total depth: 30.00 m, Date: 29/07/2014  
 Cone Type: Geotech Nova 4518  
 Cone Operator: Johan Garzon



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 13/06/2016, 02:55:43 p.m.  
 Project file:

7

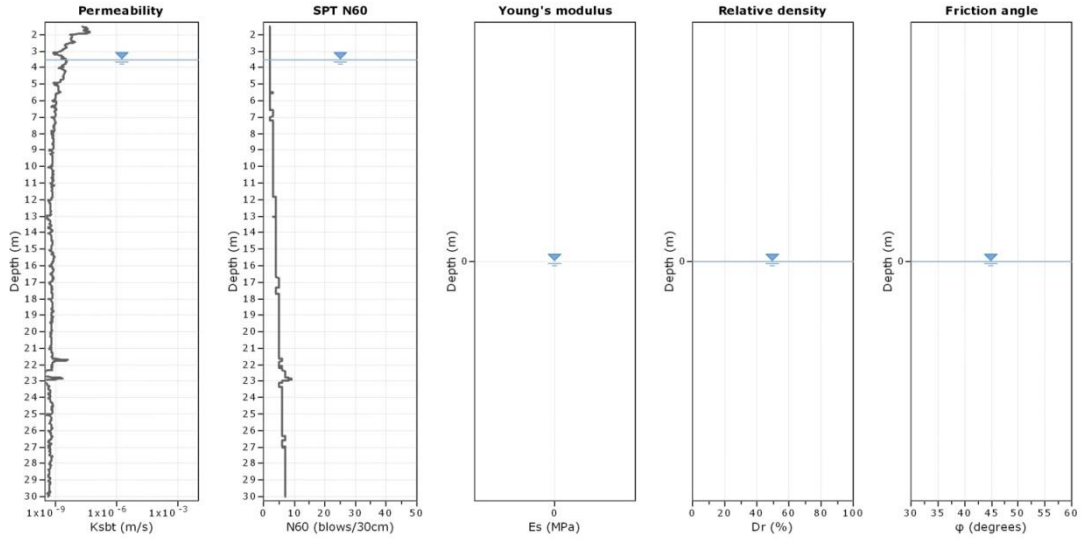




**INGENIERÍA Y GEOTECNICA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingeoiesgos.com

**Project:** Calle 165 Cr 56  
**Location:**

**CPT: CPT-01**  
 Total depth: 30.00 m, Date: 29/07/2014  
 Cone Type: Geotech Nova 4518  
 Cone Operator: Johan Garzon



**Calculation parameters**  
 Permeability: Based on SBT<sub>n</sub>  
 SPT N<sub>60</sub>: Based on I<sub>c</sub> and q<sub>c</sub>  
 Young's modulus: Based on variable alpha using I<sub>c</sub> (Robertson, 2009)  
 Relative density constant, C<sub>r</sub>: 350.0  
 Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 13/06/2016, 02:55:44 p.m.  
 Project file:

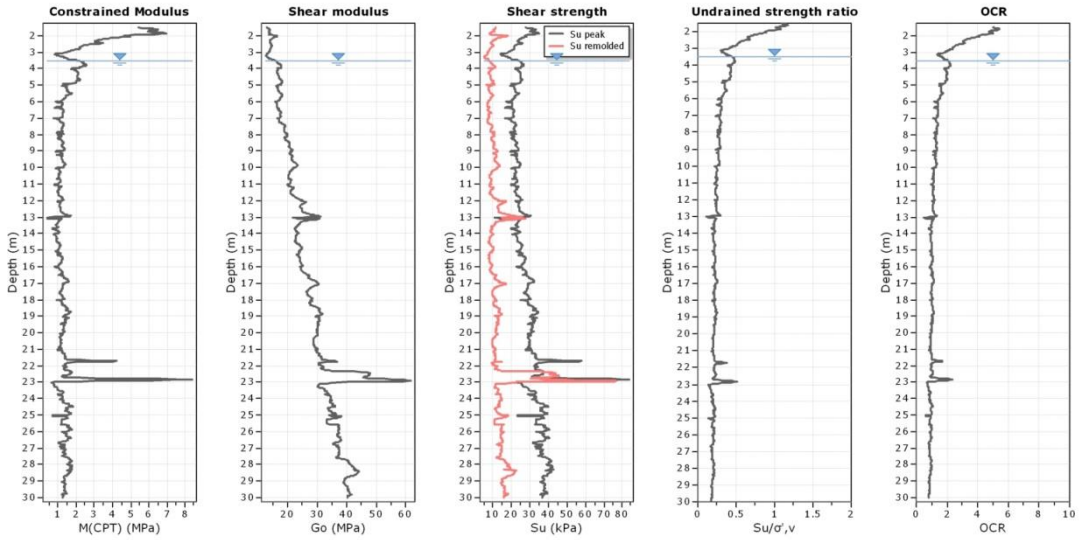
8



**INGENIERÍA Y GEOTECNICA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingeoiesgos.com

**Project:** Calle 165 Cr 56  
**Location:**

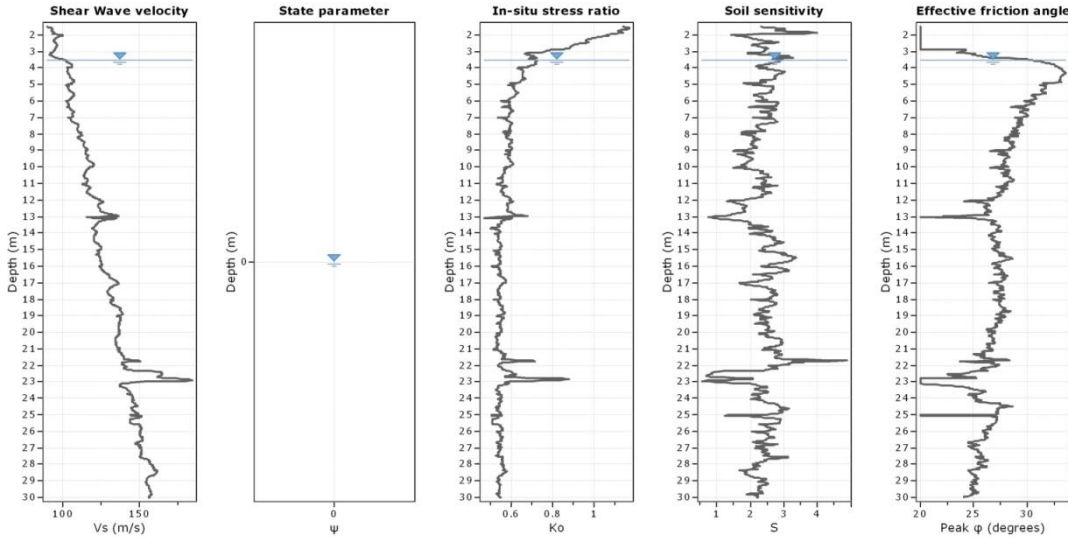
**CPT: CPT-01**  
 Total depth: 30.00 m, Date: 29/07/2014  
 Cone Type: Geotech Nova 4518  
 Cone Operator: Johan Garzon



**Calculation parameters**  
 Constrained modulus: Based on variable alpha using I<sub>c</sub> and Q<sub>c</sub> (Robertson, 2009)  
 Go: Based on variable alpha using I<sub>c</sub> (Robertson, 2009)  
 Undrained shear strength cone factor for clays, N<sub>u</sub>: 14  
 OCR factor for clays, N<sub>u</sub>: 0.33  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 13/06/2016, 02:55:44 p.m.  
 Project file:

9



**Calculation parameters**  
 Soil Sensitivity factor, Ns: 7.00  
 ● User defined estimation data

<b>sdmt2</b> 2 SEP 2014 igr mass ing calle 165 con cra 56A	<b>LEGEND</b> Z = Depth Below Ground Level Po,P1,P2 = Corrected A,B,C readings Id = Material Index Ed = Dilatometer Modulus Ud = Pore Press. Index = (P2-Uo)/(Po-Uo) Gamma = Bulk unit weight Sigma' = Effective overb. stress Uo = Pore pressure	<b>INTERPRETED PARAMETERS</b> Phi = Safe floor value of Friction Angle Ko = In situ earth press. coeff. M = Constrained modulus (at Sigma') Cu = Undrained shear strength Ocr = Overconsolidation ratio (OCR = 'relative OCR'- generally realistic. If accurate independent OCR available, apply suitable factor)	<b>GENERAL PARAMETERS</b> DeltaA = 11 kPa DeltaB = 61 kPa GammaTop = 17.0 kN/m <sup>3</sup> FactorEd = 34.7 ZMcAl = 0.0 kPa ZMc = 0.0 kPa Zabs = 1.0 m Zw = 2.0 m
---	---	---	---

WaterTable at 2.00 m  
 Reduction formulas according to Marchetti, ASCE Geot.Jnl.Mar. 1980, Vol.109, 299-321; Phi according to TC16 ISSMGE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	sdmt2 DESCRIPTION	
1.2	154	438		154	377		16.7	20	0	1.44	7.6	7.7				39	17.2		SANDY SILT	
1.4	170	429		172	368		16.7	24	0	1.14	7.2	6.8					14.8	26	SILT	
1.6	101	293		106	232		15.7	27	0	1.19	3.9	4.4		1.5	7.4		6.9	14	SILT	
1.8	94	218		102	157		15.7	30	0	0.53	3.4	1.9		0.97	2.9		2.6	13	SILTY CLAY	
2.0	150	298		157	237	42	15.7	33	0	0.51	4.7	2.8		0.87	2.3		4.8	21	SILTY CLAY	
2.2	204	340	31	212	279		15.7	35	2	0.32	6.1	2.3		1.1	3.8		4.6	30	CLAY	
2.4	201	322		210	261		15.7	36	4	0.25	5.8	1.8		1.3	5.7		3.5	29	CLAY	
2.6	165	271		174	210		15.7	37	6	0.21	4.6	1.2		1.1	3.6		2.1	23	CLAY	
2.8	156	251		166	190		14.7	38	8	0.15	4.2	0.8		1.0	3.1		1.3	21	MUD	
3.0	139	239	6	149	178	17	14.7	39	10	0.21	3.6	1.0		0.90	2.5		1.5	18	MUD	
3.2	147	265		156	204		15.7	40	12	0.34	3.6	1.7		0.91	2.5		2.4	18	SILTY CLAY	
3.4	166	290		174	229		15.7	41	14	0.34	3.9	1.9		0.97	2.8		2.9	21	SILTY CLAY	
3.6	166	296		174	235		15.7	42	16	0.38	3.7	2.1		0.94	2.7		3.2	20	SILTY CLAY	
3.8	225	339		234	278		15.7	44	18	0.20	5.0	1.5		1.2	4.1		2.7	30	CLAY	
4.0	252	366	128	261	305	139	15.7	45	20	0.18	5.4	1.5		0.49	1.2	4.7		2.9	34	CLAY
4.2	244	357		253	296		15.7	46	22	0.19	5.0	1.5		1.2	4.2		2.7	32	CLAY	
4.4	268	375		277	314		15.7	47	24	0.14	5.4	1.3		1.2	4.7		2.4	36	CLAY	
4.6	261	365		270	304		14.7	48	26	0.14	5.1	1.2		1.2	4.3		2.1	34	MUD	
4.8	264	368		273	307		14.7	49	27	0.14	5.0	1.2		1.2	4.2		2.1	34	MUD	
5.0	263	364	138	273	303	149	14.7	50	29	0.13	4.8	1.1		0.49	1.1	4.0		1.9	33	MUD
5.2	264	369		273	308		15.7	51	31	0.14	4.7	1.2		1.1	3.8		2.1	33	CLAY	
5.4	278	373		288	312		13.7	52	33	0.09	4.9	0.8		1.1	4.0		1.5	35	MUD AND/OR PEAT	
5.6	280	372		290	311		13.7	53	35	0.08	4.8	0.7		1.1	3.9		1.3	35	MUD AND/OR PEAT	
5.8	291	384		301	323		13.7	54	37	0.08	4.9	0.8		1.1	4.0		1.4	36	MUD AND/OR PEAT	
6.0	272	373	135	282	312	146	14.7	55	39	0.13	4.4	1.1		0.44	1.1	3.5		1.8	33	CLAY
6.2	262	370		271	309		15.7	56	41	0.16	4.1	1.3		1.0	3.1		2.1	30	CLAY	
6.4	242	356		251	295		15.7	57	43	0.21	3.7	1.5		0.92	2.6		2.2	27	CLAY	
6.6	299	399		309	338		14.7	58	45	0.11	4.5	1.0		1.1	3.6		1.7	36	MUD	
6.8	286	383		296	322		14.7	59	47	0.11	4.2	0.9		1.0	3.2		1.5	33	MUD	
7.0	236	347	152	245	286	163	15.7	60	49	0.21	3.3	1.4		0.58	0.84	2.2		1.9	24	CLAY
7.2	274	374		284	313		14.7	61	51	0.13	3.8	1.0		0.95	2.7		1.5	30	MUD	
7.4	281	380		291	319		14.7	62	53	0.12	3.8	1.0		0.95	2.8		1.5	31	MUD	
7.6	274	370		284	309		14.7	63	55	0.11	3.6	0.9		0.91	2.5		1.3	29	MUD	
7.8	277	368		287	307		13.7	64	57	0.09	3.6	0.7		0.91	2.5		1.0	29	MUD AND/OR PEAT	
8.0	264	366	163	274	305	174	14.7	65	59	0.15	3.3	1.1		0.54	0.85	2.2		1.5	27	MUD
8.2	283	382		293	321		14.7	66	61	0.12	3.5	1.0		0.89	2.4		1.4	29	MUD	
8.4	299	395		309	334		14.7	67	63	0.10	3.7	0.9		0.92	2.6		1.3	32	MUD	
8.6	307	402		317	341		13.7	68	65	0.10	3.7	0.8		0.93	2.6		1.2	32	MUD AND/OR PEAT	
8.8	294	390		304	329		14.7	69	67	0.11	3.5	0.9		0.88	2.3		1.2	30	MUD	
9.0	298	397	165	308	336	176	14.7	70	69	0.12	3.4	1.0		0.45	0.87	2.3		1.4	30	MUD
9.2	301	398		311	337		14.7	71	71	0.11	3.4	0.9		0.87	2.3		1.3	30	MUD	
9.4	269	385		278	324		15.7	72	73	0.23	2.9	1.6		0.75	1.8		2.0	25	CLAY	

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	samt2 DESCRIPTION	
9.6	326	422		336	361		13.7	73	75	0.10	3.6	0.9		0.91	2.5			1.3	33	MUD AND/OR PEAT
9.8	287	404		296	343		15.7	74	77	0.22	3.0	1.6		0.78	1.9			2.1	27	CLAY
10.0	299	403	180	308	342	191	14.7	75	78	0.15	3.1	1.2	0.49	0.80	2.0			1.5	28	MUD
10.2	308	408		318	347		14.7	76	80	0.12	3.1	1.0		0.81	2.0			1.3	29	MUD
10.4	336	433		346	372		13.7	77	82	0.10	3.4	0.9		0.87	2.3			1.3	33	MUD AND/OR PEAT
10.6	335	435		345	374		14.7	77	84	0.11	3.4	1.0		0.86	2.3			1.4	33	MUD
10.8	380	476		390	415		13.7	78	86	0.08	3.9	0.9		0.96	2.8			1.3	39	MUD AND/OR PEAT
11.0	310	410	202	320	349	213	14.7	79	88	0.13	2.9	1.0	0.54	0.77	1.8			1.3	28	MUD
11.2	340	440		350	379		14.7	80	90	0.11	3.2	1.0		0.83	2.1			1.4	32	MUD
11.4	315	423		324	362		15.7	81	92	0.16	2.9	1.3		0.75	1.7			1.6	28	CLAY
11.6	413	503		423	442		13.7	82	94	0.06	4.0	0.7		0.98	2.9			1.0	43	MUD AND/OR PEAT
11.8	396	489		406	428		13.7	83	96	0.07	3.7	0.8		0.93	2.6			1.1	40	MUD AND/OR PEAT
12.0	344	451	227	353	390	238	15.7	84	98	0.14	3.0	1.3	0.55	0.79	1.9			1.6	31	CLAY
12.2	373	469		383	408		13.7	85	100	0.09	3.3	0.9		0.85	2.2			1.2	35	MUD AND/OR PEAT
12.4	346	435		356	374		13.7	86	102	0.07	3.0	0.6		0.78	1.8			0.8	31	MUD AND/OR PEAT
12.6	370	469		380	408		14.7	87	104	0.10	3.2	1.0		0.82	2.1			1.3	34	MUD
12.8	388	493		397	432		15.7	88	106	0.12	3.3	1.2		0.85	2.2			1.6	36	CLAY
13.0	344	455	218	353	394	229	15.7	89	108	0.17	2.8	1.4	0.49	0.73	1.7			1.7	29	CLAY
13.2	340	447		349	386		15.7	90	110	0.15	2.7	1.3		0.71	1.6			1.5	28	CLAY
13.4	383	482		393	421		14.7	91	112	0.10	3.1	1.0		0.80	2.0			1.3	34	MUD
13.6	429	538		439	467		13.7	92	114	0.09	3.5	1.0		0.89	2.4			1.4	41	MUD AND/OR PEAT
13.8	384	495		393	434		15.7	93	116	0.15	3.0	1.4		0.78	1.9			1.8	34	CLAY
14.0	394	500	217	403	439	228	15.7	94	118	0.13	3.0	1.2	0.39	0.79	1.9			1.6	35	CLAY
14.2	386	492	72	395	431	83	15.7	95	120	0.13	2.9	1.2	-0.13	0.76	1.8			1.5	33	CLAY
14.4	431	528		441	467		13.7	97	122	0.08	3.3	0.9		0.85	2.2			1.2	40	MUD AND/OR PEAT
14.6	437	538		447	477		13.7	97	124	0.09	3.3	1.1		0.85	2.2			1.4	40	MUD AND/OR PEAT
14.8	392	500		401	439		15.7	98	126	0.14	2.8	1.3		0.74	1.7			1.6	33	CLAY
15.0	363	471	265	372	410	276	15.7	99	128	0.15	2.5	1.3	0.61	0.66	1.4			1.4	28	CLAY
15.2	409	514		418	453		15.7	100	129	0.12	2.9	1.2		0.76	1.8			1.5	35	CLAY
15.4	443	543		453	482		13.7	102	131	0.09	3.2	1.0		0.82	2.0			1.3	40	MUD AND/OR PEAT
15.6	444	547		453	486		14.7	102	133	0.10	3.1	1.1		0.81	2.0			1.5	39	MUD
15.8	444	558		453	497		15.7	103	135	0.14	3.1	1.5		0.80	2.0			2.0	39	CLAY
16.0	385	512	274	393	451	285	15.7	105	137	0.23	2.4	2.0	0.58	0.66	1.4			2.1	30	CLAY
16.2	431	546		440	485		15.7	106	139	0.15	2.8	1.6		0.75	1.7			1.9	36	CLAY
16.4	463	577		472	516		15.7	107	141	0.13	3.1	1.5		0.80	2.0			2.0	41	CLAY
16.6	485	606		494	545		16.7	108	143	0.15	3.2	1.8		0.84	2.1			2.4	43	CLAY
16.8	517	636		526	575		16.7	109	145	0.13	3.5	1.7		0.88	2.4			2.4	48	CLAY
17.0	415	538	312	423	477	323	15.7	111	147	0.19	2.5	1.9	0.64	0.67	1.4			2.0	32	CLAY
17.2	456	572		465	511		15.7	112	149	0.15	2.8	1.6		0.74	1.7			1.9	38	CLAY
17.4	468	582		477	521		15.7	113	151	0.14	2.9	1.5		0.76	1.8			1.9	39	CLAY
17.6	452	513		501	552		16.7	114	153	0.15	3.0	1.8		0.79	1.9			2.3	42	CLAY
17.8	517	643		525	582		16.7	116	155	0.15	3.2	2.0		0.83	2.1			2.6	46	CLAY
18.0	487	611	336	495	550	347	16.7	117	157	0.16	2.9	1.9	0.56	0.76	1.8			2.3	41	CLAY
18.2	463	590		471	529		15.7	118	159	0.18	2.6	2.0		0.70	1.5			2.3	37	CLAY
18.4	508	636		516	575		16.7	120	161	0.17	3.0	2.0		0.78	1.9			2.6	43	CLAY
18.6	547	674		555	613		16.7	121	163	0.15	3.2	2.0		0.84	2.1			2.7	49	CLAY
18.8	542	668		550	607		16.7	122	165	0.15	3.1	2.0		0.82	2.0			2.6	48	CLAY
19.0	505	640	351	513	579	362	16.7	124	167	0.19	2.8	2.3	0.56	0.74	1.7			2.7	41	CLAY
19.2	537	670		545	609		16.7	125	169	0.17	3.0	2.2		0.79	1.9			2.8	46	CLAY
19.4	525	655		533	594		16.7	127	171	0.17	2.9	2.1		0.75	1.8			2.6	44	CLAY
19.6	569	697		577	636		16.7	128	173	0.15	3.2	2.0		0.82	2.0			2.7	50	CLAY
19.8	604	730		612	669		16.7	129	175	0.13	3.4	2.0		0.87	2.3			2.7	55	CLAY
20.0	526	654	393	534	593	404	16.7	131	177	0.16	2.7	2.0	0.64	0.73	1.6			2.4	43	CLAY
20.2	562	702		570	641		16.7	132	179	0.18	3.0	2.5		0.78	1.8			3.1	47	CLAY
20.4	595	725		603	664		16.7	133	181	0.14	3.2	2.1		0.82	2.1			2.8	52	CLAY
20.6	561	696		569	635		16.7	135	182	0.17	2.9	2.3		0.76	1.8			2.8	47	CLAY
20.8	652	747		662	686		13.7	136	184	0.05	3.5	0.8		0.89	2.4			1.2	60	MUD AND/OR PEAT
21.0	607	733	138	615	672	149	16.7	137	186	0.13	3.1	2.0	-0.09	0.81	2.0			2.6	53	CLAY

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	samt2 DESCRIPTION	
21.2	615	741		623	680		16.7	138	188	0.13	3.1	2.0		0.82	2.0			2.6	54	CLAY
21.4	610	734		618	673		16.7	140	190	0.13	3.1	1.9		0.80	2.0			2.4	52	CLAY
21.6	639	760		648	699		16.7	141	192	0.11	3.2	1.8		0.83	2.1			2.4	56	CLAY
21.8	663	782		672	721		16.7	142	194	0.10	3.4	1.7		0.86	2.2			2.4	60	CLAY
22.0	497	626	406	505	565	417	15.7	144	196	0.19	2.1	2.1	0.71	0.58	1.1			1.9	35	CLAY
22.2	550	684		558	623		16.7	145	198	0.18	2.5	2.3		0.67	1.4			2.4	42	CLAY
22.4	648	769		657	708		16.7	146	200	0.11	3.1	1.8		0.81	2.0			2.3	56	CLAY
22.6	563	697		571	636		16.7	148	202	0.18	2.5	2.3		0.67	1.4			2.4	43	CLAY
22.8	646	771		654	710		16.7	149	204	0.12	3.0	1.9		0.79	1.9			2.5	55	CLAY
23.0	538	675	419	546	614	430	16.7	150	206	0.20	2.3	2.4	0.66	0.61	1.2			2.3	39	CLAY
23.2	590	729		598	668		16.7	152	208	0.18	2.6	2.4		0.69	1.5			2.7	46	CLAY
23.4	693	823		701	762		16.7	153	210	0.12	3.2	2.1		0.83	2.1			2.8	61	CLAY
23.6	618	754		626	693		16.7	155	212	0.16	2.7	2.3		0.71	1.6			2.7	49	CLAY
23.8	638	774		646	713		16.7	156	214	0.16	2.8	2.3		0.73	1.7			2.8	52	CLAY
24.0	572	740	429	578	679	440	16.7	157	216	0.28	2.3	3.5	0.62	0.62	1.2			3.5	41	CLAY
24.2	623	763		631	702		16.7	159	218	0.17	2.6	2.5		0.69	1.5			2.8	48	CLAY
24.4	645	833		650	772		16.7	160	220	0.28	2.7	4.2		0.71	1.6			4.9	51	CLAY
24.6	646</																			

## **Anexo 4. Ensayos de Laboratorio de la Calle 165**

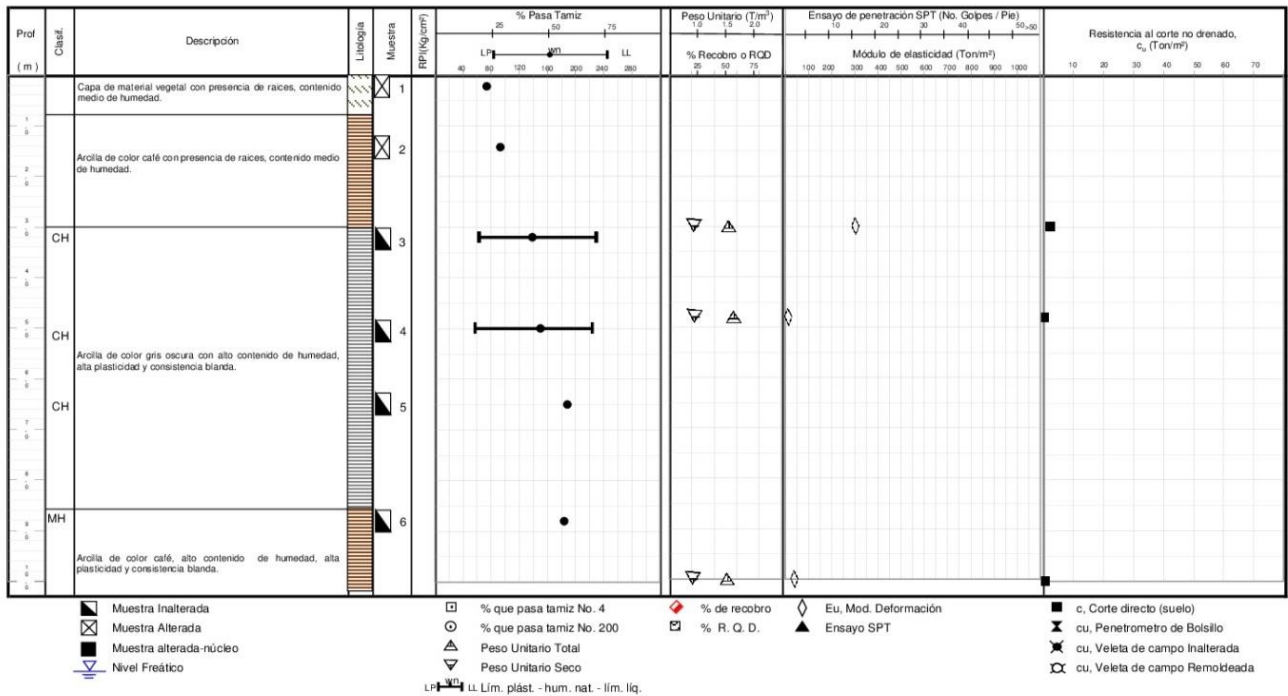
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-1

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No: S-1

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56 A

FECHA: Diciembre de 2007



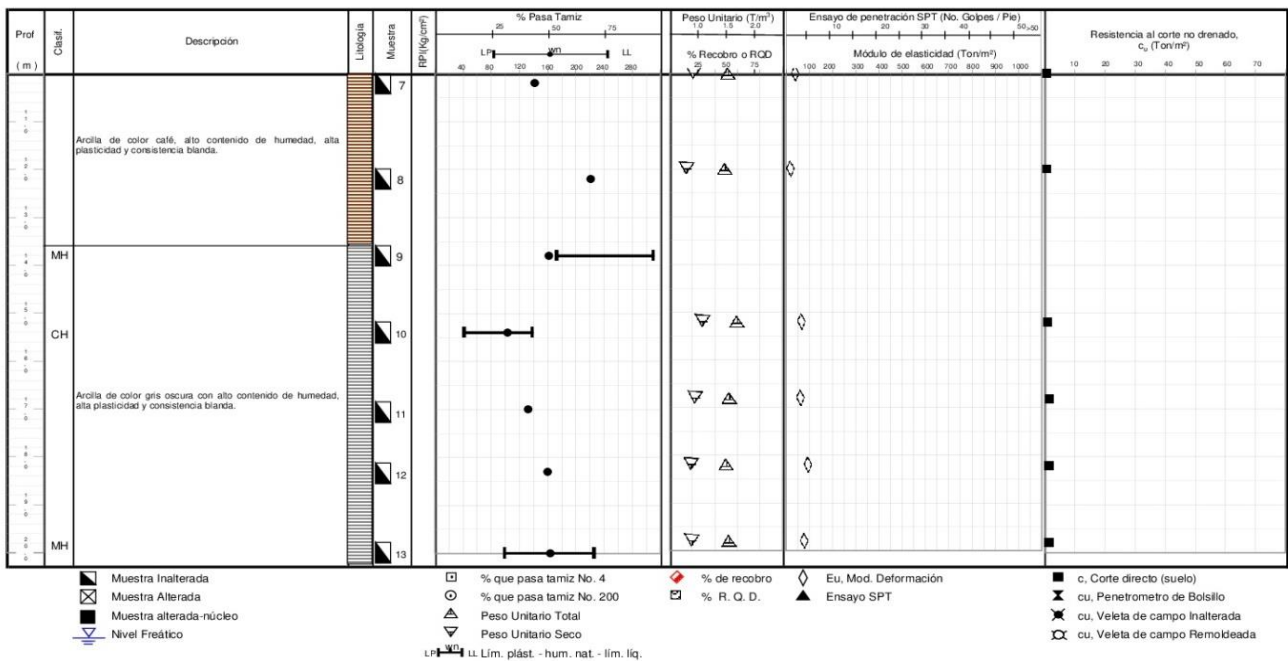
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-1

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No: S-1

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56 A

FECHA: Diciembre de 2007



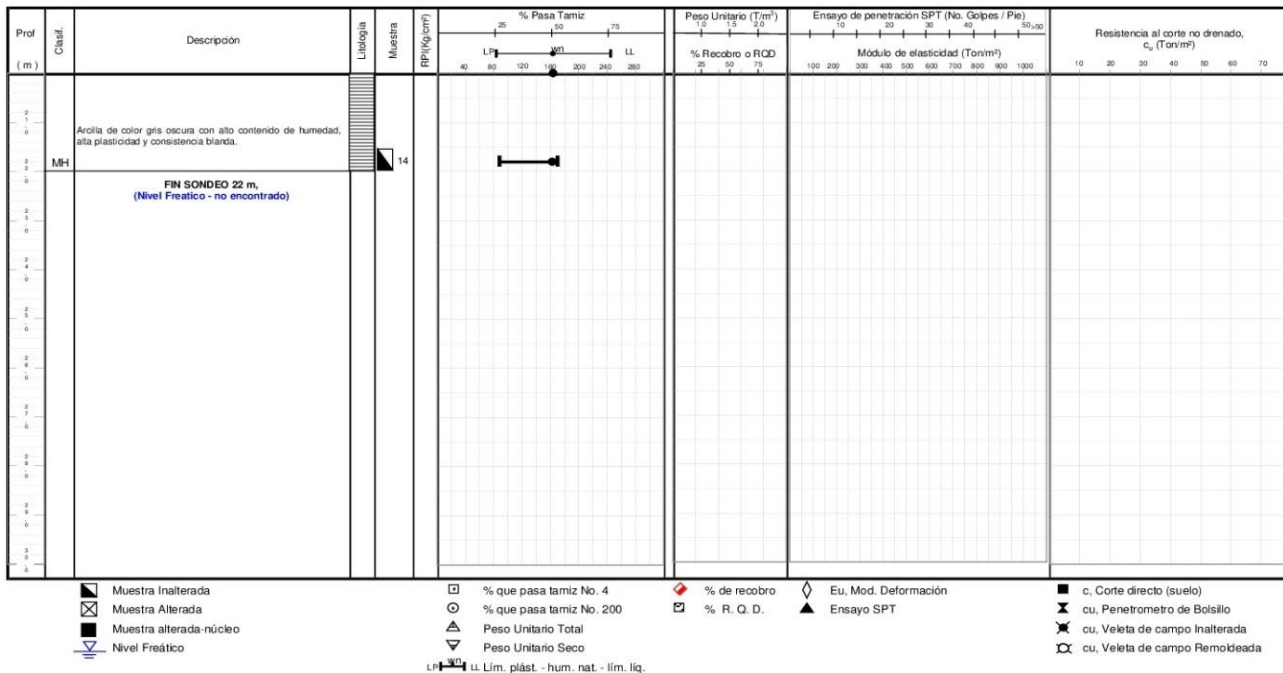
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-1

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No:                      S-1

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56 A

FECHA:                      Diciembre de 2007



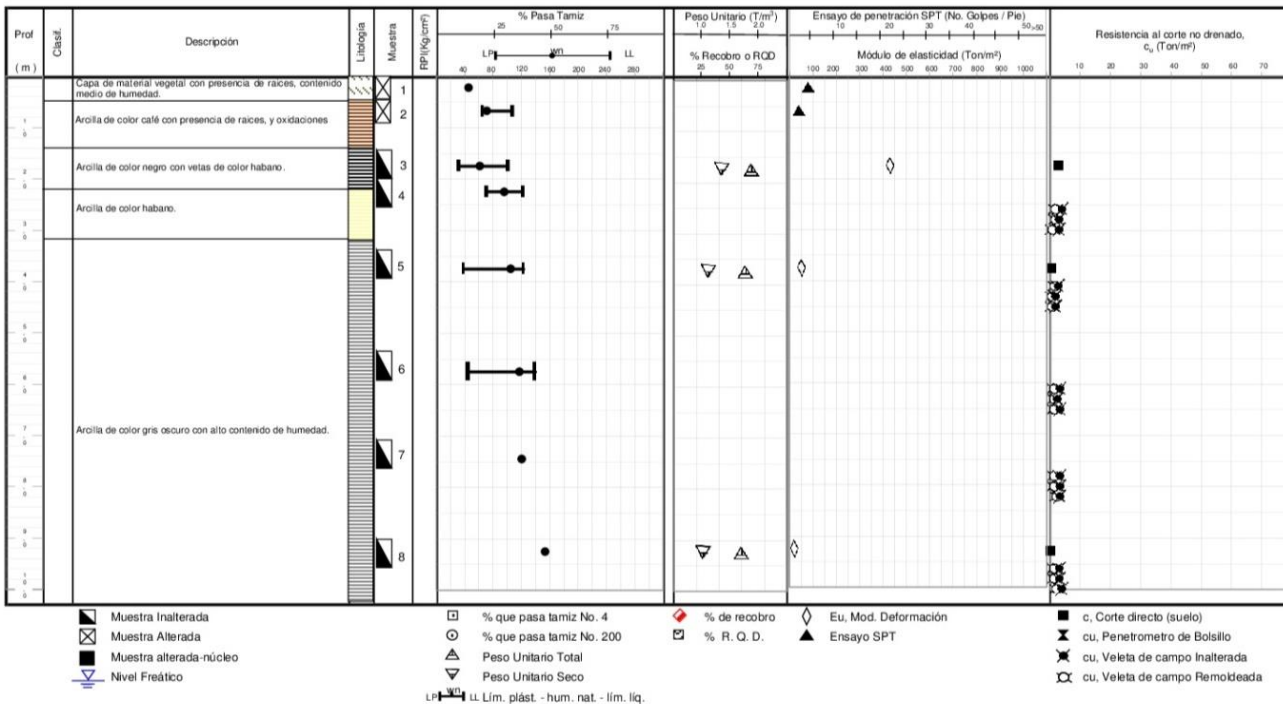
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-2

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No:                      S-2

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA:                      Diciembre de 2007





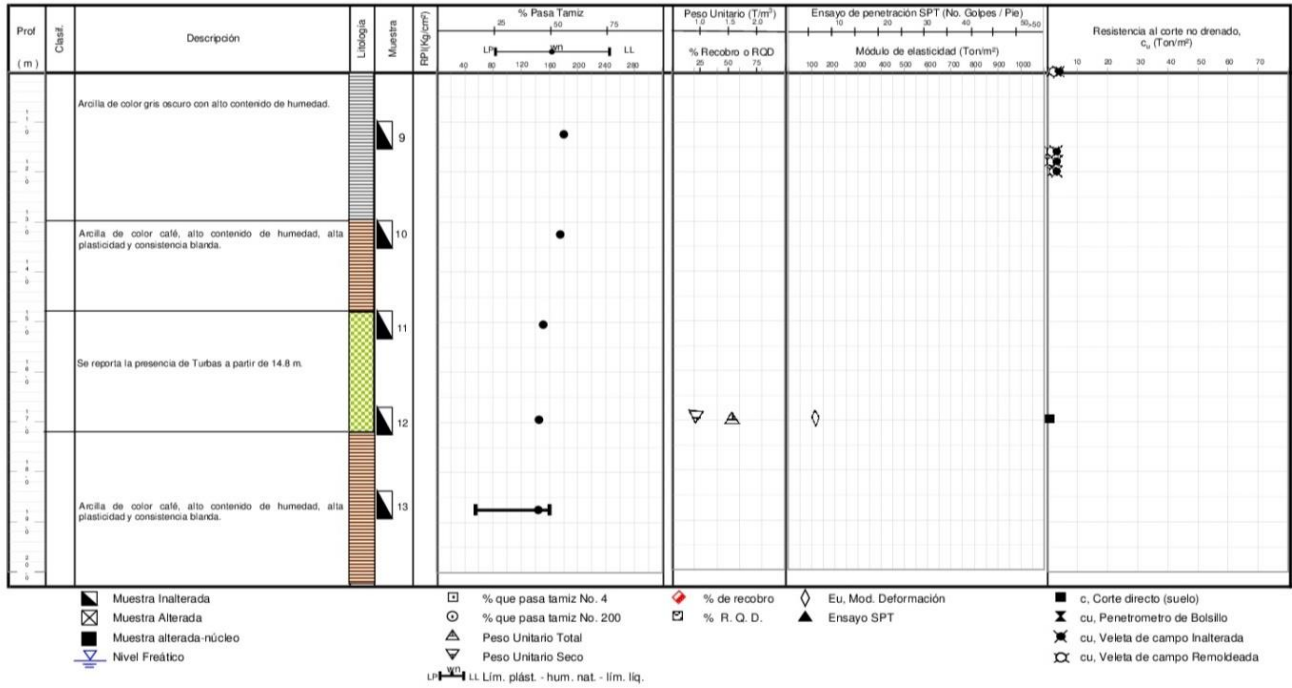
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-2

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No: S-2

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



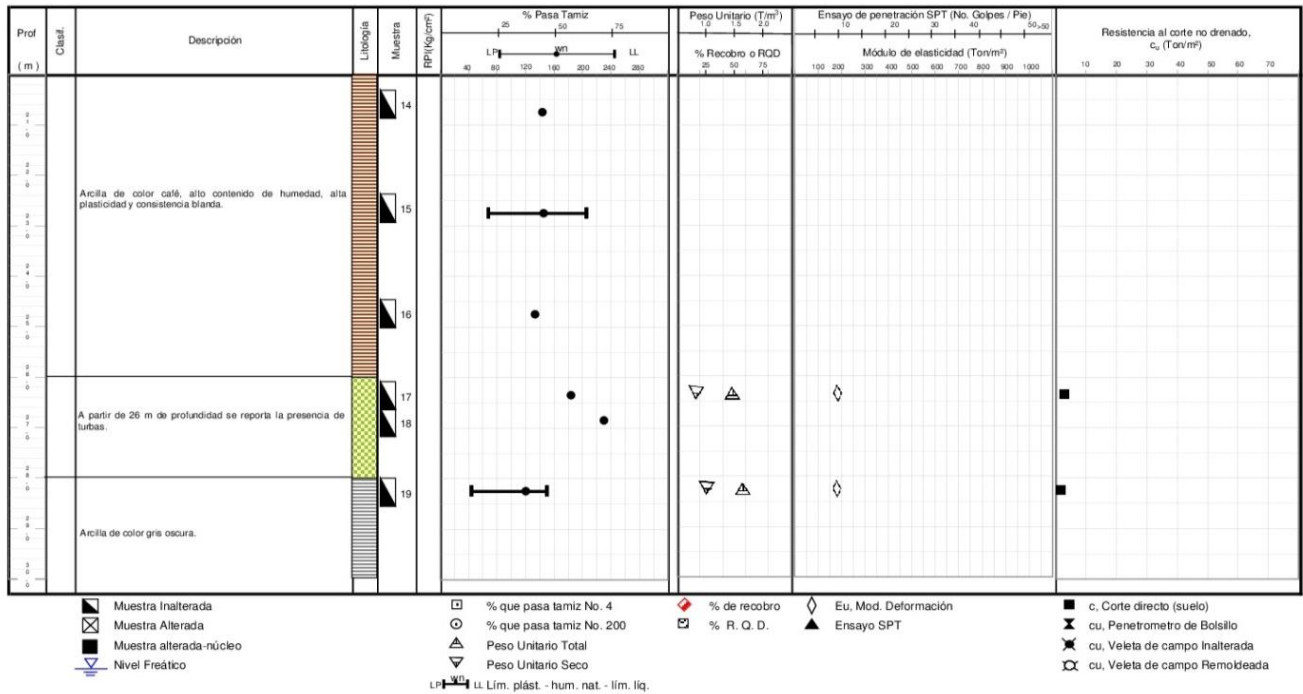
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-2

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No: S-2

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



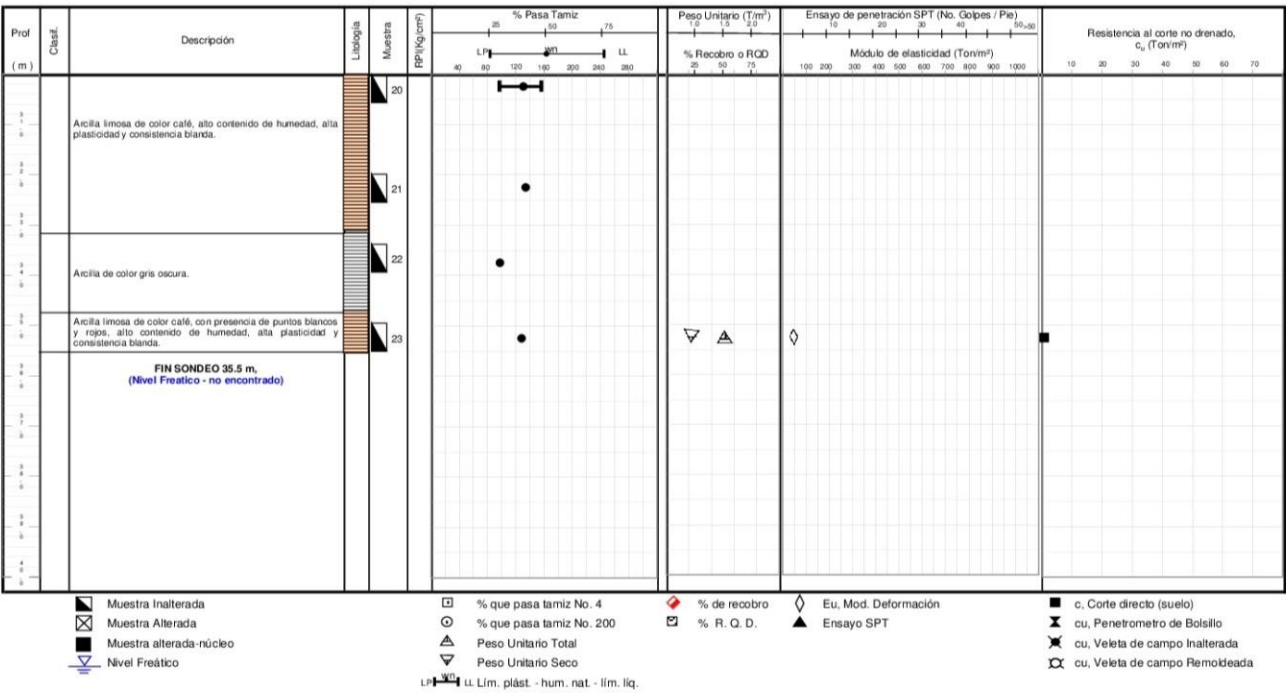
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-2

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No: S-2

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



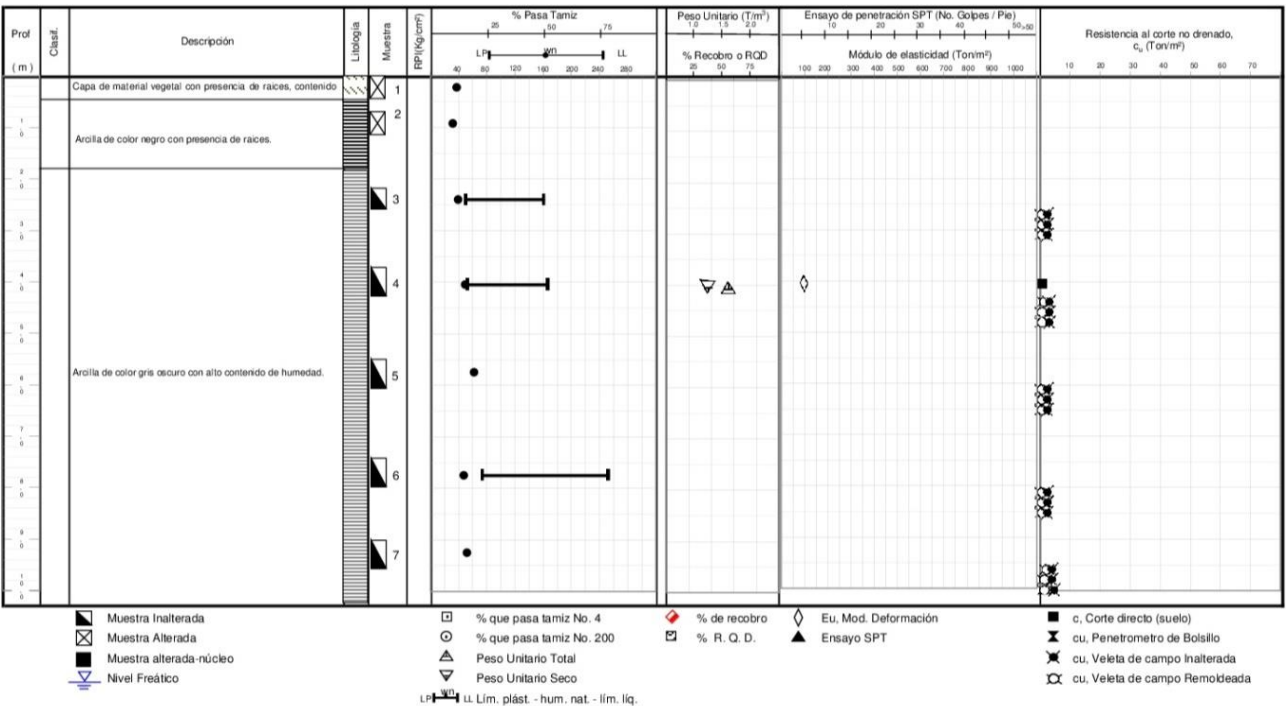
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-3

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No: S-3

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007





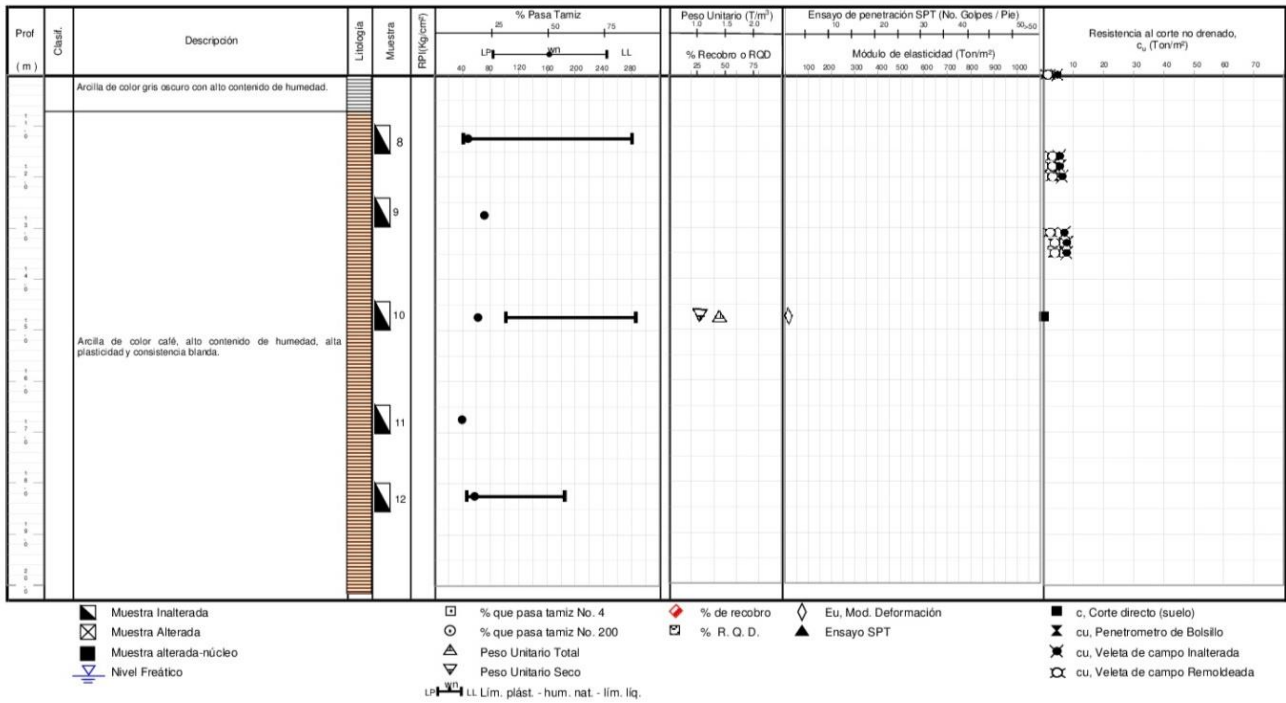
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-3

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No: S-3

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



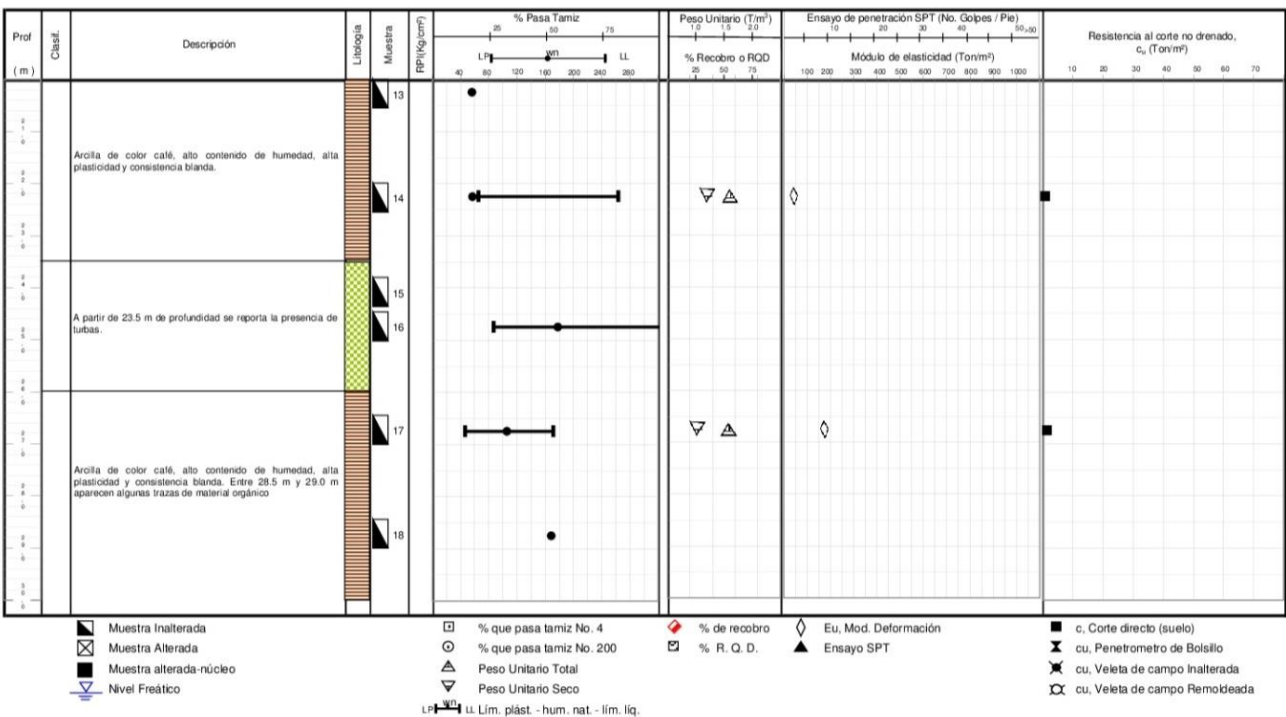
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-3

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No: S-3

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



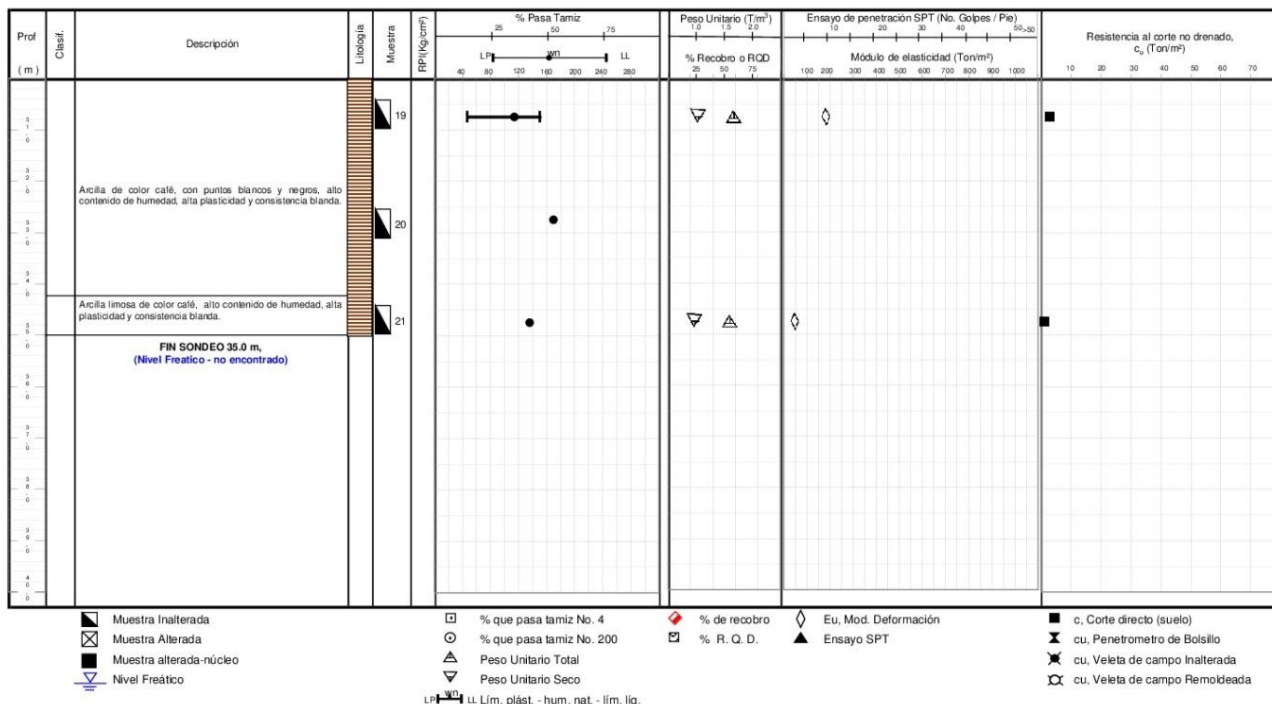
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-3

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No: S-3

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



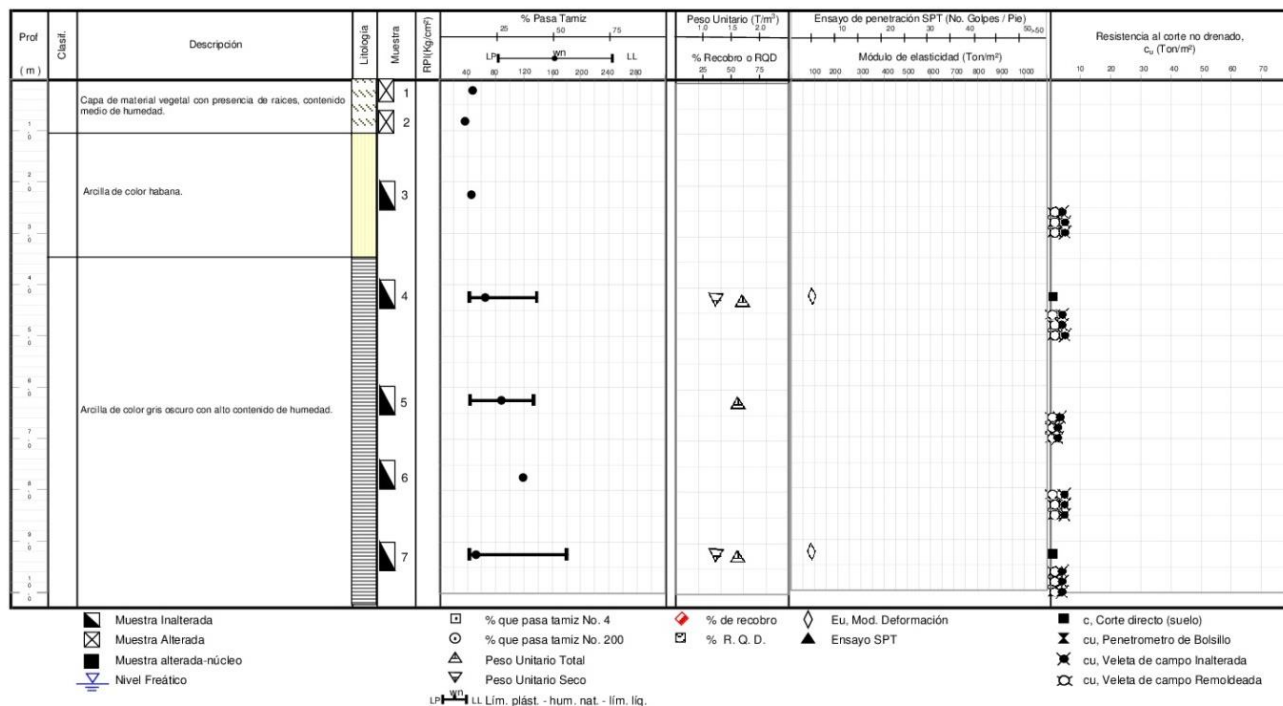
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-4

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No: S-4

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



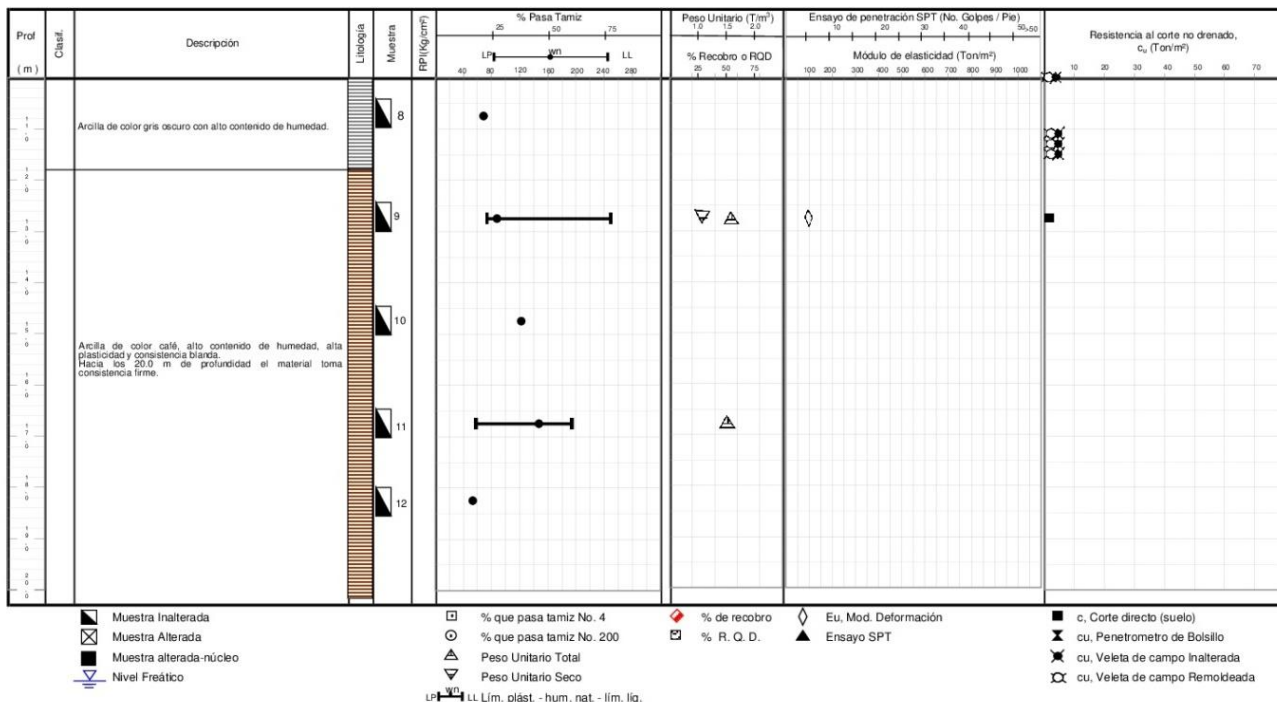
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-4

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No: S-4

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



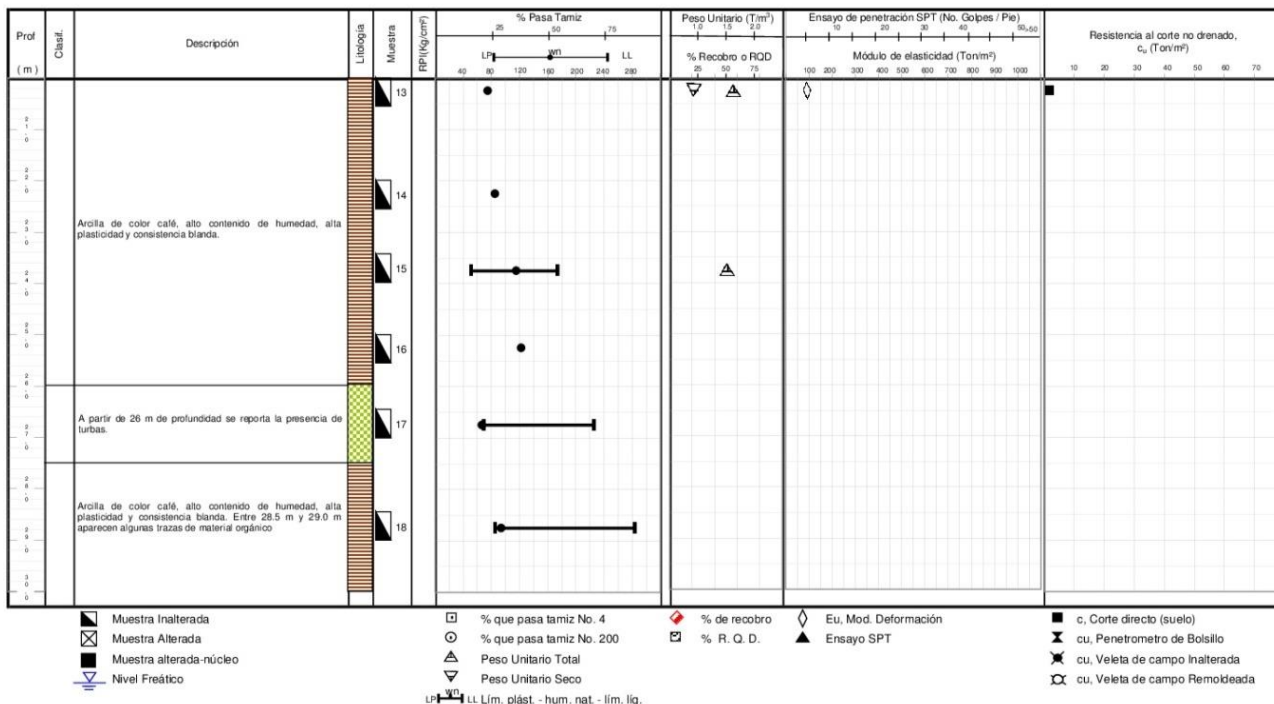
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-4

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITALIA NORTE

SONDEO No: S-4

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA: Diciembre de 2007



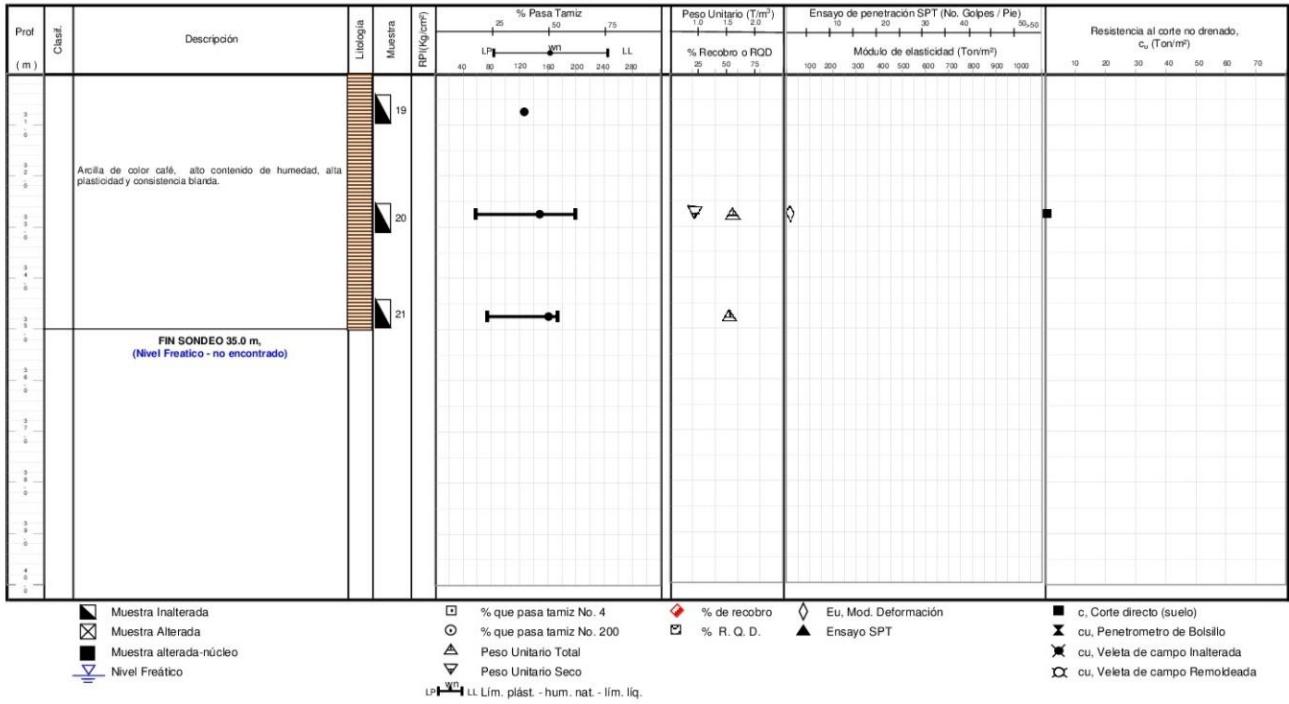
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-4

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No:            S-4

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA:            Diciembre de 2007



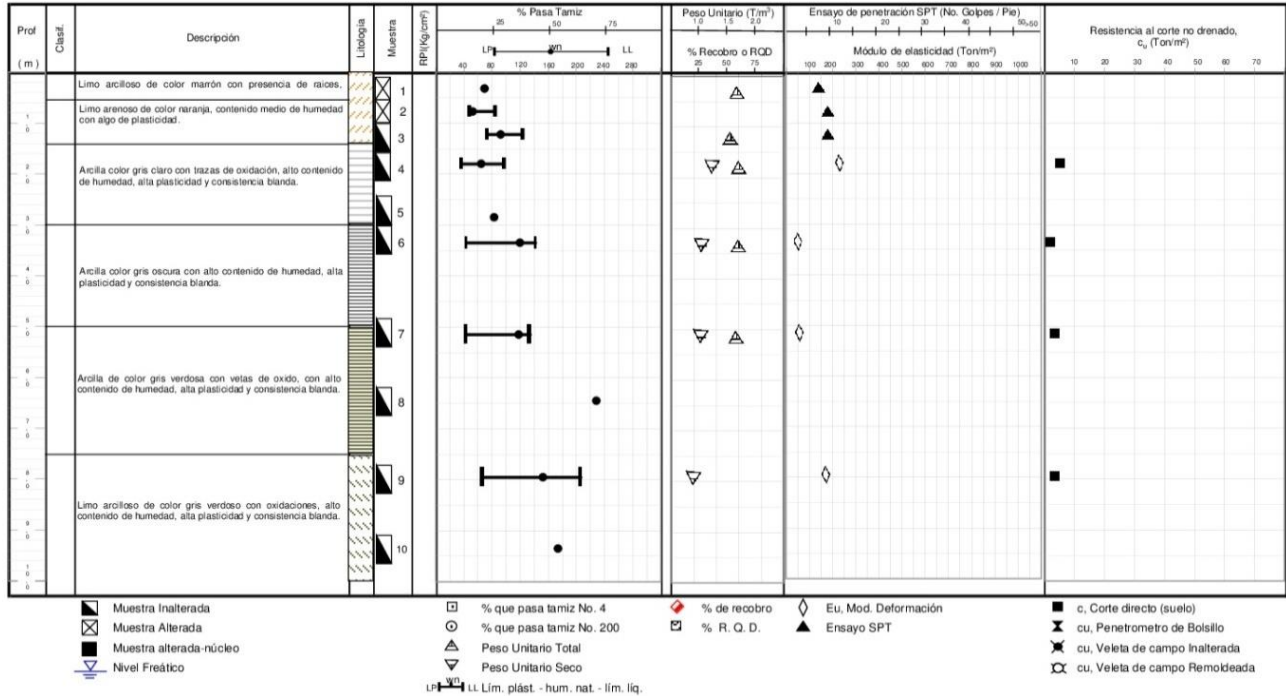
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-5

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No:            S-5

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA:            Marzo de 2008



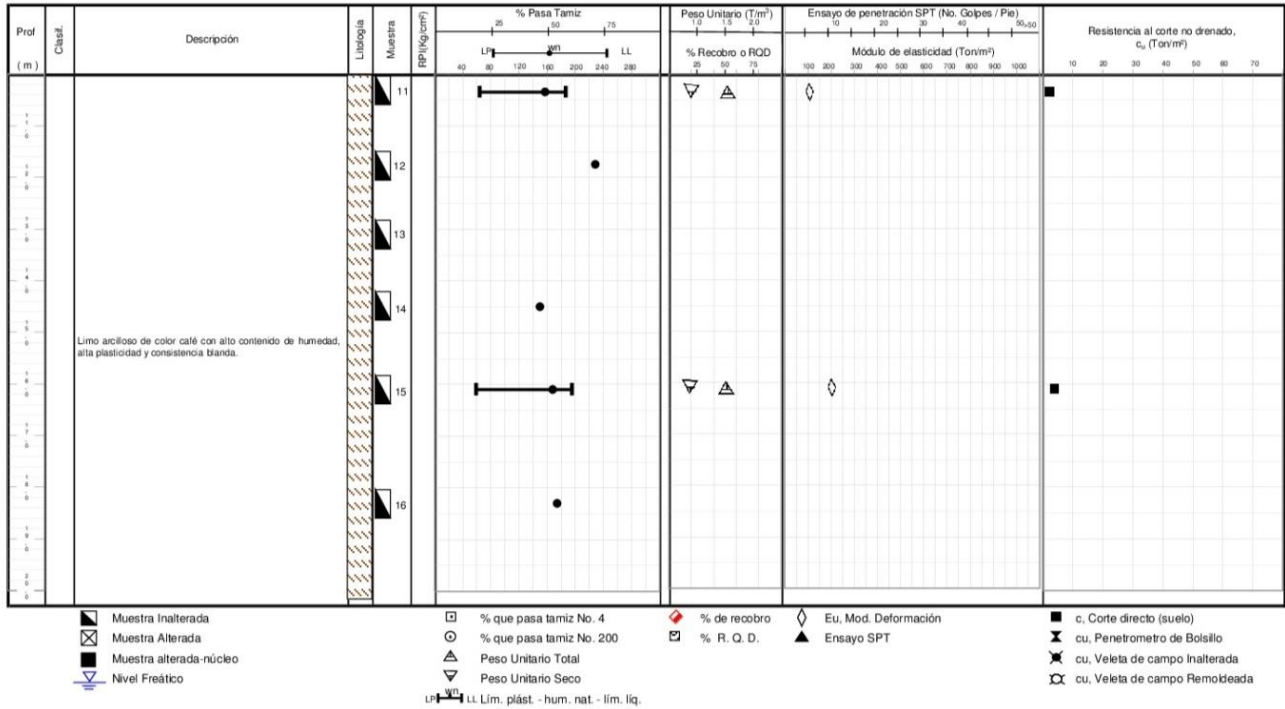
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-5

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No:           S-5          

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA:           Marzo de 2007          



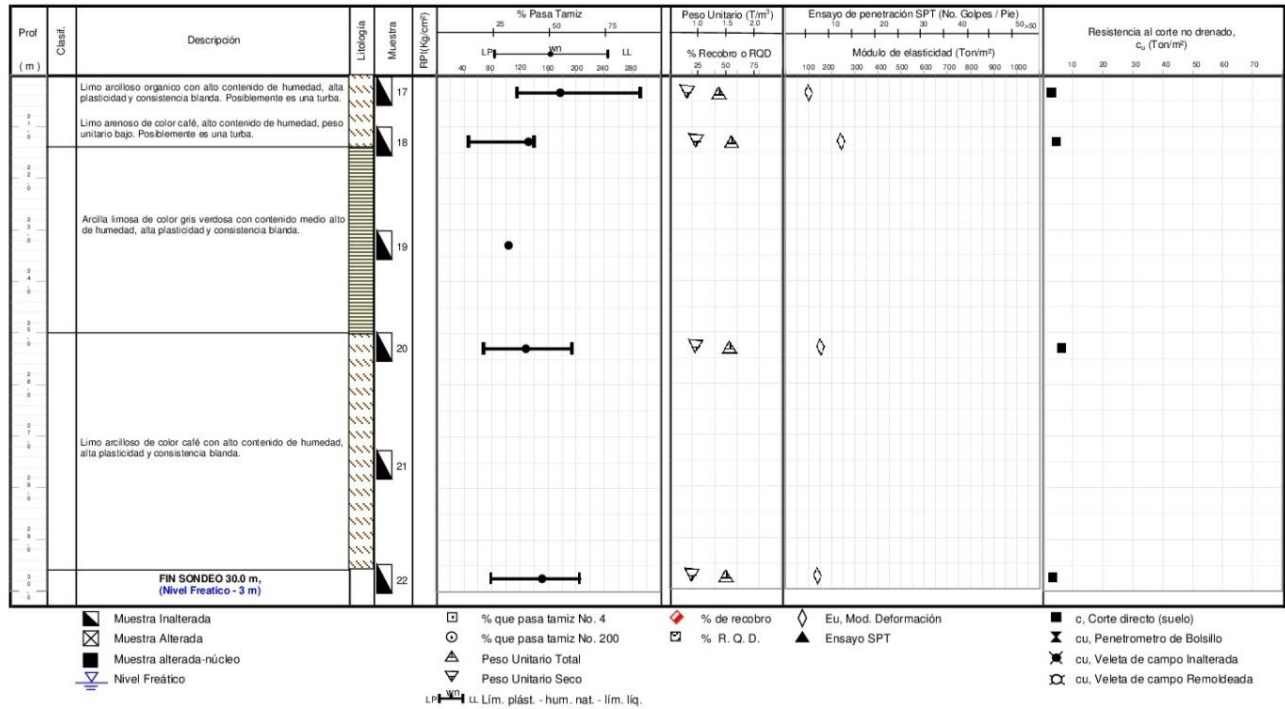
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-5

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No:           S-5          

LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA:           Marzo de 2007          





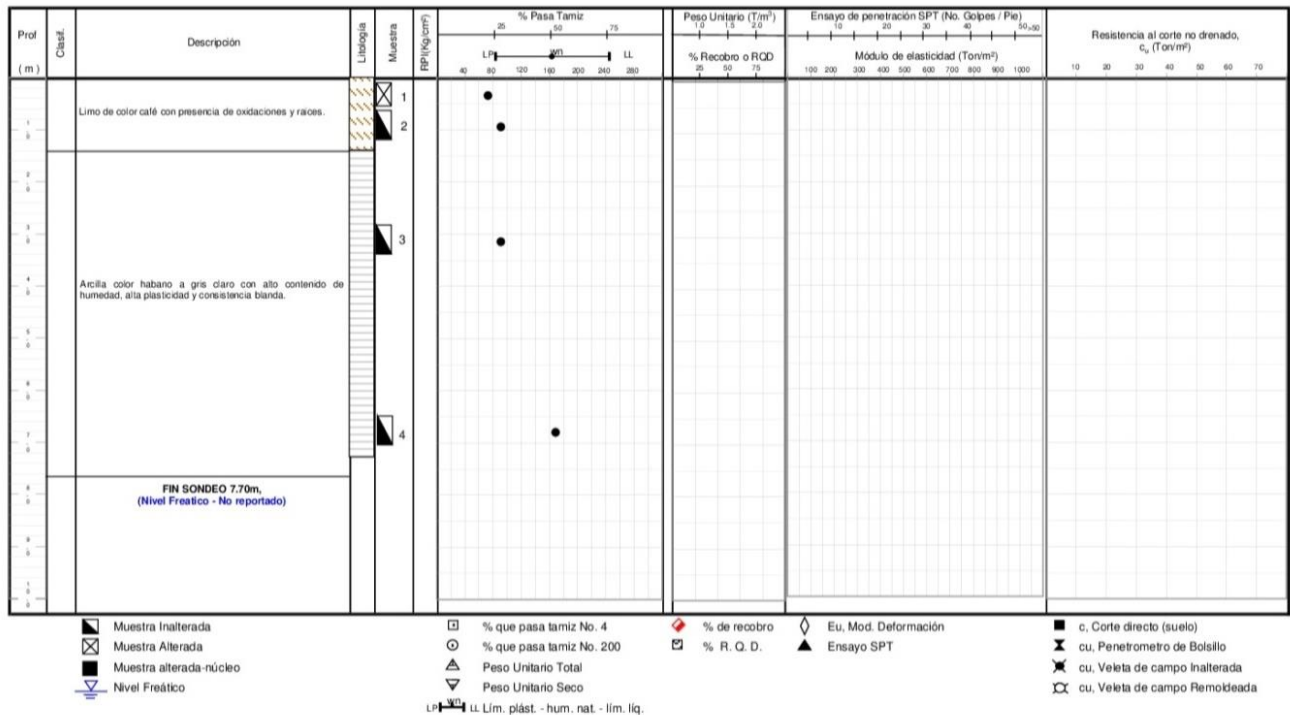
### Resumen Gráfico de Propiedades Índice y Mecánicas del Sondeo S-5A

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS BRITANIA NORTE

SONDEO No:           S-5A          

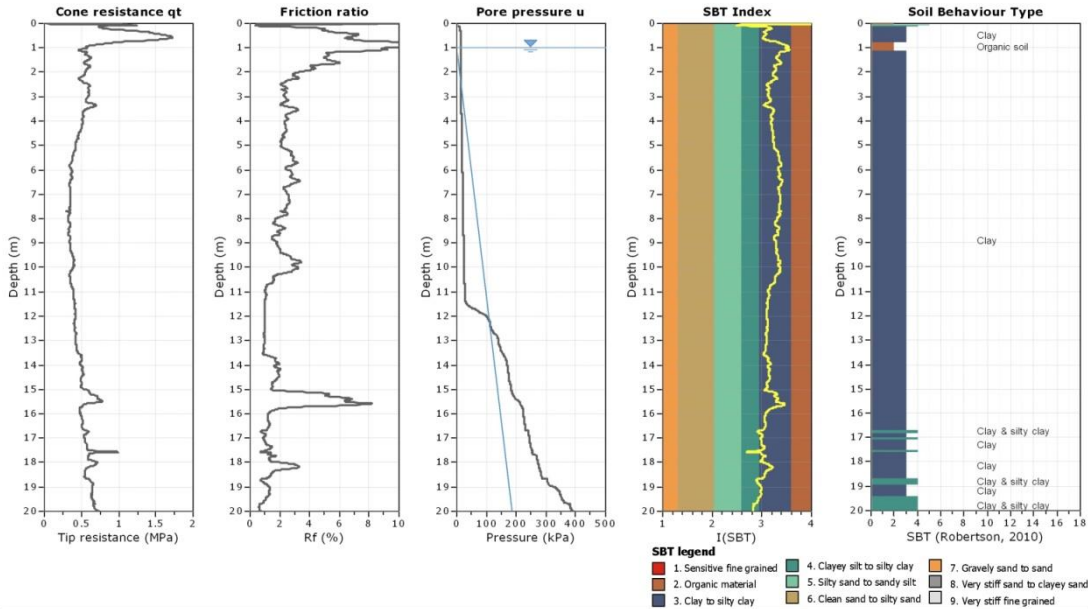
LOCALIZACIÓN: Calle 165 con Cra 56A

FECHA:           Diciembre de 2007          



**Anexo 5. Ensayos de Campo de la Escuela Colombiana de  
Ingeniería Julio Garavito**

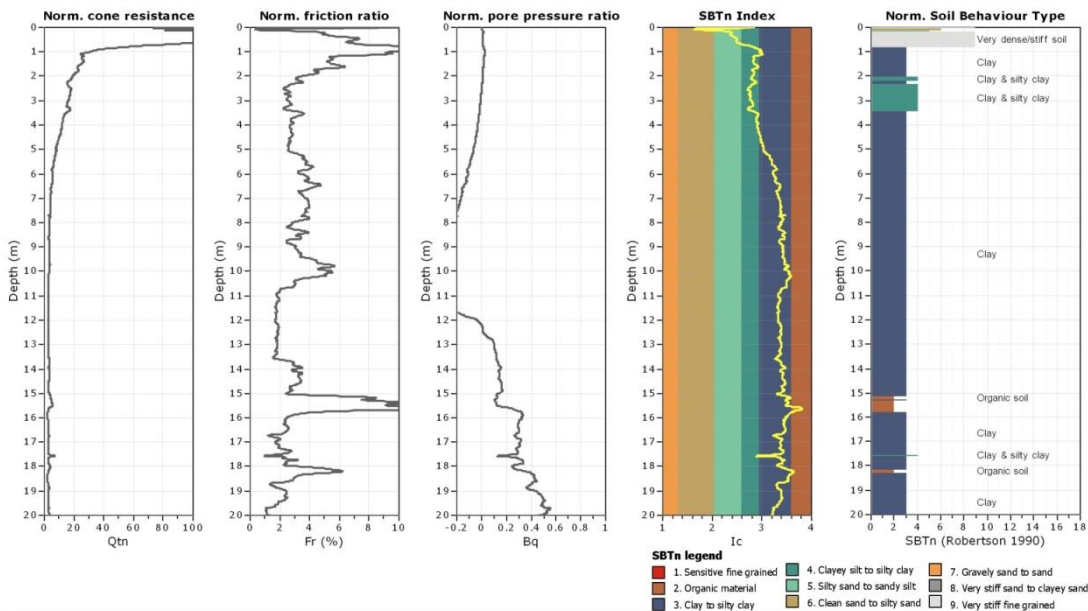
Project:  
Location:



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 09/05/2015, 9:22:10  
Project file: C:\Users\SAMSUNG\Desktop\Example.cpt

6

Project:  
Location:

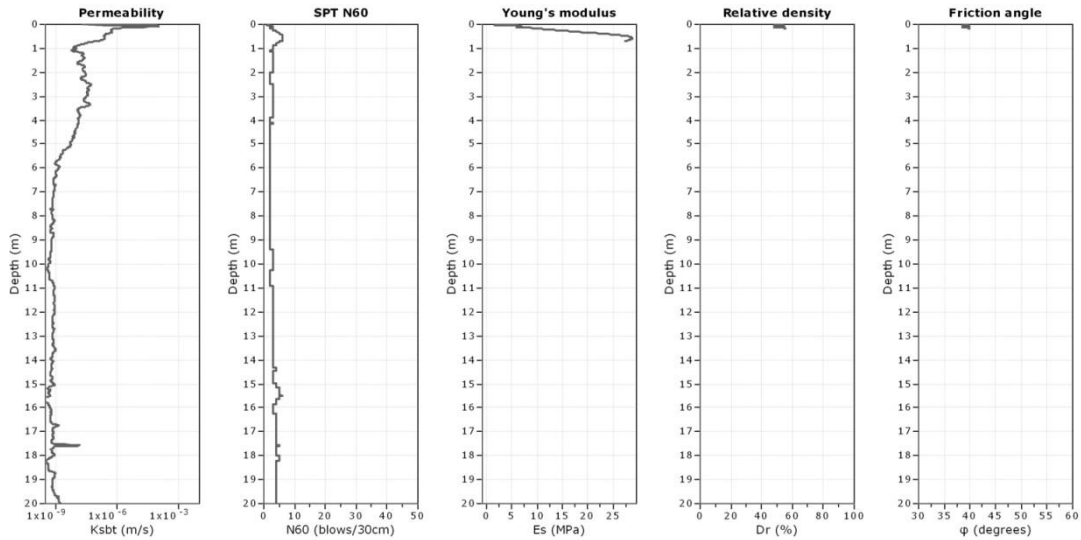


CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 09/05/2015, 9:22:10  
Project file: C:\Users\SAMSUNG\Desktop\Example.cpt

7

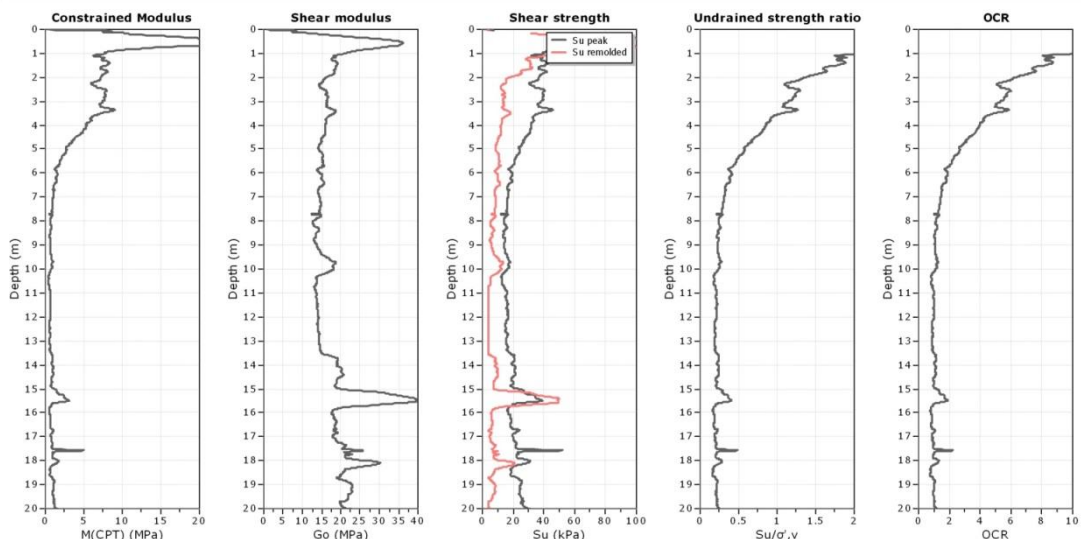


Project:  
 Location:



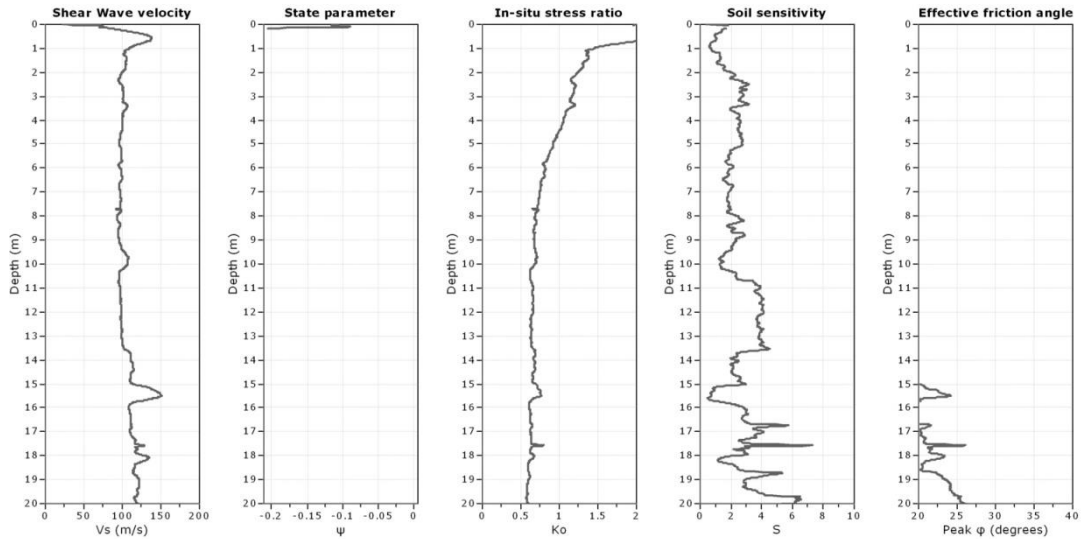
**Calculation parameters**  
 Permeability: Based on SBT,  
 SPT  $N_{60}$ : Based on  $I_c$  and  $q_c$   
 Young's modulus: Based on variable  $\alpha$  using  $I_c$  (Robertson, 2009)  
 Relative density constant,  $C_{Dr}$ : 350.0  
 Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)  
 —●— User defined estimation data

Project:  
 Location:



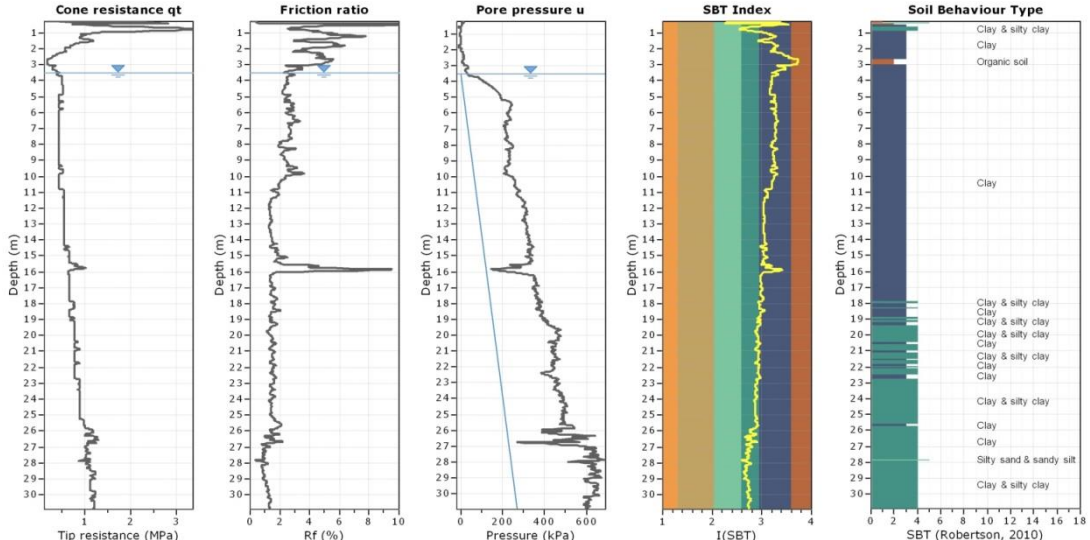
**Calculation parameters**  
 Constrained modulus: Based on variable  $\alpha$  using  $I_c$  and  $Q_{c0}$  (Robertson, 2009)  
 Go: Based on variable  $\alpha$  using  $I_c$  (Robertson, 2009)  
 Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{ci}$ : 14  
 OCR factor for clays,  $N_{ci}$ : 0.33  
 —●— User defined estimation data

**Project:**  
**Location:**



**Calculation parameters**  
Soil Sensitivity factor,  $N_s$ : 7.00  
● User defined estimation data

**Project:** Escuela Colombiana de Ingenieria  
**Location:** Sede Bogota



**SBT legend**

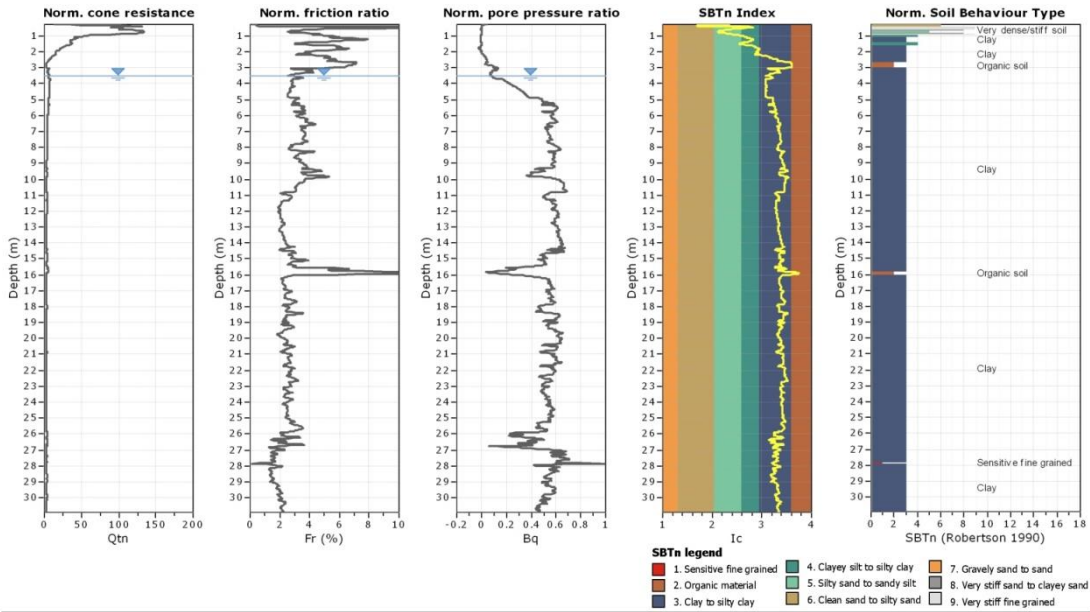
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingenieriosgos.com

Project: **Escuela Colombiana de Ingeniería**  
 Location: **Sede Bogotá**

**CPT: CPT-01**  
 Total depth: 30.92 m, Date: 11/03/2016  
 Cone Type: Geotech Nova 4518  
 Cone Operator: Johan Camilo Garzon



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 16/03/2016, 12:27:42 p.m.  
 Project file:

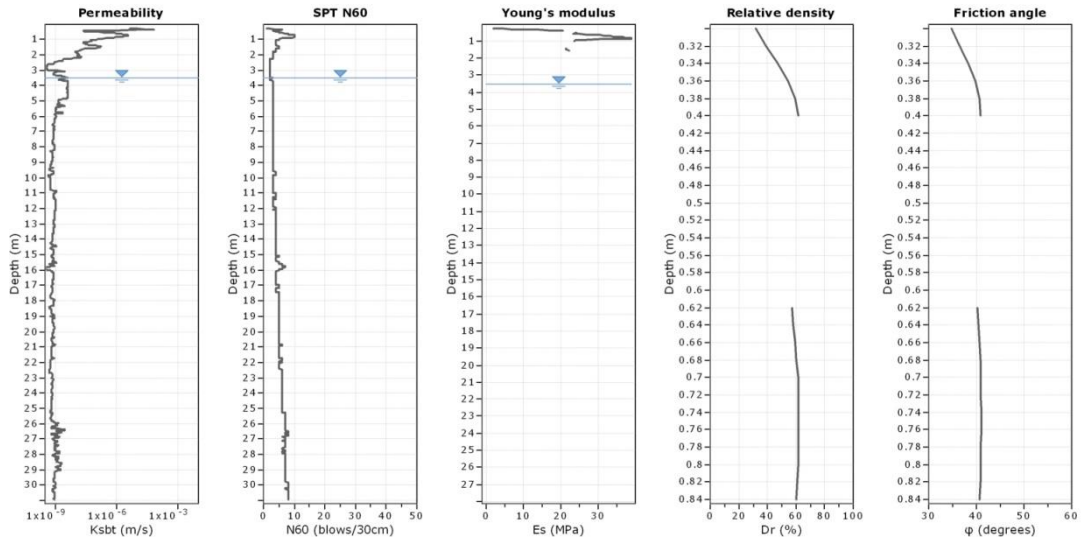
7



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingenieriosgos.com

Project: **Escuela Colombiana de Ingeniería**  
 Location: **Sede Bogotá**

**CPT: CPT-01**  
 Total depth: 30.92 m, Date: 11/03/2016  
 Cone Type: Geotech Nova 4518  
 Cone Operator: Johan Camilo Garzon



**Calculation parameters**  
 Permeability: Based on SBT<sub>n</sub>  
 SPT N<sub>60</sub>: Based on I<sub>c</sub> and q<sub>c</sub>  
 Young's modulus: Based on variable alpha using I<sub>c</sub> (Robertson, 2009)  
 Relative density constant, C<sub>cr</sub>: 350.0  
 Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 16/03/2016, 12:27:42 p.m.  
 Project file:

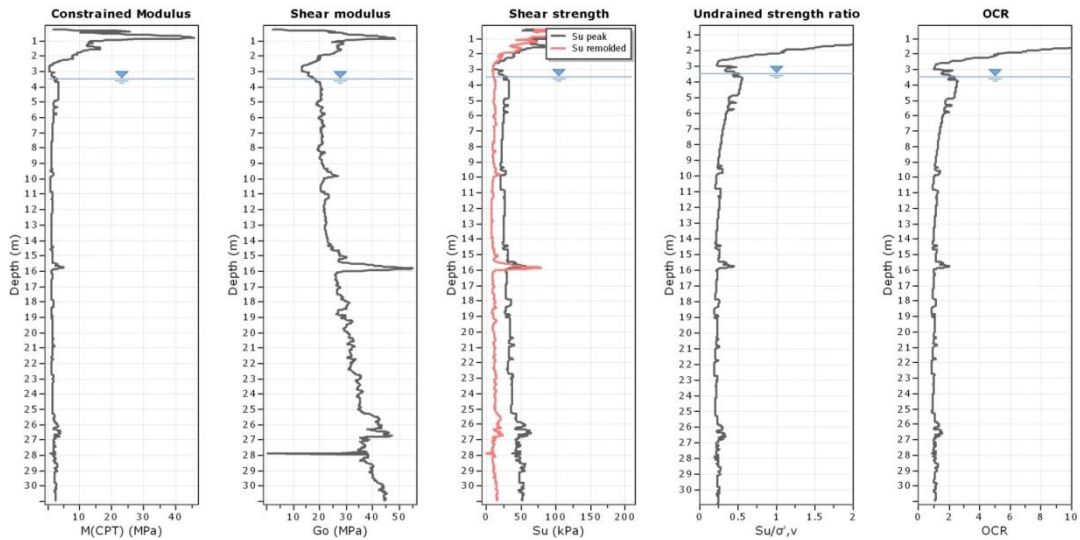
8



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingenierios.com

**Project:** Escuela Colombiana de Ingeniería  
**Location:** Sede Bogotá

**CPT: CPT-01**  
 Total depth: 30.92 m, Date: 11/03/2016  
 Cone Type: Geotech Nova 4518  
 Cone Operator: Johan Camilo Garzon



**Calculation parameters**  
 Constrained modulus: Based on variable  $\alpha$  using  $I_c$  and  $Q_{c0}$  (Robertson, 2009)  
 Go: Based on variable  $\alpha$  using  $I_c$  (Robertson, 2009)  
 Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{sc}$ : 14  
 OCR factor for clays,  $N_{sc}$ : 0.33  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 16/03/2016, 12:27:42 p.m.  
 Project file:

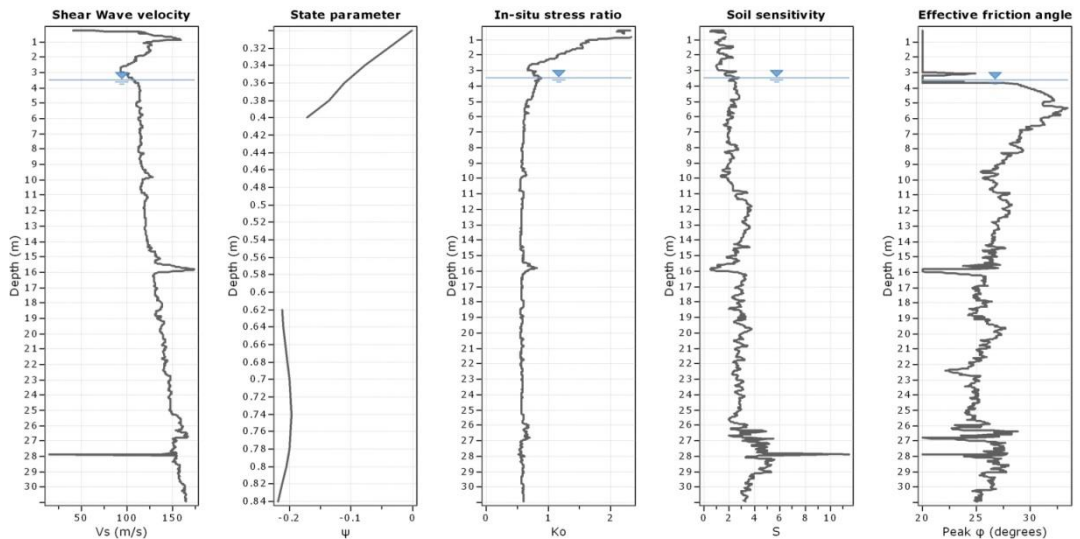
9



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingenierios.com

**Project:** Escuela Colombiana de Ingeniería  
**Location:** Sede Bogotá

**CPT: CPT-01**  
 Total depth: 30.92 m, Date: 11/03/2016  
 Cone Type: Geotech Nova 4518  
 Cone Operator: Johan Camilo Garzon



**Calculation parameters**  
 Soil Sensitivity factor,  $N_s$ : 7.00  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 16/03/2016, 12:27:43 p.m.  
 Project file:

10

SDMT 1		LEGEND	INTERPRETED PARAMETERS	GENERAL PARAMETERS
B MAG 2015		Z = Depth Below Ground Level	Phi = Safe floor value of Friction Angle	Deltaa = 17 kPa
FIRM		Po, P1, P2 = Corrected A, B, C readings	Ko = In situ earth press. coeff.	Deltaab = 47 kPa
CUSTOMER		Id = Material Index	M = Constrained modulus (at Sigma')	GammaTop = 17.0 kN/m <sup>3</sup>
JOB		Ed = Dilatometer Modulus	Cu = Undrained shear strength	FactorEd = 34.7
LOCATION		Ud = Pore Press. Index (P2-Uo)/(Po-Uo)	Ocr = Overconsolidation ratio	Zm = 0.0 m
		Gamma = Bulk unit weight	(OCR = 'relative OCR' - generally realistic. If accurate independent OCR available, apply suitable factor)	Zab = 0.0 m
		Sigma' = Effective overb. stress		Zw = 3.0 m
		Uo = Pore pressure		

WaterTable at 3.00 m  
Reduction formulae according to Marchetti, ASCE Geot. Jnl. Mar. 1980, Vol. 109, 299-321; Phi according to TC16 ISSMFE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	SDMT 1 DESCRIPTION
0.2	218	511		224	464		16.7	3	0	1.08	65.7	8.3	5.3	>99.9			35.7	59	SILT
0.4	266	629		268	582		16.7	7	0	1.17	39.8	10.9	4.1	>99.9			41.5	62	SILT
0.6	136	340		146	293		15.7	10	0	1.01	14.5	5.1	2.3	22.0			14.5	26	SILT
0.8	53	184		67	137		15.7	13	0	1.06	5.0	2.4	1.2	4.2			4.4	9	SILT
1.0	148	336		159	289		15.7	16	0	0.82	9.7	4.5	1.8	11.8			11.2	26	CLAY
1.2	192	347		204	300		15.7	19	0	0.47	10.5	3.3	1.9	13.3			8.4	34	SILTY CLAY
1.4	192	314		206	267		15.7	23	0	0.30	9.1	2.1	1.7	10.7			5.1	33	CLAY
1.6	212	361		225	314		15.7	26	0	0.40	8.7	3.1	1.7	10.0			7.3	36	SILTY CLAY
1.8	245	391		258	344		16.7	29	0	0.33	8.9	3.0	1.7	10.3			7.1	41	SILTY CLAY
2.0	251	413		263	366		16.7	32	0	0.39	8.2	3.6	1.6	9.0			8.2	41	SILTY CLAY
2.2	235	416		246	369		16.7	36	0	0.50	6.9	4.3	1.5	6.9			9.0	37	SILTY CLAY
2.4	249	432		260	385		16.7	39	0	0.48	6.7	4.3	1.4	6.6			9.0	39	SILTY CLAY
2.6	255	426		267	379		16.7	42	0	0.42	6.3	3.9	1.4	6.0			7.9	39	SILTY CLAY
2.8	256	433		267	386		16.7	46	0	0.44	5.9	4.1	1.3	5.4			8.0	38	SILTY CLAY
3.0	309	475		321	428		16.7	49	0	0.33	6.6	3.7	1.2	6.4			7.7	48	SILTY CLAY
3.2	351	608		358	561		16.7	50	2	0.57	7.1	7.0	1.5	7.2			15.1	54	SILTY CLAY
3.4	333	530		343	483		16.7	52	4	0.41	6.6	4.8	1.4	6.4			10.0	50	SILTY CLAY
3.6	350	508		362	461		16.7	53	6	0.28	6.7	3.4	1.4	6.6			7.2	53	CLAY
3.8	351	507		363	460		16.7	54	8	0.27	6.5	3.4	1.4	6.4			6.9	53	CLAY
4.0	348	506		360	459		16.7	56	10	0.28	6.3	3.4	1.4	6.0			6.9	51	CLAY
4.2	334	479		347	432		16.7	57	12	0.25	5.9	3.0	1.3	5.4			5.8	48	CLAY
4.4	321	462		334	415		16.7	59	14	0.25	5.5	2.8	1.2	4.8			5.3	45	CLAY
4.6	308	433		322	386		16.7	60	16	0.21	5.1	2.2	1.2	3.3			4.0	43	CLAY
4.8	294	415		308	368		15.7	61	18	0.21	4.7	2.1	1.1	3.9			3.6	40	CLAY
5.0	274	389		288	342		15.7	62	20	0.20	4.3	1.9	1.0	3.3			3.0	36	CLAY
5.2	264	379		278	332		15.7	64	22	0.21	4.0	1.9	0.99	3.0			3.0	34	CLAY
5.4	258	372		273	325		15.7	65	24	0.21	3.8	1.8	0.95	2.8			2.8	32	CLAY
5.6	250	359		265	312		15.7	66	26	0.20	3.6	1.6	0.91	2.5			2.4	31	CLAY
5.8	237	341		252	294		15.7	67	27	0.19	3.3	1.5	0.86	2.2			2.0	28	CLAY
6.0	242	347		257	300		15.7	68	29	0.19	3.3	1.5	0.85	2.2			2.1	28	CLAY
6.2	249	349		264	302		15.7	70	31	0.16	3.3	1.3	0.86	2.2			1.8	29	CLAY
6.4	226	326		241	279		15.7	71	33	0.18	2.9	1.3	0.77	1.8			1.6	25	CLAY
6.6	227	330		242	283		15.7	72	35	0.20	2.9	1.4	0.76	1.8			1.7	25	CLAY
6.8	229	333		244	286		15.7	73	37	0.20	2.8	1.5	0.75	1.7			1.8	25	CLAY
7.0	242	347		257	300		15.7	74	39	0.20	2.9	1.5	0.77	1.8			1.9	26	CLAY
7.2	228	332		243	285		15.7	75	41	0.21	2.7	1.5	0.71	1.6			1.7	24	CLAY
7.4	238	340		253	293		15.7	77	43	0.19	2.7	1.4	0.73	1.6			1.6	25	CLAY
7.6	245	346		260	299		15.7	78	45	0.18	2.8	1.3	0.73	1.7			1.6	26	CLAY
7.8	241	342		256	295		15.7	79	47	0.19	2.6	1.3	0.71	1.6			1.5	25	CLAY
8.0	249	349		264	302		15.7	80	49	0.18	2.7	1.3	0.71	1.6			1.5	25	CLAY
8.2	245	349		260	302		15.7	81	51	0.20	2.6	1.5	0.69	1.5			1.6	24	CLAY
8.4	244	349		259	302		15.7	82	53	0.21	2.5	1.5	0.67	1.4			1.6	24	CLAY
8.6	238	339		253	292		15.7	84	55	0.20	2.4	1.3	0.64	1.3			1.4	23	CLAY

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	SDMT 1 DESCRIPTION
8.8	244	343		259	296		15.7	85	57	0.18	2.4	1.3	0.64	1.3			1.3	23	CLAY
9.0	249	348		264	301		15.7	86	59	0.18	2.4	1.3	0.64	1.3			1.3	24	CLAY
9.2	249	358		264	311		15.7	87	61	0.23	2.3	1.6	0.63	1.3			1.6	23	CLAY
9.4	256	359		271	312		15.7	88	63	0.20	2.4	1.4	0.64	1.3			1.6	23	CLAY
9.6	252	360		267	313		15.7	90	65	0.23	2.3	1.6	0.61	1.2			1.6	23	CLAY
9.8	253	358		268	311		15.7	91	67	0.21	2.2	1.5	0.60	1.2			1.4	23	CLAY
10.0	266	373		281	326		15.7	92	69	0.21	2.3	1.6	0.62	1.3			1.6	24	CLAY
10.2	263	368		278	319		15.7	93	71	0.20	2.2	1.4	0.60	1.2			1.6	23	CLAY
10.4	268	370		283	323		15.7	94	73	0.19	2.2	1.4	0.61	1.2			1.3	24	CLAY
10.6	263	365		278	318		15.7	95	75	0.20	2.1	1.4	0.60	1.1			1.3	23	CLAY
10.8	276	383		291	336		15.7	97	77	0.21	2.2	1.6	0.58	1.2			1.5	24	CLAY
11.0	299	404		315	357		15.7	98	78	0.18	2.4	1.5	0.65	1.3			1.6	23	CLAY
11.2	291	407		305	360		15.7	99	80	0.24	2.3	1.9	0.62	1.2			1.9	26	CLAY
11.4	326	435		341	388		15.7	100	82	0.18	2.6	1.6	0.69	1.5			1.8	30	CLAY
11.6	312	426		327	379		15.7	101	84	0.22	2.4	1.8	0.64	1.3			1.9	28	CLAY
11.8	307	417		322	370		15.7	102	86	0.21	2.3	1.7	0.62	1.2			1.7	27	CLAY
12.0	306	413		321	366		15.7	104	88	0.19	2.2	1.6	0.61	1.2			1.5	26	CLAY
12.2	301	412		316	365		15.7	105	90	0.22	2.2	1.7	0.58	1.1			1.6	25	CLAY
12.4	315	425		330	378		15.7	106	92	0.20	2.2	1.7	0.61	1.2			1.6	27	CLAY
12.6	309	415		324	368		15.7	107	94	0.19	2.1	1.5	0.58	1.1			1.4	26	CLAY
12.8	315	422		330	375		15.7	108	96	0.19	2.2	1.6	0.59	1.1			1.5	26	CLAY
13.0	335	443		350	396		15.7	110	98	0.18	2.3	1.6	0.62	1.2			1.6	29	CLAY
13.2	325	436		340	389		15.7	111	100	0.21	2.2	1.7	0.59	1.1			1.6	27	CLAY
13.4	322	430		337	383		15.7	112	102	0.20	2.1	1.6	0.57	1.1			1.4	26	CLAY
13.6	328	447		342	400		15.7	113	104	0.24	2.1	2.0	0.57	1.1			1.8	27	CLAY
13.8	327	443		341	396		15.7	114	106	0.23	2.1	1.9	0.56	1.1			1.7	26	CLAY
14.0	329	439		344	392		15.7	115	108	0.20	2.0	1.7	0.56	1.0			1.5	26	CLAY
14.2	340	458		354	411		15.7	117	110	0.23	2.1	2.0	0.57	1.1			1.8	27	CLAY
14.4	347	414		362	414		15.7	118	112	0.21	2.1	1.8	0.58	1.1			1.7	28	CLAY
14.6	311	429		325	382		15.7	119	114	0.27	1.8	2.0	0.48	0.83			1.7	23	CLAY
14.8	309	436		323	389		15.7	120	116	0.32	1.7	2.0	0.47	0.8			2.0	20	CLAY
15.0	337	457		351	410		15.7	121	118	0.25	1.9	2.0	0.52	0.94			1.7	25	CLAY
15.2	368	494		382	447		15												



Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	SMT 1 DESCRIPTION
20.6	298	395		313	348		15.7	157	173	0.25	0.9	1.2		< 0.3	<0.8		1.0	13	CLAY
20.8	382	482		397	435		15.7	158	175	0.17	1.4	1.3		0.37	<0.8		1.1	22	CLAY
21.0	452	547		467	500		14.7	159	177	0.11	1.8	1.1		0.50	0.87		1.0	31	MUD
21.2	485	598		500	551		15.7	160	179	0.16	2.0	1.8		0.55	1.0		1.5	35	CLAY
21.4	485	635		498	588		16.7	161	181	0.28	2.0	3.1		0.54	0.98		2.7	35	CLAY
21.6	512	656		525	609		16.7	163	182	0.25	2.1	2.9		0.57	1.1		2.6	38	CLAY
21.8	510	644		524	597		16.7	164	184	0.22	2.1	2.6		0.56	1.1		2.3	38	CLAY
22.0	483	621		496	574		16.7	165	186	0.25	1.9	2.7		0.51	0.91		2.3	34	CLAY
22.2	506	648		519	601		16.7	167	188	0.25	2.0	2.8		0.54	0.99		2.4	36	CLAY
22.4	496	638		509	591		16.7	168	190	0.26	1.9	2.8		0.52	0.92		2.4	35	CLAY
22.6	515	659		528	612		16.7	169	192	0.25	2.0	2.9		0.54	0.99		2.5	37	CLAY
22.8	531	678		544	631		16.7	171	194	0.25	2.0	3.0		0.56	1.0		2.6	39	CLAY
23.0	532	677		545	630		16.7	172	196	0.24	2.0	3.0		0.55	1.0		2.5	38	CLAY
23.2	531	676		544	629		16.7	174	198	0.25	2.0	3.0		0.54	1.0		2.5	38	CLAY
23.4	537	687		550	640		16.7	175	200	0.26	2.0	3.1		0.54	1.0		2.7	38	CLAY
23.6	513	658		526	611		16.7	176	202	0.26	1.8	3.0		0.50	0.88		2.5	35	CLAY
23.8	511	654		524	607		16.7	178	204	0.26	1.8	2.9		0.49	0.85		2.4	34	CLAY
24.0	520	660		533	613		16.7	179	206	0.24	1.8	2.8		0.50	0.87		2.4	35	CLAY
24.2	530	683		543	636		16.7	180	208	0.28	1.9	3.2		0.50	0.89		2.8	36	CLAY
24.4	550	697		563	650		16.7	182	210	0.25	1.9	3.0		0.53	0.96		2.6	39	CLAY
24.6	558	706		571	659		16.7	183	212	0.25	2.0	3.1		0.53	0.97		2.6	39	CLAY
24.8	546	702		558	655		16.7	184	214	0.28	1.9	3.4		0.51	0.90		2.8	37	CLAY
25.0	537	701		549	654		16.7	186	216	0.32	1.8	3.6		0.49	0.85		3.1	36	CLAY
25.2	556	717		568	670		16.7	187	218	0.29	1.9	3.5		0.51	0.90		3.0	38	CLAY
25.4	547	706		559	659		16.7	189	220	0.29	1.8	3.5		0.49	0.85		2.9	36	CLAY
25.6	551	713		563	666		16.7	190	222	0.30	1.8	3.6		0.49	0.85		3.0	37	CLAY
25.8	585	741		597	694		16.7	191	224	0.26	2.1	3.4		0.53	0.97		2.8	41	CLAY
26.0	590	783		601	736		16.7	193	226	0.36	1.9	4.7		0.53	0.96		4.0	41	SILTY CLAY
26.2	719	907		730	860		17.7	194	228	0.26	2.6	4.5		0.69	1.5		5.0	59	CLAY
26.4	664	851		675	804		16.7	196	230	0.29	2.3	4.5		0.62	1.2		4.4	51	CLAY
26.6	683	864		694	817		16.7	197	232	0.27	2.3	4.3		0.63	1.3		4.3	53	CLAY
26.8	678	868		686	818		17.7	198	233	0.43	2.3	6.8		0.62	1.2		6.7	51	SILTY CLAY
27.0	680	897		689	850		17.7	200	235	0.35	2.3	5.6		0.61	1.2		5.5	52	SILTY CLAY
27.2	703	883		714	836		16.7	202	237	0.26	2.4	4.2		0.64	1.3		4.3	55	CLAY
27.4	681	870		692	823		16.7	203	239	0.29	2.2	4.6		0.60	1.2		4.4	51	CLAY
27.6	683	874		694	827		16.7	204	241	0.29	2.2	4.6		0.60	1.2		4.4	51	CLAY
27.8	672	847		683	800		16.7	206	243	0.26	2.1	4.0		0.58	1.1		3.7	49	CLAY
28.0	687	892		697	845		16.7	207	245	0.33	2.2	5.1		0.59	1.1		4.8	51	CLAY
28.2	665	871		675	824		16.7	208	247	0.35	2.1	5.2		0.56	1.0		4.5	47	SILTY CLAY
28.4	695	858		707	811		16.7	210	249	0.33	2.3	5.6		0.59	1.1		3.4	50	CLAY
28.6	709	917		719	870		17.7	211	251	0.32	2.2	5.2		0.60	1.2		5.0	53	CLAY
28.8	705	938		714	891		17.7	213	253	0.39	2.2	6.2		0.59	1.1		5.7	52	SILTY CLAY
29.0	731	930		741	883		17.7	214	255	0.29	2.3	4.9		0.61	1.2		4.8	55	CLAY
29.2	707	932		716	885		17.7	216	257	0.37	2.1	5.9		0.58	1.1		5.4	51	SILTY CLAY
29.4	730	940		740	893		17.7	217	259	0.33	2.2	5.3		0.61	1.2		5.1	51	CLAY
29.6	724	925		734	878		17.7	219	261	0.30	2.2	5.0		0.59	1.1		4.6	53	CLAY
29.8	702	875		714	828		16.7	221	263	0.25	2.0	4.0		0.56	1.0		3.5	50	CLAY
30.0	701	864		713	817		16.7	222	265	0.23	2.0	3.6		0.55	1.0		3.1	49	CLAY
30.2	683	871		694	824		16.7	223	267	0.30	1.9	4.5		0.62	0.93		3.8	46	CLAY
30.4	695	898		705	851		16.7	225	269	0.33	1.9	5.1		0.53	0.96		4.3	48	SILTY CLAY
30.6	702	914		712	867		16.7	226	271	0.35	1.9	5.4		0.53	0.96		4.6	48	SILTY CLAY
30.8	705	951		713	904		17.7	227	273	0.43	1.9	6.6		0.53	0.95		5.6	48	SILTY CLAY

Sondeo 1		LEGEND	INTERPRETED PARAMETERS	GENERAL PARAMETERS
20 NOV 2015		Z = Depth Below Ground Level	Phi = Safe floor value of Friction Angle	DeltaA = 15 kPa
INGENIERIA Y GEORIEGOS IGR SAS		Po,P1,P2 = Corrected A,B,C readings	Ko = In situ earth press. coeff.	DeltaB = 40 kPa
CUSTOMER		Id = Material Index	M = Constrained modulus (at Sigma')	GammaTop = 17.0 kN/m <sup>3</sup>
JOB		Ed = Dilatometer Modulus	Cu = Undrained shear strength	FactorEd = 34.7
LOCATION		Ud = Pore Press. Index = (P2-Uo)/(Po-Uo)	Ocr = Overconsolidation ratio	Em = 0. kPa
		Gamma = Bulk unit weight	(OCR = 'relative OCR' - generally realistic. If accurate independent OCR available, apply suitable factor)	Zw = 0.0 m
		Sigma' = Effective overb. stress		
		Uo = Pore pressure		

WaterTable at 3.00 m  
Reduction formulae according to Marchetti, ASCE Geot. Jnl. Mar. 1980, Vol.109, 299-321; Phi according to TC16 ISSMGE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	Sondeo 1 DESCRIPTION
0.2	27	150		39	110		16.7	3	0	1.85	11.4	2.5				41	6.5		SILTY SAND
0.4	68	310		74	270		16.7	7	0	2.67	10.9	6.8				41	17.6		SILTY SAND
0.6	168	389		175	349		16.7	10	24	1.00	17.3	6.0		2.6	29.2		18.3	33	SILT
0.8	98	291		106	251		15.7	13	0	1.37	7.9	5.0				39	11.4		SANDY SILT
1.0	99	241		110	201		15.7	17	0	0.83	6.6	3.2		1.4	6.5		6.6	16	SILT
1.2	106	261		116	221		15.7	20	0	0.91	5.9	3.6		1.3	5.4		7.2	17	SILT
1.4	180	437		185	397		16.7	23	0	1.15	8.1	7.4		1.6	8.9		16.9	29	SILT
1.6	225	483		230	443		16.7	26	0	0.93	8.8	7.4		1.7	10.1		17.5	37	SILT
1.8	235	492		240	452		16.7	29	0	0.88	8.1	7.4		1.6	8.9		16.9	37	SILT
2.0	308	515		315	475		16.7	33	0	0.51	9.6	5.5		1.8	11.6		13.6	51	SILTY CLAY
2.2	299	520		306	480		16.7	36	0	0.57	8.5	6.0		1.7	9.5		14.1	48	SILTY CLAY
2.4	300	550		305	510		16.7	40	0	0.67	7.7	7.1		1.6	8.3		15.9	47	CLAYEY SILT
2.6	310	498		318	458		16.7	43	0	0.44	7.4	4.8		1.5	7.8		10.6	49	SILTY CLAY
2.8	217	410		225	370		16.7	46	0	0.64	4.9	5.0		1.1	4.0		8.9	31	CLAYEY SILT
3.0	254	411		264	371		16.7	50	0	0.41	5.3	3.7		1.2	4.6		6.9	37	SILTY CLAY
3.2	244	401		254	361		16.7	51	2	0.43	5.0	3.7		1.2	4.1		6.6	35	SILTY CLAY
3.4	252	426		261	386		16.7	52	4	0.49	4.9	4.3		1.1	4.1		7.7	35	SILTY CLAY
3.6	286	505		293	465		16.7	54	6	0.60	5.4	6.0		1.2	4.7		11.1	40	CLAYEY SILT
3.8	255	404		265	364		16.7	55	8	0.38	4.7	3.4		1.1	3.8		5.9	35	SILTY CLAY
4.0	292	433		303	393		16.7	56	10	0.31	5.2	3.1		1.2	4.4		5.7	41	CLAY
4.2	291	427		302	387		16.7	58	12	0.29	5.0	3.0		1.2	4.2		5.3	40	CLAY
4.4	307	434		318	394		16.7	59	14	0.25	5.2	2.6		1.2	4.4		4.8	42	CLAY
4.6	295																		

(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kN/m <sup>2</sup> )	(kPa)	(kPa)	(MPa)	(Deg)	(MPa)	(kPa)	DESCRIPTION			
8.8	262	349		275	309		14.7	85	57	0.15	2.6	1.2	0.69	1.5	1.3	26	MUD
9.0	296	382		309	342		14.7	86	59	0.13	2.9	1.1	0.77	1.8	1.4	30	MUD
9.2	258	348		271	308		15.7	87	61	0.17	2.4	1.3	0.65	1.4	1.3	24	CLAY
9.4	281	360		295	329		14.7	85	60	0.11	2.6	0.9	0.70	1.5	1.0	25	MUD
9.6	270	365		283	325		15.7	89	65	0.19	2.5	1.5	0.66	1.4	1.5	25	CLAY
9.8	288	366		302	326		14.7	90	67	0.10	2.6	0.8	0.70	1.5	0.9	28	MUD
10.0	276	369		289	329		15.7	91	69	0.18	2.4	1.4	0.65	1.4	1.5	25	CLAY
10.2	277	359		291	319		14.7	92	71	0.13	2.4	1.0	0.64	1.3	1.0	25	MUD
10.4	279	363		293	323		14.7	93	73	0.14	2.4	1.1	0.64	1.3	1.1	25	MUD
10.6	291	376		305	336		14.7	94	75	0.14	2.4	1.1	0.66	1.4	1.2	27	MUD
10.8	312	386		326	346		13.7	95	77	0.08	2.6	0.7	0.70	1.5	0.8	29	MUD AND/OR PEAT
11.0	317	413		330	373		15.7	96	81	0.17	2.6	1.5	0.70	1.5	1.7	30	CLAY
11.2	299	399		312	359		15.7	97	80	0.20	2.4	1.6	0.64	1.3	1.7	27	CLAY
11.4	315	411		328	371		15.7	98	82	0.18	2.5	1.5	0.67	1.4	1.6	29	CLAY
11.6	325	431		337	391		15.7	99	84	0.21	2.5	1.9	0.68	1.5	2.0	30	CLAY
11.8	347	441		360	401		15.7	101	86	0.15	2.7	1.4	0.72	1.6	1.7	33	CLAY
12.0	329	417		342	377		15.7	102	88	0.14	2.5	1.2	0.67	1.4	1.3	30	CLAY
12.2	346	446		359	406		15.7	103	90	0.18	2.6	1.6	0.70	1.5	1.8	32	CLAY
12.4	333	431		346	391		15.7	104	92	0.18	2.4	1.6	0.66	1.4	1.7	29	CLAY
12.6	337	436		350	396		15.7	105	94	0.18	2.4	1.6	0.65	1.4	1.7	30	CLAY
12.8	346	445		359	405		15.7	106	96	0.18	2.5	1.6	0.66	1.4	1.7	30	CLAY
13.0	352	455		365	415		15.7	108	98	0.19	2.5	1.7	0.67	1.4	1.9	31	CLAY
13.2	365	465		378	425		15.7	109	100	0.17	2.6	1.6	0.68	1.5	1.8	32	CLAY
13.4	371	473		384	433		15.7	110	102	0.18	2.6	1.7	0.69	1.5	1.9	33	CLAY
13.6	354	456		367	416		15.7	111	104	0.19	2.4	1.7	0.64	1.3	1.7	30	CLAY
13.8	369	470		382	430		15.7	112	106	0.18	2.5	1.7	0.66	1.4	1.8	32	CLAY
14.0	366	472		378	432		15.7	113	108	0.20	2.4	1.9	0.64	1.3	1.9	31	CLAY
14.2	369	468		382	428		15.7	115	110	0.17	2.4	1.6	0.64	1.3	1.6	31	CLAY
14.4	396	486		409	446		15.7	116	112	0.12	2.6	1.3	0.69	1.5	1.4	35	CLAY
14.6	358	469		370	429		15.7	117	114	0.23	2.2	2.0	0.59	1.2	1.9	29	CLAY
14.8	395	502		407	462		15.7	118	116	0.19	2.5	1.9	0.66	1.4	2.0	34	CLAY
15.0	408	493		422	453		15.7	119	119	0.16	2.2	1.6	0.65	1.2	1.6	40	MUD
15.2	400	486		413	446		14.7	120	120	0.11	2.4	1.1	0.66	1.4	1.2	34	MUD
15.4	379	480		392	440		15.7	121	122	0.18	2.2	1.7	0.60	1.2	1.6	31	CLAY
15.6	395	490		408	450		15.7	122	124	0.15	2.3	1.5	0.63	1.3	1.5	32	CLAY
15.8	411	513		424	473		15.7	124	126	0.17	2.4	1.7	0.64	1.3	1.6	34	CLAY
16.0	403	487		417	447		14.7	125	128	0.11	2.3	1.1	0.63	1.3	1.1	33	MUD
16.2	408	487		422	447		13.7	126	129	0.09	2.3	0.9	0.63	1.3	0.9	33	MUD AND/OR PEAT
16.4	401	501		414	461		15.7	127	131	0.17	2.2	1.6	0.60	1.2	1.6	32	CLAY
16.6	408	507		417	467		15.7	128	133	0.16	2.2	1.6	0.61	1.2	1.6	33	CLAY
16.8	427	522		440	482		15.7	129	135	0.14	2.4	1.5	0.64	1.3	1.5	35	CLAY
17.0	438	539		451	499		15.7	130	137	0.15	2.4	1.7	0.65	1.3	1.7	36	CLAY
17.2	444	528		458	488		13.7	131	139	0.10	2.4	1.1	0.65	1.4	1.1	37	MUD AND/OR PEAT
17.4	443	533		457	493		15.7	132	142	0.11	2.4	1.2	0.64	1.3	1.2	38	CLAY
17.6	409	522		421	482		15.7	133	143	0.22	2.1	2.1	0.57	1.1	1.9	31	CLAY
17.8	418	531		430	491		15.7	134	145	0.21	2.1	2.1	0.58	1.1	1.9	32	CLAY
18.0	424	511		437	471		14.7	136	147	0.12	2.1	1.2	0.58	1.1	1.1	32	MUD
18.2	433	519		446	479		14.7	137	149	0.11	2.1	1.1	0.57	1.1	1.1	33	MUD
18.4	446	565		458	525		16.7	138	151	0.22	2.2	2.3	0.60	1.2	2.2	35	CLAY
18.6	451	572		463	532		16.7	139	153	0.22	2.2	2.4	0.60	1.2	2.3	35	CLAY
18.8	448	583		459	543		16.7	140	155	0.28	2.2	2.9	0.59	1.1	2.7	40	CLAY
19.0	456	616		466	576		16.7	142	156	0.20	2.5	2.4	0.66	1.4	2.6	40	CLAY
19.2	497	615		509	575		16.7	143	159	0.19	2.4	2.3	0.66	1.4	2.4	34	CLAY
19.4	501	622		513	582		16.7	144	161	0.20	2.4	2.4	0.66	1.4	2.5	41	CLAY
19.6	511	630		523	590		16.7	146	163	0.19	2.5	2.3	0.66	1.4	2.5	42	CLAY
19.8	505	610		518	570		16.7	147	165	0.15	2.3	1.8	0.65	1.3	1.9	41	CLAY
20.0	541	645		554	605		16.7	149	167	0.13	2.6	1.8	0.69	1.5	2.0	45	CLAY
20.2	518	650		529	610		16.7	150	169	0.22	2.4	2.8	0.65	1.3	2.9	42	CLAY
20.4	501	639		512	599		16.7	151	171	0.26	2.3	3.0	0.61	1.2	2.9	39	CLAY

(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kN/m <sup>2</sup> )	(kPa)	(kPa)	(MPa)	(Deg)	(MPa)	(kPa)	DESCRIPTION			
20.6	510	656		520	616		16.7	153	173	0.27	2.3	3.3	0.62	1.2	3.3	40	CLAY
20.8	524	665		535	625		16.7	154	175	0.25	2.3	3.1	0.63	1.3	3.2	41	CLAY
21.0	582	700		594	660		16.7	155	177	0.16	2.7	2.3	0.71	1.6	2.6	49	CLAY
21.2	498	623		510	583		16.7	157	179	0.22	2.1	2.6	0.57	1.1	2.3	37	CLAY
21.4	545	668		557	628		16.7	158	181	0.19	2.4	2.5	0.64	1.3	2.5	43	CLAY
21.6	538	642		551	602		16.7	160	182	0.14	2.3	1.8	0.62	1.3	1.8	42	CLAY
21.8	545	653		557	625		16.7	161	184	0.18	2.3	2.4	0.64	1.3	2.4	42	CLAY
22.0	546	657		558	617		16.7	162	186	0.16	2.3	2.0	0.62	1.2	2.0	42	CLAY
22.2	522	640		534	600		16.7	164	188	0.19	2.1	2.3	0.57	1.1	2.1	39	CLAY
22.4	526	654		537	614		16.7	165	190	0.22	2.1	2.7	0.57	1.1	2.4	39	CLAY
22.6	535	670		546	630		16.7	166	192	0.24	2.1	2.9	0.58	1.1	2.7	40	CLAY
22.8	612	641		612	641		16.7	168	194	0.24	2.0	2.7	0.53	0.97	2.3	36	CLAY
23.0	531	640		543	600		16.7	169	196	0.16	2.1	2.0	0.56	1.0	1.7	38	CLAY
23.2	549	651		562	611		16.7	171	198	0.14	2.1	1.7	0.58	1.1	1.6	41	CLAY
23.4	525	659		536	619		16.7	172	200	0.25	2.0	2.9	0.53	0.97	2.4	37	CLAY
23.6	532	648		544	608		16.7	173	202	0.19	2.0	2.2	0.54	0.98	1.9	37	CLAY
23.8	513	634		525	594		16.7	175	204	0.22	1.8	2.4	0.50	0.88	2.0	35	CLAY
24.0	537	655		548	625		16.7	176	206	0.22	1.9	2.7	0.53	0.96	2.3	37	CLAY
24.2	547	671		559	631		16.7	177	208	0.21	2.0	2.5	0.54	0.98	2.1	38	CLAY
24.4	558	691		569	651		16.7	179	210	0.23	2.0	2.8	0.55	1.0	2.4	40	CLAY
24.6	541	675		552	635		16.7	180	212	0.24	1.9	2.9	0.51	0.92	2.4	37	CLAY
24.8	546	675		557	635		16.7	182	214	0.23	1.9	2.7	0.51	0.92	2.3	37	CLAY
25.0	545	675		556	635		16.7	183	216	0.23	1.9	2.7	0.51	0.90	2.3	37	CLAY
25.2	545	676		556	636		16.7	184	218	0.24	1.8	2.8	0.50	0.88	2.4	36	CLAY
25.4	556	689		567	649		16.7	186	220	0.24	1.9	2.8	0.51	0.90	2.4	38	CLAY
25.6	601	736		612	6												

**Anexo 6. Ensayos de Laboratorio de la Escuela Colombiana de  
Ingeniería Julio Garavito**



LABORATORIO  
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales  
REGISTRO EXPLORACION DEL SUB-SUELO

Tipo de documento: Formas  
Código: F-08-108  
Versión: Versión 3  
Fecha de aprobación: 27/02/2015

COORDENADAS  
N: Hoja: 1 de 3  
E:  
Z:

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIEROS  
LOCALIZACION: ESCUELA DE INGENIEROS SONDEO N°: 7 JUNO 1  
INGENIERO: PERFORADOR: VALENTIN JEREZ  
EQUIPO: MUHIDRILL FECHA: MAYO 06 - 2015

Fecha / Vol agua (L)	Prof. (m)	Muestra N° / tipo/diámetro	DESCRIPCIÓN	RPI (kg/cm <sup>2</sup> )	SPT Golpes/cm	RCD (m)	Recbro (m)	Profundidad Revesamiento	Nivel freático (m) / hora	Retorno agua (%)
Mayo-06 0.00	0.50	54	AVANZA con palanquilla material. Diámetro en el eje 10cm. Nivel freático 15cm	7.05	7.0	60				
Mayo-06 0.30	0.50	55	Regres. material orgánico color café en la punta. Cambia a arcilla color café	7.0	7.0	35	9			
Mayo-06 0.65	0.50	55	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	35	9			
Mayo-06 1.00	0.50	55	La punta color café. Manchas negras y la arcilla amarilla. Manchas amarillas.	7.0	7.0	40				
Mayo-06 1.35	0.50	54	Plasticidad Alta	7.0	7.0	40				
Mayo-06 1.70	0.50	55	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	40				
Mayo-06 2.05	0.50	55	Continúa arcilla color gris manchada	7.0	7.0	40				
Mayo-06 2.40	0.50	55	Continúa arcilla color gris manchada	7.0	7.0	40				
Mayo-06 2.75	0.50	54	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	37	3			
Mayo-06 3.10	0.50	55	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	35				
Mayo-06 3.45	0.50	55	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	35				
Mayo-06 3.80	0.50	55	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	35				
Mayo-06 4.15	0.50	55	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	35				
Mayo-06 4.50	0.50	54	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	30				
Mayo-06 4.85	0.50	54	Avanza con palanquilla material. Nivel freático 15cm	7.0	7.0	30				
Mayo-06 5.20	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 5.55	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 5.90	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 6.25	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 6.60	0.50	54	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 6.95	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 7.30	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 7.65	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 8.00	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 8.35	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 8.70	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 9.05	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 9.40	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 9.75	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 10.10	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 10.45	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 10.80	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 11.15	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 11.50	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 11.85	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 12.20	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 12.55	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 12.90	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 13.25	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 13.60	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 13.95	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 14.30	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 14.65	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 15.00	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 15.35	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 15.70	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 16.05	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 16.40	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 16.75	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 17.10	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 17.45	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 17.80	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 18.15	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 18.50	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 18.85	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 19.20	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 19.55	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 19.90	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 20.25	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 20.60	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 20.95	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 21.30	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 21.65	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 22.00	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 22.35	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 22.70	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 23.05	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 23.40	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 23.75	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 24.10	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 24.45	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 24.80	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 25.15	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 25.50	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 25.85	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 26.20	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 26.55	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 26.90	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 27.25	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 27.60	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 27.95	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 28.30	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 28.65	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 29.00	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 29.35	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 29.70	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 30.05	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 30.40	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 30.75	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 31.10	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 31.45	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 31.80	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 32.15	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 32.50	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 32.85	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 33.20	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 33.55	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 33.90	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 34.25	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 34.60	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 34.95	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 35.30	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 35.65	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 36.00	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 36.35	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 36.70	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 37.05	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 37.40	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 37.75	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 38.10	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 38.45	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 38.80	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 39.15	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 39.50	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 39.85	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 40.20	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 40.55	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo-06 40.90	0.50	55	Continúa arcilla color café	7.0	7.0	30				
Mayo										

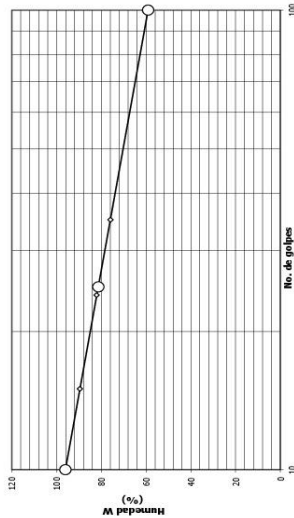
	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 1/1	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NTC 4630**

**PROYECTO:** EXPLORACION SUBIUSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA  
**Sitio:** AK-45 No. 205-59 Autopista Norte  
**Cliente:**   
**Sondeo:** S-1 **Dirección:**   
**Profundidad (m):** 1,40-2,00  
**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015  
**Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015  
**Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015  
**Código de Proyecto:**   
**Orden de Servicio:**   
**Informe:**   
**Fecha y hora de entrada al homo:** 05-05-2015; 10:00:00

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LIQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
No de golpes			
35	24	15	80
28	73	95	8,51
17,67	17,81	18,15	17,84
36,18	35,53	36,84	15,80
28,19	27,54	28,01	27,98
75,95	82,12	89,55	<b>Límite Plástico 27,90</b>



**Límite Líquido:** 81,4  
**Límite Plástico:** 27,9  
**Índice de Plasticidad:** 53,5  
**r:** 1,00

**Observaciones:**   
**Laborarista / Auxiliar de laboratorio:** Jeimy Bohórquez  
**Revisó y aprobó:** Carolina Ruiz Acero  
 Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESERVADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SONDEADA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN PRIMA.

	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-01 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 1/1	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NTC 1495**

**PROYECTO:** EXPLORACION GEO TECNICA Y ENSAYOS PARA LA APP VIADUCTO SOACHA.  
**Sitio:** SOACHA-K3-800  
**Cliente:** CAMO JIMENEZ ESTUDIOS S.A. **Dirección:** Av. Carrera 19 No. 95-55  
**Código de Proyecto:** LAB-295-15 **Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-295-15-01  
**Informe:** 1  
**Fecha y hora de entrada al homo:** 05-05-2015; 10:00:00  
**Fecha y hora de salida del homo:** 06-05-2015; 08:00:00

SONDEO/APARQUE O TRINCHERA	
No de muestra	
33	
SH	
Profundidad (m)	16,40-17,00
Fecha de recepción de la muestra	06/05/2015
Descripción de la muestra	Arcilla orgánica de alta plasticidad
Recipiente No.	12A
Peso de recipiente P2(g)	92,90
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	220,74
Muestra seca + recipiente P2(g)	133,30
Humedad W (%)	<b>216,4</b>

SONDEO/APARQUE O TRINCHERA	
No de muestra	
Profundidad (m)	
Fecha de recepción de la muestra	
Descripción de la muestra	
Recipiente No.	
Peso de recipiente P2(g)	
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	
Muestra seca + recipiente P2(g)	
Humedad W (%)	

**Observaciones:**   
**Laborarista / Auxiliar de laboratorio:** Jeimy Bohórquez  
**Revisó y aprobó:** Carolina Ruiz Acero  
 Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESERVADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SONDEADA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN PRIMA.



	
<b>LABORATORIO</b>	
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág.: 11	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NTC 4630**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK 45 No. 205-59 Autopista Norte

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Soporte:** S-1

**Dirección:** \_\_\_\_\_

**No de Muestra:** 9

**Profundidad (m):** 4,40-5,00

**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015

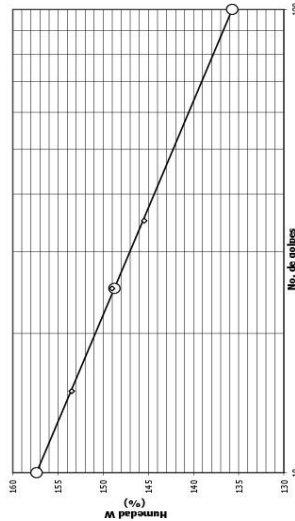
**Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015

**Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015

**Orden de Servicio:** \_\_\_\_\_

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LIQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	35	25	15
Peso del recipiente (g)	93	23	39
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,85	17,83	17,70
Peso de muestra seca + recip (g)	36,26	36,73	37,32
Humedad W (%)	25,35	25,42	25,44
Humedad W (%)	145,47	149,01	153,49
<b>Límite Líquido</b>	<b>148,78</b>		
<b>Límite Plástico</b>	<b>44,21</b>		



**Límite Líquido:** 148,8  
**Límite Plástico:** 44,2  
**Índice de Plasticidad:** 104,6  
**r:** 1,00

Clasificación según Casagrande: CH  
 Índice de Líquidez: .

Observaciones: \_\_\_\_\_

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez Revisó y aprobó: Capolina Ruz Acero  
 Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUcido EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE EN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMAS.

	
<b>LABORATORIO</b>	
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág.: 11	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NTC 4630**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK 45 No. 205-59 Autopista Norte

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Soporte:** S-1

**Dirección:** \_\_\_\_\_

**No de Muestra:** 6

**Profundidad (m):** 2,90-3,50

**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015

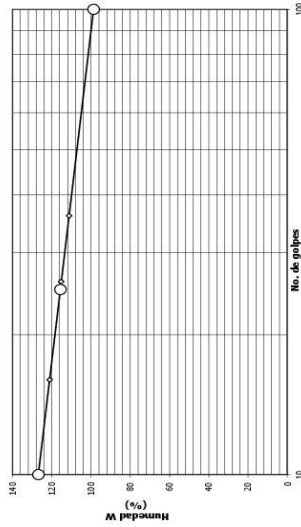
**Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015

**Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015

**Orden de Servicio:** \_\_\_\_\_

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LIQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	36	26	16
Peso del recipiente (g)	74	34	12
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,72	17,70	17,96
Peso de muestra seca + recip (g)	36,05	36,69	36,91
Humedad W (%)	26,40	26,52	26,53
Humedad W (%)	111,18	115,31	121,12
<b>Límite Líquido</b>	<b>115,69</b>		
<b>Límite Plástico</b>	<b>57,05</b>		



**Límite Líquido:** 115,7  
**Límite Plástico:** 57,0  
**Índice de Plasticidad:** 58,6  
**r:** 1,00

Clasificación según Casagrande: CH  
 Índice de Líquidez: .

Observaciones: \_\_\_\_\_

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez Revisó y aprobó: Capolina Ruz Acero  
 Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUcido EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE EN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMAS.

<b>LABORATORIO</b> Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 1/1	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
NTC 4630**

**PROYECTO:** EXPLORACION SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA

**Sitio:** AK-45 No. 205-59 Autopista Iltorte

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Sondeo:** S-1

**Tipo de Muestra:** SH

**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015

**Código de Proyecto:** \_\_\_\_\_

**Informe:** \_\_\_\_\_

**Dirección:** \_\_\_\_\_

**No de Muestra:** 15

**Profundidad (m):** 7.40-8.00

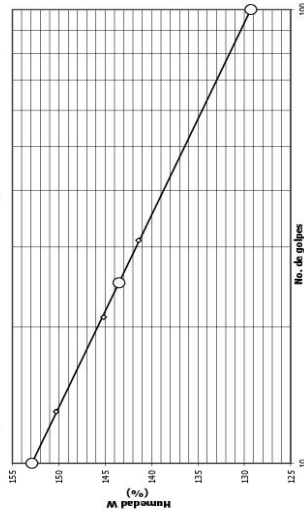
**Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015

**Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015

**Orden de Servicio:** \_\_\_\_\_

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	31	21	13
Peso del recipiente (g)	81	10	53
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,76	17,99	17,93
Peso de muestra seca + recip (g)	30,53	30,69	30,77
Humedad W (%)	22,05	23,17	23,06
<b>Límite Líquido</b>	<b>141,40</b>	<b>145,17</b>	<b>150,29</b>
<b>Límite Plástico</b>	<b>143,53</b>		



**Límite Líquido:** 143,5

**Límite Plástico:** 41,8

**Índice de Plasticidad:** 101,8

**P:** 1,00

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

**Clasificación según Casagrande:** CH

**Índice de Liquidez:** -

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jenny Bohórquez Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Azero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

<b>LABORATORIO</b> Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 1/1	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
NTC 4630**

**PROYECTO:** EXPLORACION SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA

**Sitio:** AK-45 No. 205-59 Autopista Iltorte

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Sondeo:** S-1

**Tipo de Muestra:** SH

**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015

**Código de Proyecto:** \_\_\_\_\_

**Informe:** \_\_\_\_\_

**Dirección:** \_\_\_\_\_

**No de Muestra:** 12

**Profundidad (m):** 5.90-6.50

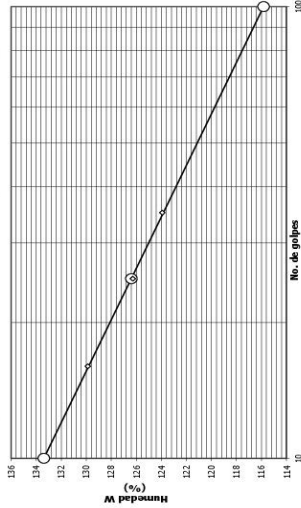
**Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015

**Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015

**Orden de Servicio:** \_\_\_\_\_

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	35	25	16
Peso del recipiente (g)	6	64	38
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,85	17,68	17,96
Peso de muestra seca + recip (g)	35,25	35,85	35,43
Humedad W (%)	25,51	25,71	25,56
<b>Límite Líquido</b>	<b>123,92</b>	<b>126,28</b>	<b>129,87</b>
<b>Límite Plástico</b>	<b>126,41</b>		



**Límite Líquido:** 126,4

**Límite Plástico:** 58,9

**Índice de Plasticidad:** 67,5

**P:** 1,00

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

**Clasificación según Casagrande:** CH

**Índice de Liquidez:** -

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jenny Bohórquez Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Azero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
NTC 4630**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK-45 No. 205-59 Autopista Norte

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Sondeo:** S-1      **Dirección:** \_\_\_\_\_

**Tipo de Muestra:** SH      **No de Muestra:** 21

**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015      **Profundidad (m):** 10,40-11,00

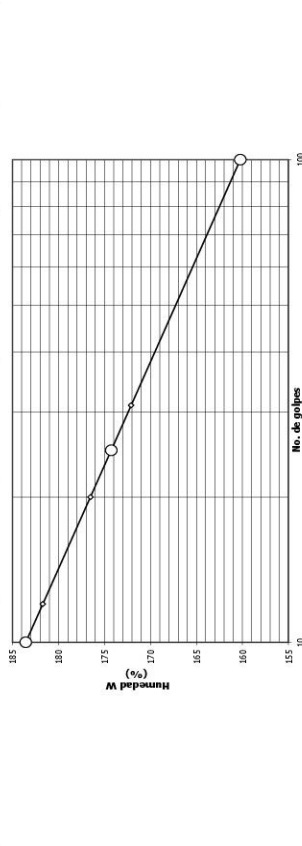
**Código de Proyecto:** \_\_\_\_\_      **Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015

**Informe:** \_\_\_\_\_      **Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015

**Orden de Servicio:** \_\_\_\_\_

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	31	20	12
Peso del recipiente (g)	86	84	27
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,51	17,81	17,60
Peso de muestra seca + recip (g)	31,17	31,72	31,32
Humedad W (%)	22,53	22,84	22,47
<b>Límite Líquido</b>	<b>172,11</b>	<b>176,54</b>	<b>181,72</b>
<b>Límite Plástico</b>	<b>174,29</b>		



**Límite Líquido:** 174,3  
**Límite Plástico:** 48,6  
**Índice de Plasticidad:** 125,7  
**P:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** CH  
**Índice de Liquidez:** -

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

Laboratista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO BRINDA. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
NTC 4630**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK-45 No. 205-59 Autopista Norte

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Sondeo:** S-1      **Dirección:** \_\_\_\_\_

**Tipo de Muestra:** SH      **No de Muestra:** 15

**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015      **Profundidad (m):** 7,40-8,00

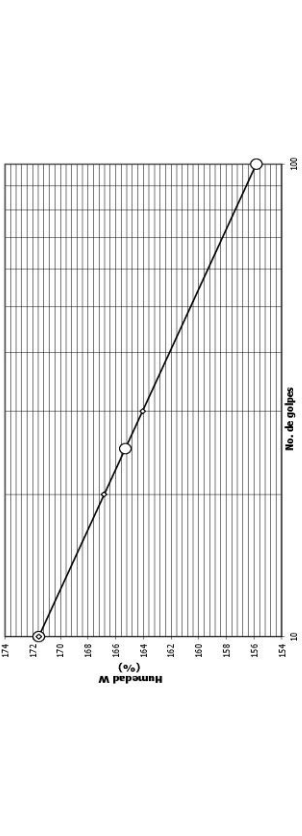
**Código de Proyecto:** \_\_\_\_\_      **Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015

**Informe:** \_\_\_\_\_      **Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015

**Orden de Servicio:** \_\_\_\_\_

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	30	20	10
Peso del recipiente (g)	78	7	88
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,42	17,86	17,69
Peso de muestra seca + recip (g)	31,23	31,71	31,92
Humedad W (%)	22,65	23,05	22,93
<b>Límite Líquido</b>	<b>164,05</b>	<b>166,86</b>	<b>171,56</b>
<b>Límite Plástico</b>	<b>165,31</b>		



**Límite Líquido:** 165,3  
**Límite Plástico:** 42,5  
**Índice de Plasticidad:** 122,8  
**P:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** CH  
**Índice de Liquidez:** -

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

Laboratista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO BRINDA. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
NTC 4630

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK 45 No. 205-59 Autopista Norte

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Sondeo:** S-1 **Dirección:** \_\_\_\_\_

**No de Muestra:** 27

**Profundidad (m):** 13,40-14,00

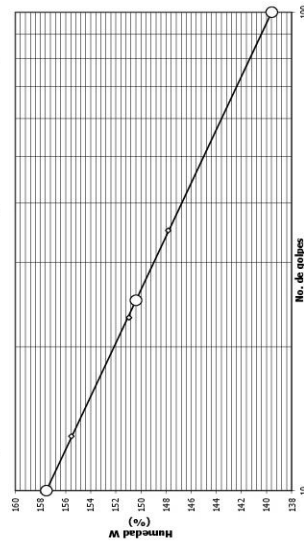
**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015 **Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015

**Código de Proyecto:** \_\_\_\_\_ **Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015

**Informe:** \_\_\_\_\_ **Orden de Servicio:** \_\_\_\_\_

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	35	23	13
Peso del recipiente (g)	50	30	36
Peso de muestra húmeda + recip (g)	18,05	17,92	17,84
Peso de muestra seca + recip (g)	32,35	32,45	32,15
Peso de muestra seca + recip (g)	23,82	23,71	23,44
Humedad W (%)	147,83	150,95	155,54
<b>Límite Líquido</b>	<b>150,40</b>		



**Límite Líquido:** 150,4 **Clasificación según Casagrande:** CH

**Límite Plástico:** 34,4 **Índice de Liquidez:** \_\_\_\_\_

**Índice de Plasticidad:** 116,0

**P:** 1,00

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez **Revisó y aprobó:** Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
NTC 4630

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK 45 No. 205-59 Autopista Norte

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Sondeo:** S-1 **Dirección:** \_\_\_\_\_

**No de Muestra:** 24

**Profundidad (m):** 11,90-12,50

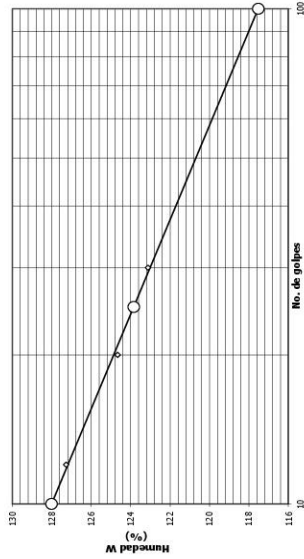
**Fecha de recepción de la muestra:** 14/02/2015 **Fecha de inicio ensayo:** 06/05/2015

**Código de Proyecto:** \_\_\_\_\_ **Fecha de fin ensayo:** 07/05/2015

**Informe:** \_\_\_\_\_ **Orden de Servicio:** \_\_\_\_\_

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	30	20	12
Peso del recipiente (g)	8	99	17
Peso de muestra húmeda + recip (g)	18,03	17,60	17,70
Peso de muestra húmeda + recip (g)	32,89	32,81	32,70
Peso de muestra seca + recip (g)	24,69	24,37	24,30
Humedad W (%)	123,12	124,67	127,27
<b>Límite Líquido</b>	<b>123,85</b>		



**Límite Líquido:** 123,8 **Clasificación según Casagrande:** CH

**Límite Plástico:** 33,3 **Índice de Liquidez:** \_\_\_\_\_

**Índice de Plasticidad:** 90,5

**P:** 1,00

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez **Revisó y aprobó:** Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA





<b>LABORATORIO</b> Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales		Tipo de Documento: FORMATO	
		Código: F-LAB-05	
		Versión: 2	
		Fecha Aprobación: 01/04/2015	
		Pag: 1/1	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE PESO UNITARIO PARAFINADO  
MÉTODO I.S.R.M**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK-45 No. 205-59 Autopista Norte

**Dirección:**

**Código de Proyecto:**

**Orden de Servicio:**

**Informe:** 06/05/2015

Sondeo	S-1	S-1	S-1	S-1	S-1
No de muestra	3	6	9	12	15
Tipo de muestra	SH	SH	SH	SH	SH
Profundidad (m)	1.40-2.00	2.90-3.50	4.40-5.00	5.90-6.50	7.40-8.00
Fecha de recepción de la muestra	06/05/2015	06/05/2015	06/05/2015	06/05/2015	06/05/2015
Descripción de la muestra	Arcilla inorgánica de alta plasticidad				
Peso muestra inicial (g)	78.10	62.70	104.70	114.60	82.80
Peso muestra parafinada en el aire + soporte (g)	462.40	448.00	494.90	508.70	466.30
Peso muestra parafinada sumergida+ soporte (g)	403.30	393.60	404.90	407.90	397.40
Peso del soporte (g)	374.80	374.80	374.80	374.80	374.80
Peso de muestra parafinada sumergida (g)	28.50	13.80	30.10	33.10	22.60
<b>Peso Unitario Total (g/cm³)</b>	<b>1.61</b>	<b>1.47</b>	<b>1.44</b>	<b>1.44</b>	<b>1.40</b>

Sondeo	S-1	S-1	S-1	S-1	S-1
No de muestra	18	21	24	27	27
Tipo de muestra	SH	SH	SH	SH	SH
Profundidad (m)	8.90-9.50	10.40-11.00	11.90-12.50	13.40-14.00	14.90-15.50
Fecha de recepción de la muestra	06/05/2015	06/05/2015	06/05/2015	06/05/2015	06/05/2015
Descripción de la muestra	Arcilla inorgánica de alta plasticidad				
Peso muestra inicial (g)	106.50	113.20	93.70	112.10	112.10
Peso muestra parafinada en el aire + soporte (g)	488.20	496.50	471.20	489.40	489.40
Peso muestra parafinada sumergida+ soporte (g)	403.10	404.20	400.90	407.50	407.50
Peso del soporte (g)	374.80	374.80	374.80	374.80	374.80
Peso de muestra parafinada sumergida (g)	28.30	29.40	26.10	32.70	32.70
<b>Peso Unitario Total (g/cm³)</b>	<b>1.38</b>	<b>1.37</b>	<b>1.39</b>	<b>1.42</b>	<b>1.42</b>

**Observaciones:**

Laboratrista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

<b>LABORATORIO</b> Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales		Tipo de Documento: FORMATO	
		Código: F-LAB-05	
		Versión: 2	
		Fecha Aprobación: 01/04/2015	
		Pag: 1/1	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE PESO UNITARIO PARAFINADO  
MÉTODO I.S.R.M**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK-45 No. 205-59 Autopista Norte

**Dirección:**

**Código de Proyecto:**

**Orden de Servicio:**

**Informe:** 06/05/2015

Sondeo	S-1	S-1	S-1
No de muestra	30	33	33
Tipo de muestra	SH	SH	SH
Profundidad (m)	14.90-15.50	16.40-17.00	16.40-17.00
Fecha de recepción de la muestra	06/05/2015	06/05/2015	06/05/2015
Descripción de la muestra	Arcilla inorgánica de alta plasticidad		
Peso muestra inicial (g)	86.70	109.60	109.60
Peso muestra parafinada en el aire + soporte (g)	472.30	496.70	496.70
Peso muestra parafinada sumergida+ soporte (g)	397.30	399.70	399.70
Peso del soporte (g)	374.60	374.60	374.60
Peso de muestra parafinada sumergida (g)	22.70	25.10	25.10
<b>Peso Unitario Total (g/cm³)</b>	<b>1.38</b>	<b>1.32</b>	<b>1.32</b>

Sondeo	S-1	S-1	S-1
No de muestra			
Tipo de muestra			
Profundidad (m)			
Fecha de recepción de la muestra			
Descripción de la muestra			
Peso muestra inicial (g)			
Peso muestra parafinada en el aire + soporte (g)			
Peso muestra parafinada sumergida+ soporte (g)			
Peso del soporte (g)			
Peso de muestra parafinada sumergida (g)			
<b>Peso Unitario Total (g/cm³)</b>			

**Observaciones:**

Laboratrista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

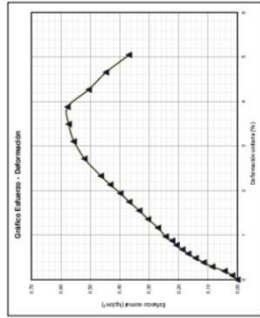


**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
**NTC 1527**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA  
**Sitio:** A# 45 No. 205-59 Autopista Norte  
**Cliente:** S-1  
**Sondeo:** SHELBY  
**Fecha de recepción de la muestra:** 25/04/2015  
**Código de Proyecto:** Informa:  
**Dirección:** No de Muestra: 6  
**Profundidad (m):** 2,90-3,50  
**Orden de Servicio:** 60/05/2015  
**Fecha de ensayo:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

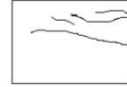
PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	13,09	Peso de la probeta (g)	538,64
Diámetro promedio (cm)	6,04	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0,785
Relación alargamiento	2,65	Nuestra humedad + recipiente (g)	1,489
Área (cm <sup>2</sup> )	375,66	Nuestra seca + recipiente (g)	
Volumen (cm <sup>3</sup> )		Humedad W (%)	89,71



**Observaciones:**  
Se presenta falla por agrietamiento vertical. R.P.I.: 0,25 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	2,13
<b>Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0,577
<b>Deformación en la falla (%)</b>	3,88
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	1,82
<b>Consistencia</b>	Mediana

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



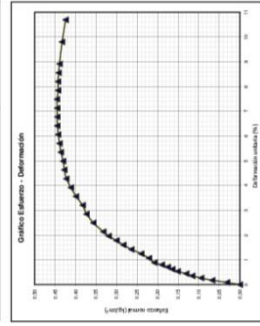
Laborante/a / Auxiliar de laboratorio: **Jenny B.**  
Revisó y aprobó: **Carolina Ruiz Acero**  
Ingeniera de Laboratorio  
Carrera 15 No. 100-100, Bogotá, Colombia  
Teléfono: 331.1999 - Bogotá

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
**NTC 1527**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA  
**Sitio:** A# 45 No. 205-59 Autopista Norte  
**Cliente:** S-1  
**Sondeo:** SHELBY  
**Fecha de recepción de la muestra:** 25/04/2015  
**Código de Proyecto:** Informa:  
**Dirección:** No de Muestra: 3  
**Profundidad (m):** 1,40-2,00  
**Orden de Servicio:** 06/05/2015  
**Fecha de ensayo:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	14,25	Peso de la probeta (g)	942,01
Diámetro promedio (cm)	7,21	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0,981
Relación alargamiento	1,98	Nuestra humedad + recipiente (g)	1,619
Área (cm <sup>2</sup> )	40,83	Nuestra seca + recipiente (g)	
Volumen (cm <sup>3</sup> )	581,80	Humedad W (%)	65,02



**Observaciones:**  
Se presenta falla por abombamiento y plano inclinado. R.P.I.: 0,25 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	5,01
<b>Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0,58
<b>Deformación en la falla (%)</b>	7,48
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	1,49
<b>Consistencia</b>	Blanda

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



Laborante/a / Auxiliar de laboratorio: **Jenny B.**  
Revisó y aprobó: **Carolina Ruiz Acero**  
Ingeniera de Laboratorio  
Carrera 15 No. 100-100, Bogotá, Colombia  
Teléfono: 331.1999 - Bogotá

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA  
NTC 1527**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK 45 No. 205-59 Autopista Norte

**Clientes:** S-1

**Sondeo:** SHELBY

**Tipo de Muestra:** 12

**Fecha de recepción de la muestra:** 25/04/2015

**Código de Proyecto:**

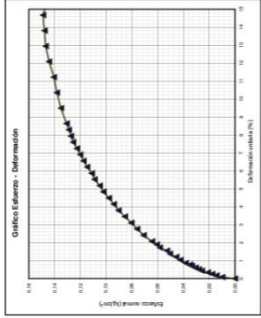
**Orden de Servicio:**

**Fecha de ensayo:** 06/05/2015

**Altímetro:**

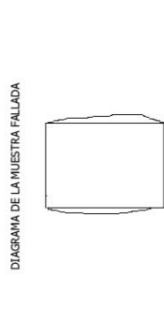
**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	14,71	Peso de la probeta (g)	855,19
Diámetro promedio (cm)	7,18	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0,635
Relación alar/al diámetro	2,05	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,436
Área (cm <sup>2</sup> )	40,49		
Volumen (cm <sup>3</sup> )	595,60		



**Observaciones:**  
Se presenta falla por abombamiento. R.P.I.: 0,0 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	<b>8,10</b>
<b>Resistencia a Compresión q<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>14,08</b>
<b>Deformación en la falla (%)</b>	<b>1,81</b>
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	<b>Muy Blanda</b>
<b>Consistencia</b>	



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acaro*  
Ingeniera de Laboratorio  
Carrera de Física, M  
Teléfono: 231.1591 - Bogotá

Laborante / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*

LABORATORIO DE  
LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO DEBE SER REPRODUCIDO SIN SU AUTORIZACIÓN. ESCUELA DEL LABORANTE QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VALIDO SIN FIRMAS.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA  
NTC 1527**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

**Sitio:** AK 45 No. 205-59 Autopista Norte

**Clientes:** S-1

**Sondeo:** SHELBY

**Tipo de Muestra:** 9

**Fecha de recepción de la muestra:** 25/04/2015

**Código de Proyecto:**

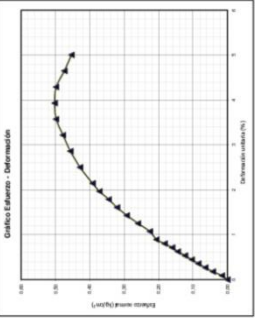
**Orden de Servicio:**

**Fecha de ensayo:** 06/05/2015

**Altímetro:**

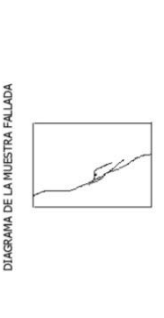
**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	14,21	Peso de la probeta (g)	826,20
Diámetro promedio (cm)	7,15	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0,635
Relación alar/al diámetro	1,99	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,448
Área (cm <sup>2</sup> )	40,15		
Volumen (cm <sup>3</sup> )	570,55		



**Observaciones:**  
Se presenta falla por agrietamiento vertical. R.P.I.: 0,25 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	<b>2,20</b>
<b>Resistencia a Compresión q<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>3,93</b>
<b>Deformación en la falla (%)</b>	<b>1,79</b>
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	<b>Mediana</b>
<b>Consistencia</b>	



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acaro*  
Ingeniera de Laboratorio  
Carrera de Física, M  
Teléfono: 231.1591 - Bogotá

Laborante / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*

LABORATORIO DE  
LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO DEBE SER REPRODUCIDO SIN SU AUTORIZACIÓN. ESCUELA DEL LABORANTE QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VALIDO SIN FIRMAS.

Altura promedio (cm) 14.09 Peso de la probeta (g) 791.46

Diámetro promedio (cm) 7.23 Densidad seca (g/cm³) 0.534

Relación abarajamiento 1.93 Densidad húmeda (g/cm³) 1.348

Área (cm²) 41.06

Volumen (cm³) 578.47

Altura promedio (cm) 13.15 Peso de la probeta (g) 731.55

Diámetro promedio (cm) 7.13 Densidad seca (g/cm³) 0.592

Relación abarajamiento 1.84 Densidad húmeda (g/cm³) 1.398

Área (cm²) 40.15

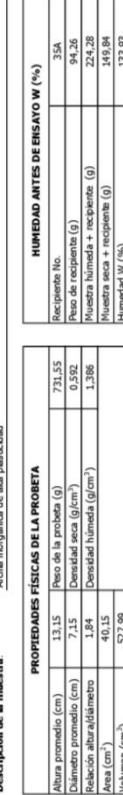
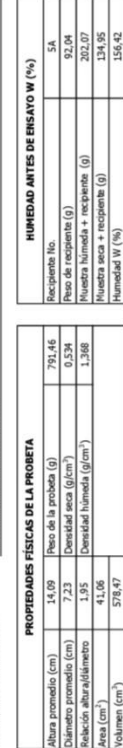
Volumen (cm³) 527.99

**PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA**

Alta promedio (cm)	Peso de la probeta (g)	Área corregida (cm²)	Esfuerzo de compresión (kg/cm²)
0	0.00	0.000	41.055
5	0.10	0.013	41.092
10	0.22	0.035	41.128
15	0.49	0.051	41.204
20	0.57	0.064	41.241
25	0.66	0.076	41.278
30	0.74	0.089	41.316
35	0.81	0.102	41.353
40	0.88	0.114	41.391
45	0.94	0.127	41.428
50	1.05	0.152	41.504
60	1.17	0.178	41.580
70	1.25	0.203	41.656
80	1.37	0.229	41.732
90	1.42	0.242	41.769
100	1.57	0.279	41.846
110	1.63	0.305	41.923
120	1.80	0.356	42.118
140	1.97	0.426	42.274
160	2.12	0.457	42.432
180	2.29	0.508	42.591
200	2.48	0.559	42.750
240	2.66	0.610	42.912
260	2.84	0.660	43.074
280	3.02	0.711	43.237
300	3.19	0.762	43.402
320	3.40	0.813	43.568
340	3.59	0.864	43.734
360	3.71	0.914	43.900
380	3.96	0.965	44.074
400	4.13	1.016	44.245
420	4.32	1.067	44.418
440	4.53	1.118	44.592
460	4.67	1.168	44.767
480	4.85	1.219	44.944
500	5.05	1.270	45.122
550	5.43	1.397	45.574
600	5.79	1.524	46.034
650	6.13	1.651	46.504
700	6.49	1.778	46.974
750	6.89	1.905	47.434
800	6.89	2.032	47.894
850	7.00	2.159	48.354

**PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA**

Alta promedio (cm)	Peso de la probeta (g)	Área corregida (cm²)	Esfuerzo de compresión (kg/cm²)
0	0.00	0.000	40.152
5	0.11	0.013	40.190
10	0.26	0.025	40.229
15	0.45	0.038	40.268
20	0.64	0.051	40.307
25	0.89	0.076	40.346
30	1.16	0.089	40.385
35	1.34	0.102	40.424
40	1.48	0.114	40.464
45	1.62	0.127	40.504
50	1.88	0.152	40.543
60	2.17	0.178	40.622
70	2.43	0.203	40.702
80	2.68	0.229	40.782
90	2.92	0.254	40.862
100	3.14	0.280	40.942
110	3.34	0.305	41.021
120	3.54	0.329	41.101
140	3.77	0.356	41.267
160	4.12	0.406	41.432
180	4.45	0.457	41.598
200	4.88	0.508	41.765
220	5.26	0.559	41.933
240	5.62	0.610	42.103
260	6.01	0.660	42.275
280	6.41	0.711	42.447
300	6.80	0.762	42.621
320	7.13	0.813	42.797
340	7.48	0.864	42.974
360	7.88	0.914	43.152
380	8.18	0.965	43.332
400	8.47	1.016	43.513
420	8.78	1.067	43.696
440	9.04	1.118	43.881
460	9.32	1.168	44.067
480	9.54	1.219	44.255
500	9.80	1.270	44.444
550	10.18	1.397	44.924
600	10.53	1.524	45.415
650	10.86	1.651	45.906
700	10.66	1.778	46.397
750	10.47	1.905	46.888
800	10.04	2.032	47.379
850	10.04	2.159	47.870

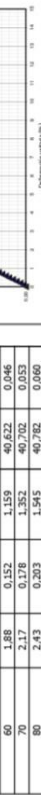
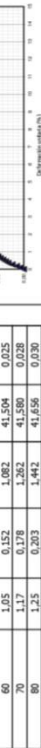


**Observaciones:**  
Se presenta falla por abombamiento y agrietamiento vertical R.P.L.: 0.0 kg/cm².

Duración del ensayo (min)	Resistencia a Compresión (kg/cm²)	Deformación en la falla (%)	Tasa de deformación (% por minuto)	Consistencia
6.32	6.32	0.238	12.56	Muy Blanda

**Observaciones:**  
Se presenta falla por plano inclinado, abombamiento y agrietamiento vertical R.P.L.: 0.0 kg/cm².

Duración del ensayo (min)	Resistencia a Compresión (kg/cm²)	Deformación en la falla (%)	Tasa de deformación (% por minuto)	Consistencia
6.32	6.32	0.238	12.56	Muy Blanda



Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero

Laborante / Auxiliar de laboratorio: Jimmy B.

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero

Laborante / Auxiliar de laboratorio: Jimmy B.



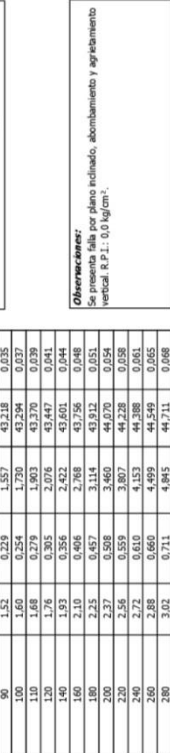
**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
**NTC 1527**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA  
**Recipiente No.:** 24  
**Altura promedio (cm):** 11.90-12.50  
**Clasificación:** S-1  
**Diámetro promedio (cm):** 7.91  
**Profundidad (m):** 21  
**Fecha de recepción de la muestra:** 25/04/2015  
**Orden de Servicio:** 06/05/2015  
**Fecha de ensayo:** 06/05/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

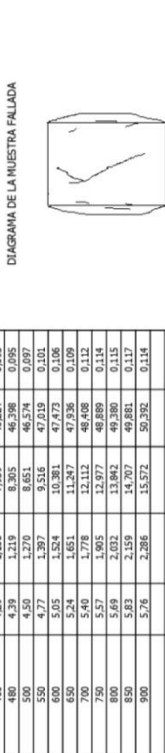
PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA	
Altura promedio (cm)	14.68
Diámetro promedio (cm)	7.91
Relación alaraldimento	1.89
Área (cm <sup>2</sup> )	49.14
Volumen (cm <sup>3</sup> )	730.72

Carga (kg)	Deformación longitudinal (%)	Deformación unitaria	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000	49.141	0.000
5	0.34	0.013	49.183	0.004
10	0.69	0.025	49.225	0.008
15	0.97	0.038	49.267	0.012
20	1.25	0.051	49.309	0.016
25	1.53	0.064	49.351	0.020
30	1.81	0.077	49.393	0.024
35	2.09	0.090	49.435	0.028
40	2.37	0.103	49.477	0.032
45	2.65	0.116	49.519	0.036
50	2.93	0.129	49.561	0.040
55	3.21	0.142	49.603	0.044
60	3.49	0.155	49.645	0.048
65	3.77	0.168	49.687	0.052
70	4.05	0.181	49.729	0.056
75	4.33	0.194	49.771	0.060
80	4.61	0.207	49.813	0.064
85	4.89	0.220	49.855	0.068
90	5.17	0.233	49.897	0.072
95	5.45	0.246	49.939	0.076
100	5.73	0.259	49.981	0.080
105	6.01	0.272	50.023	0.084
110	6.29	0.285	50.065	0.088
115	6.57	0.298	50.107	0.092
120	6.85	0.311	50.149	0.096
125	7.13	0.324	50.191	0.100
130	7.41	0.337	50.233	0.104
135	7.69	0.350	50.275	0.108
140	7.97	0.363	50.317	0.112
145	8.25	0.376	50.359	0.116
150	8.53	0.389	50.401	0.120
155	8.81	0.402	50.443	0.124
160	9.09	0.415	50.485	0.128
165	9.37	0.428	50.527	0.132
170	9.65	0.441	50.569	0.136
175	9.93	0.454	50.611	0.140
180	10.21	0.467	50.653	0.144
185	10.49	0.480	50.695	0.148
190	10.77	0.493	50.737	0.152
195	11.05	0.506	50.779	0.156
200	11.33	0.519	50.821	0.160
205	11.61	0.532	50.863	0.164
210	11.89	0.545	50.905	0.168
215	12.17	0.558	50.947	0.172
220	12.45	0.571	50.989	0.176
225	12.73	0.584	51.031	0.180
230	13.01	0.597	51.073	0.184
235	13.29	0.610	51.115	0.188
240	13.57	0.623	51.157	0.192
245	13.85	0.636	51.199	0.196
250	14.13	0.649	51.241	0.200
255	14.41	0.662	51.283	0.204
260	14.69	0.675	51.325	0.208
265	14.97	0.688	51.367	0.212
270	15.25	0.701	51.409	0.216
275	15.53	0.714	51.451	0.220
280	15.81	0.727	51.493	0.224
285	16.09	0.740	51.535	0.228
290	16.37	0.753	51.577	0.232
295	16.65	0.766	51.619	0.236
300	16.93	0.779	51.661	0.240
305	17.21	0.792	51.703	0.244
310	17.49	0.805	51.745	0.248
315	17.77	0.818	51.787	0.252
320	18.05	0.831	51.829	0.256
325	18.33	0.844	51.871	0.260
330	18.61	0.857	51.913	0.264
335	18.89	0.870	51.955	0.268
340	19.17	0.883	51.997	0.272
345	19.45	0.896	52.039	0.276
350	19.73	0.909	52.081	0.280
355	20.01	0.922	52.123	0.284
360	20.29	0.935	52.165	0.288
365	20.57	0.948	52.207	0.292
370	20.85	0.961	52.249	0.296
375	21.13	0.974	52.291	0.300
380	21.41	0.987	52.333	0.304
385	21.69	1.000	52.375	0.308
390	21.97	1.013	52.417	0.312
395	22.25	1.026	52.459	0.316
400	22.53	1.039	52.501	0.320
405	22.81	1.052	52.543	0.324
410	23.09	1.065	52.585	0.328
415	23.37	1.078	52.627	0.332
420	23.65	1.091	52.669	0.336
425	23.93	1.104	52.711	0.340
430	24.21	1.117	52.753	0.344
435	24.49	1.130	52.795	0.348
440	24.77	1.143	52.837	0.352
445	25.05	1.156	52.879	0.356
450	25.33	1.169	52.921	0.360
455	25.61	1.182	52.963	0.364
460	25.89	1.195	53.005	0.368
465	26.17	1.208	53.047	0.372
470	26.45	1.221	53.089	0.376
475	26.73	1.234	53.131	0.380
480	27.01	1.247	53.173	0.384
485	27.29	1.260	53.215	0.388
490	27.57	1.273	53.257	0.392
495	27.85	1.286	53.299	0.396
500	28.13	1.299	53.341	0.400
505	28.41	1.312	53.383	0.404
510	28.69	1.325	53.425	0.408
515	28.97	1.338	53.467	0.412
520	29.25	1.351	53.509	0.416
525	29.53	1.364	53.551	0.420
530	29.81	1.377	53.593	0.424
535	30.09	1.390	53.635	0.428
540	30.37	1.403	53.677	0.432
545	30.65	1.416	53.719	0.436
550	30.93	1.429	53.761	0.440
555	31.21	1.442	53.803	0.444
560	31.49	1.455	53.845	0.448
565	31.77	1.468	53.887	0.452
570	32.05	1.481	53.929	0.456
575	32.33	1.494	53.971	0.460
580	32.61	1.507	54.013	0.464
585	32.89	1.520	54.055	0.468
590	33.17	1.533	54.097	0.472
595	33.45	1.546	54.139	0.476
600	33.73	1.559	54.181	0.480
605	34.01	1.572	54.223	0.484
610	34.29	1.585	54.265	0.488
615	34.57	1.598	54.307	0.492
620	34.85	1.611	54.349	0.496
625	35.13	1.624	54.391	0.500
630	35.41	1.637	54.433	0.504
635	35.69	1.650	54.475	0.508
640	35.97	1.663	54.517	0.512
645	36.25	1.676	54.559	0.516
650	36.53	1.689	54.601	0.520
655	36.81	1.702	54.643	0.524
660	37.09	1.715	54.685	0.528
665	37.37	1.728	54.727	0.532
670	37.65	1.741	54.769	0.536
675	37.93	1.754	54.811	0.540
680	38.21	1.767	54.853	0.544
685	38.49	1.780	54.895	0.548
690	38.77	1.793	54.937	0.552
695	39.05	1.806	54.979	0.556
700	39.33	1.819	55.021	0.560
705	39.61	1.832	55.063	0.564
710	39.89	1.845	55.105	0.568
715	40.17	1.858	55.147	0.572
720	40.45	1.871	55.189	0.576
725	40.73	1.884	55.231	0.580
730	41.01	1.897	55.273	0.584
735	41.29	1.910	55.315	0.588
740	41.57	1.923	55.357	0.592
745	41.85	1.936	55.399	0.596
750	42.13	1.949	55.441	0.600
755	42.41	1.962	55.483	0.604
760	42.69	1.975	55.525	0.608
765	42.97	1.988	55.567	0.612
770	43.25	2.001	55.609	0.616
775	43.53	2.014	55.651	0.620
780	43.81	2.027	55.693	0.624
785	44.09	2.040	55.735	0.628
790	44.37	2.053	55.777	0.632
795	44.65	2.066	55.819	0.636
800	44.93	2.079	55.861	0.640
805	45.21	2.092	55.903	0.644
810	45.49	2.105	55.945	0.648
815	45.77	2.118	55.987	0.652
820	46.05	2.131	56.029	0.656
825	46.33	2.144	56.071	0.660
830	46.61	2.157	56.113	0.664
835	46.89	2.170	56.155	0.668
840	47.17	2.183	56.197	0.672
845	47.45	2.196	56.239	0.676
850	47.73	2.209	56.281	0.680
855	48.01	2.222	56.323	0.684
860	48.29	2.235	56.365	0.688
865	48.57	2.248	56.407	0.692
870	48.85	2.261	56.449	0.696
875	49.13	2.274	56.491	0.700
880	49.41	2.287	56.533	0.704
885	49.69	2.300	56.575	0.708
890	49.97	2.313	56.617	0.712
895	50.25	2.326	56.659	0.716
900	50.53	2.339	56.701	0.720



**Observaciones:** Se presenta falla por abombamiento y agrietamiento vertical. R.P.I.: 0.0 kg/cm<sup>2</sup>.

Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.03
Deformación en la falla (%)	14.71
Tasa de deformación (% por minuto)	1.83
Consistencia	Muy Blanda



**Revisó y aprobó:** Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio  
LABORATORIO 08  
Carrera 28 #193A-84  
Teléfono: 221.9399 - Bogotá  
LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA QUE SE HA RESUMIDO EN ESTE INFORME. NO ES VALIDO SIN FIRMAR.  
ESCUELA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VALIDO SIN FIRMAR.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
**NTC 1527**

**PROYECTO:** EXPLORACIÓN SUBSUELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA  
**Recipiente No.:** 7A  
**Altura promedio (cm):** 94.47  
**Clasificación:** S-1  
**Diámetro promedio (cm):** 7.91  
**Profundidad (m):** 21  
**Fecha de recepción de la muestra:** 25/04/2015  
**Orden de Servicio:** 06/05/2015  
**Fecha de ensayo:** 06/05/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla inorgánica de alta plasticidad

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA	
Altura promedio (cm)	14.67
Diámetro promedio (cm)	7.91
Relación alaraldimento	1.89
Área (cm <sup>2</sup> )	49.14
Volumen (cm <sup>3</sup> )	730.72

Carga (kg)	Deformación longitudinal (%)	Deformación unitaria	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000	49.141	0.000
5	0.18	0.013	49.183	0.004
10	0.35	0.025	49.225	0.008
15	0.52	0.038	49.267	0.012
20	0.69	0.051	49.309	0.016
25	0.86	0.064	49.351	0.020
30	1.03	0.077	49.393	0.

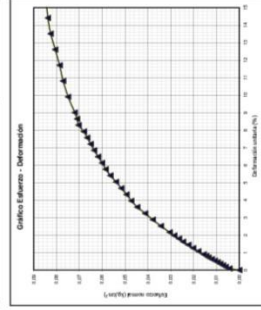
**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA NTC 1527**

PROYECTO: EXPLORACIÓN SUBSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA  
 Sitio: Av. 45 No. 205-59 Autopista Norte  
 Cliente: S-1  
 No de Muestra: 30  
 Dirección: 14.90-15.50  
 Fecha de recepción de la muestra: 25/04/2015  
 Suelo: SHEBY  
 Orden de Servicio: 06/05/2015  
 Fecha de ensayo: 06/05/2015

Descripción de la muestra: Arcilla incohesiva de alta plasticidad

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBIETA	
Altura promedio (cm)	7.74.28
Diámetro promedio (cm)	0.5594
Relación altura/diámetro	1.395
Área (cm <sup>2</sup> )	42.08
Volumen (cm <sup>3</sup> )	593.38

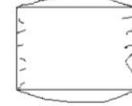
Carga (kg)	Deformación longitudinal (%)	Deformación unitaria (%)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	42.08	0.00
5	0.18	0.13	42.121	0.04
10	0.25	0.25	42.159	0.066
15	0.30	0.38	42.198	0.07
20	0.35	0.51	42.236	0.08
25	0.40	0.64	42.274	0.09
30	0.45	0.76	42.312	0.11
35	0.51	0.89	42.351	0.12
40	0.57	1.02	42.389	0.13
45	0.61	1.14	42.427	0.14
50	0.66	1.27	42.466	0.16
55	0.71	1.39	42.504	0.18
60	0.76	1.52	42.543	0.20
65	0.81	1.64	42.581	0.22
70	0.85	1.77	42.619	0.24
75	0.90	1.90	42.657	0.26
80	0.95	2.03	42.695	0.28
85	1.00	2.16	42.733	0.30
90	1.05	2.29	42.771	0.32
95	1.10	2.42	42.809	0.34
100	1.15	2.55	42.847	0.36
110	1.22	2.79	42.934	0.38
120	1.31	3.05	43.013	0.40
130	1.40	3.32	43.092	0.42
140	1.48	3.58	43.172	0.44
150	1.57	3.85	43.252	0.46
160	1.64	4.12	43.332	0.48
180	1.79	4.67	43.494	0.54
200	1.95	5.22	43.656	0.60
220	2.07	5.59	43.820	0.66
240	2.17	6.00	43.985	0.72
260	2.26	6.41	44.150	0.78
280	2.35	6.82	44.315	0.84
300	2.51	7.44	44.480	0.90
320	2.61	7.85	44.645	0.96
340	2.69	8.26	44.810	1.02
360	2.78	8.67	44.975	1.08
380	2.87	9.08	45.140	1.14
400	2.95	9.49	45.305	1.20
420	3.03	9.90	45.470	1.26
440	3.11	10.31	45.635	1.32
460	3.19	10.72	45.800	1.38
480	3.27	11.13	45.965	1.44
500	3.35	11.54	46.130	1.50
520	3.43	11.95	46.295	1.56
540	3.51	12.36	46.460	1.62
560	3.59	12.77	46.625	1.68
580	3.67	13.18	46.790	1.74
600	3.75	13.59	46.955	1.80
620	3.83	14.00	47.120	1.86
640	3.91	14.41	47.285	1.92
660	3.99	14.82	47.450	1.98
680	4.07	15.23	47.615	2.04
700	4.15	15.64	47.780	2.10
720	4.23	16.05	47.945	2.16
740	4.31	16.46	48.110	2.22
760	4.39	16.87	48.275	2.28
780	4.47	17.28	48.440	2.34
800	4.55	17.69	48.605	2.40
820	4.63	18.10	48.770	2.46
840	4.71	18.51	48.935	2.52
860	4.79	18.92	49.100	2.58
880	4.87	19.33	49.265	2.64
900	4.95	19.74	49.430	2.70



**Observaciones:**  
 Se presenta falla por abombamiento y agrandamiento vertical R.P.I.: 0.0 kg/cm<sup>2</sup>.

Duración del ensayo (min)	8.31
Resistencia a Compresión q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0.85
Deformación en la falla (%)	15.31
Tasa de deformación (‰ por minuto)	1.84
Consistencia	Muy blanda

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
 Ingeniera de Laboratorio  
 Laboratorio / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*  
 Laboratorio US  
 Cero 29 97534-04  
 Teléfono: 2215591 - Bogotá

TODOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS SOLICITADAS Y ENTREGADAS EN EL MOMENTO DE SER RECOLECTADAS EN EL TITULO DE PROCEDIMIENTO LABORATORIO. LA ESCUELA DE LAZARVIDO QUE LO HIZO EN ESTE MOMENTO NO ES VALIDO SIN FIRMAS.

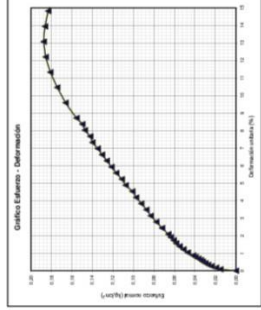
**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA NTC 1527**

PROYECTO: EXPLORACIÓN SUBSELO ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA  
 Sitio: Av. 45 No. 205-59 Autopista Norte  
 Cliente: S-1  
 No de Muestra: 27  
 Dirección: 13.40-14.00  
 Fecha de recepción de la muestra: 25/04/2015  
 Suelo: SHEBY  
 Orden de Servicio: 06/05/2015  
 Fecha de ensayo: 06/05/2015

Descripción de la muestra: Arcilla incohesiva de alta plasticidad

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBIETA	
Altura promedio (cm)	8.29.21
Diámetro promedio (cm)	0.692
Relación altura/diámetro	1.429
Área (cm <sup>2</sup> )	39.82
Volumen (cm <sup>3</sup> )	580.11

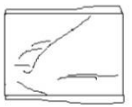
Carga (kg)	Deformación longitudinal (%)	Deformación unitaria (%)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	39.815	0.000
5	0.60	0.13	39.850	0.015
10	0.77	0.25	39.885	0.019
15	0.95	0.38	39.920	0.024
20	1.08	0.51	39.955	0.027
25	1.19	0.64	39.990	0.030
30	1.29	0.76	40.025	0.032
35	1.37	0.89	40.060	0.034
40	1.47	1.02	40.095	0.037
45	1.54	1.14	40.130	0.039
50	1.62	1.27	40.165	0.041
55	1.69	1.39	40.200	0.043
60	1.76	1.52	40.235	0.045
65	1.83	1.64	40.270	0.047
70	1.90	1.77	40.305	0.049
75	1.97	1.90	40.340	0.051
80	2.04	2.03	40.375	0.053
85	2.11	2.16	40.410	0.055
90	2.18	2.29	40.445	0.058
95	2.25	2.42	40.480	0.060
100	2.32	2.55	40.515	0.062
110	2.40	2.79	40.594	0.064
120	2.48	3.05	40.673	0.066
130	2.56	3.32	40.752	0.068
140	2.64	3.58	40.831	0.070
150	2.71	3.85	40.910	0.072
160	2.79	4.12	40.989	0.074
180	2.94	4.67	41.151	0.080
200	3.09	5.22	41.313	0.086
220	3.24	5.77	41.475	0.092
240	3.39	6.32	41.637	0.098
260	3.54	6.87	41.799	0.104
280	3.69	7.42	41.961	0.110
300	3.84	7.97	42.123	0.116
320	3.99	8.52	42.285	0.122
340	4.14	9.07	42.447	0.128
360	4.29	9.62	42.609	0.134
380	4.44	10.17	42.771	0.140
400	4.59	10.72	42.933	0.146
420	4.74	11.27	43.095	0.152
440	4.89	11.82	43.257	0.158
460	5.04	12.37	43.419	0.164
480	5.19	12.92	43.581	0.170
500	5.34	13.47	43.743	0.176
520	5.49	14.02	43.905	0.182
540	5.64	14.57	44.067	0.188
560	5.79	15.12	44.229	0.194
580	5.94	15.67	44.391	0.200
600	6.09	16.22	44.553	0.206
620	6.24	16.77	44.715	0.212
640	6.39	17.32	44.877	0.218
660	6.54	17.87	45.039	0.224
680	6.69	18.42	45.201	0.230
700	6.84	18.97	45.363	0.236
720	6.99	19.52	45.525	0.242
740	7.14	20.07	45.687	0.248
760	7.29	20.62	45.849	0.254
780	7.44	21.17	46.011	0.260
800	7.59	21.72	46.173	0.266
820	7.74	22.27	46.335	0.272
840	7.89	22.82	46.497	0.278
860	8.04	23.37	46.659	0.284
880	8.19	23.92	46.821	0.290
900	8.34	24.47	46.983	0.296



**Observaciones:**  
 Se presenta falla por abalo indicado, abombamiento y agrandamiento vertical R.P.I.: 0.0 kg/cm<sup>2</sup>.

Duración del ensayo (min)	7.46
Resistencia a Compresión q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	1.88
Deformación en la falla (%)	13.07
Tasa de deformación (‰ por minuto)	1.75
Consistencia	Muy blanda

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
 Ingeniera de Laboratorio  
 Laboratorio / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*  
 Laboratorio US  
 Cero 29 97534-04  
 Teléfono: 2215591 - Bogotá

TODOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS SOLICITADAS Y ENTREGADAS EN EL MOMENTO DE SER RECOLECTADAS EN EL TITULO DE PROCEDIMIENTO LABORATORIO. LA ESCUELA DE LAZARVIDO QUE LO HIZO EN ESTE MOMENTO NO ES VALIDO SIN FIRMAS.

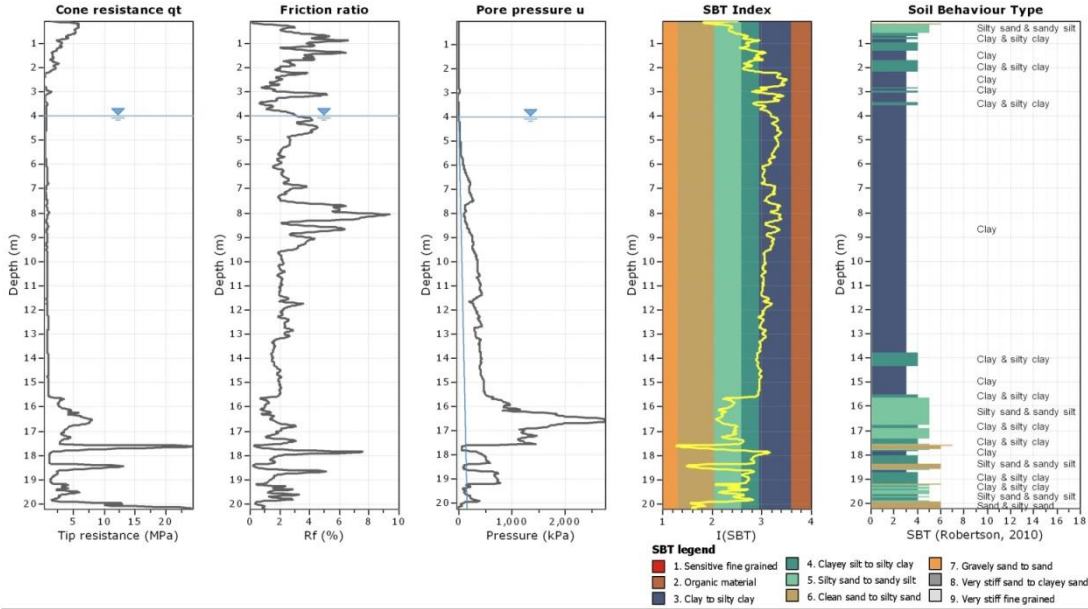
## **Anexo 7. Ensayos de Campo de la Auto Norte**



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingeotecniasas.com

**Project:** ACC - Norte, CANO JIMENEZ  
**Location:** Autopista Norte

**CPT: PZ-AN-1**  
 Total depth: 20.22 m, Date: 29/05/2015  
 Cone Type: Geotech nova 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 29/05/2015, 04:22:02 p.m.  
 Project file:

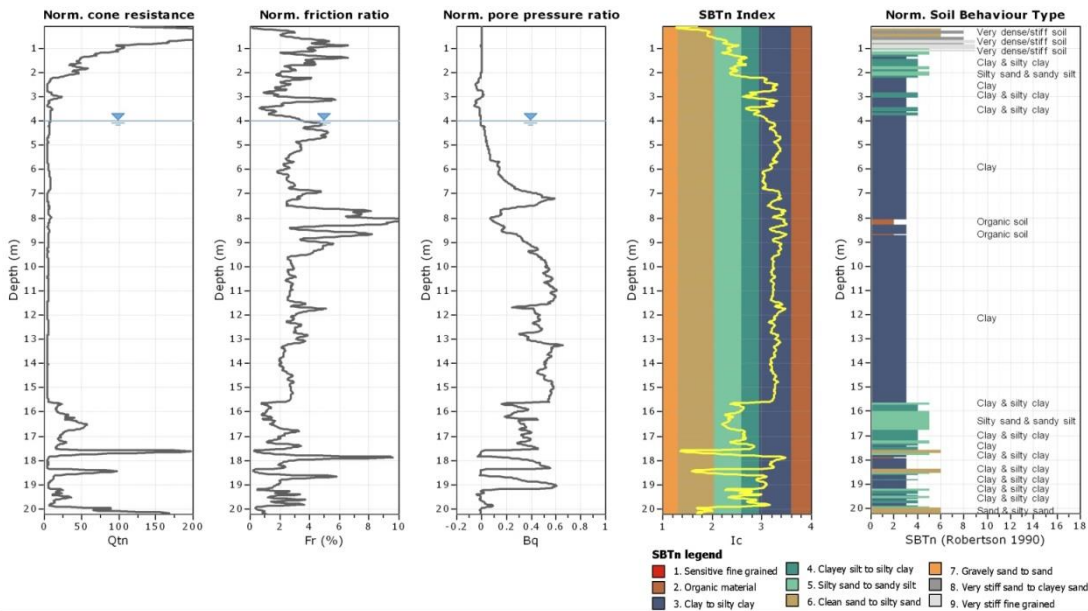
6



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingeotecniasas.com

**Project:** ACC - Norte, CANO JIMENEZ  
**Location:** Autopista Norte

**CPT: PZ-AN-1**  
 Total depth: 20.22 m, Date: 29/05/2015  
 Cone Type: Geotech nova 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 29/05/2015, 04:22:02 p.m.  
 Project file:

7

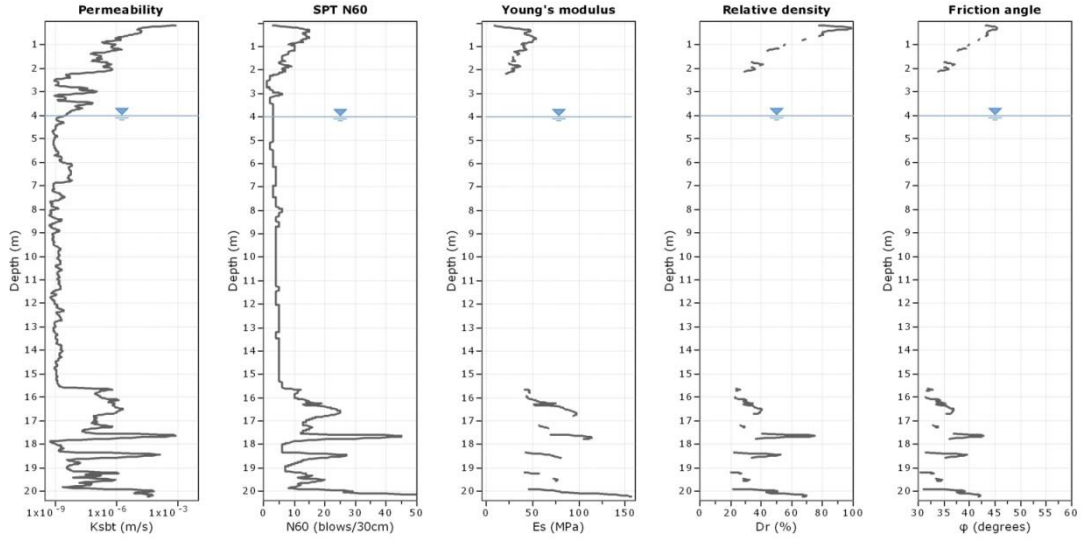




**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingenieriosgos.com

**Project: ACC - Norte, CANO JIMENEZ**  
**Location: Autopista Norte**

**CPT: PZ-AN-1**  
 Total depth: 20.22 m, Date: 29/05/2015  
 Cone Type: Geotech nova 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



**Calculation parameters**  
 Permeability: Based on SBT<sub>60</sub>  
 SPT N<sub>60</sub>: Based on I<sub>c</sub> and q<sub>c</sub>  
 Young's modulus: Based on variable alpha using I<sub>c</sub> (Robertson, 2009)

Relative density constant, C<sub>Dr</sub>: 350.0  
 Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 29/05/2015, 04:22:02 p.m.  
 Project file:

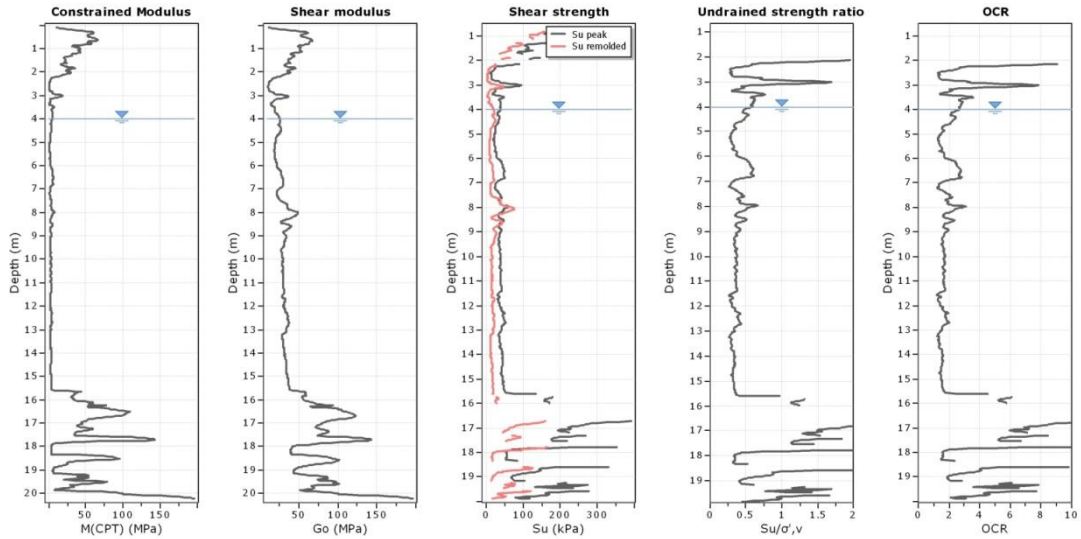
8



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingenieriosgos.com

**Project: ACC - Norte, CANO JIMENEZ**  
**Location: Autopista Norte**

**CPT: PZ-AN-1**  
 Total depth: 20.22 m, Date: 29/05/2015  
 Cone Type: Geotech nova 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



**Calculation parameters**  
 Constrained modulus: Based on variable alpha using I<sub>c</sub> and Q<sub>60</sub> (Robertson, 2009)  
 Go: Based on variable alpha using I<sub>c</sub> (Robertson, 2009)  
 Undrained shear strength cone factor for clays, N<sub>u</sub>: 14

OCR factor for clays, N<sub>u</sub>: 0.33  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 29/05/2015, 04:22:02 p.m.  
 Project file:

9

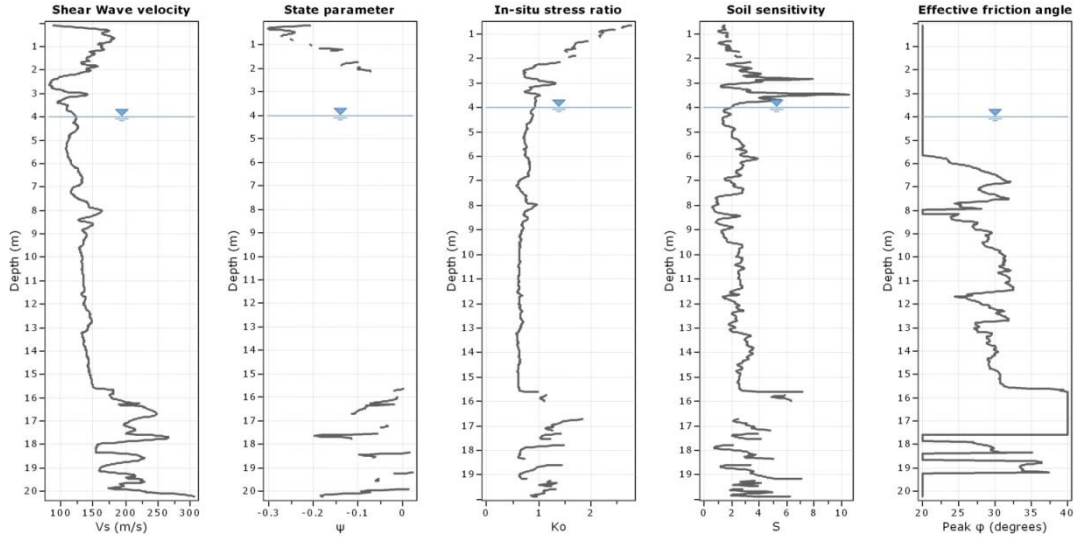




**INGENIERÍA Y GEOTECNOS IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingeotecnos.com

**Project:** ACC - Norte, CANO JIMENEZ  
**Location:** Autopista Norte

**CPT: PZ-AN-1**  
 Total depth: 20.22 m, Date: 29/05/2015  
 Cone Type: Geotech nova 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



**Calculation parameters**  
 Soil Sensitivity factor,  $N_s$ : 7.00  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 29/05/2015, 04:22:03 p.m.  
 Project file:

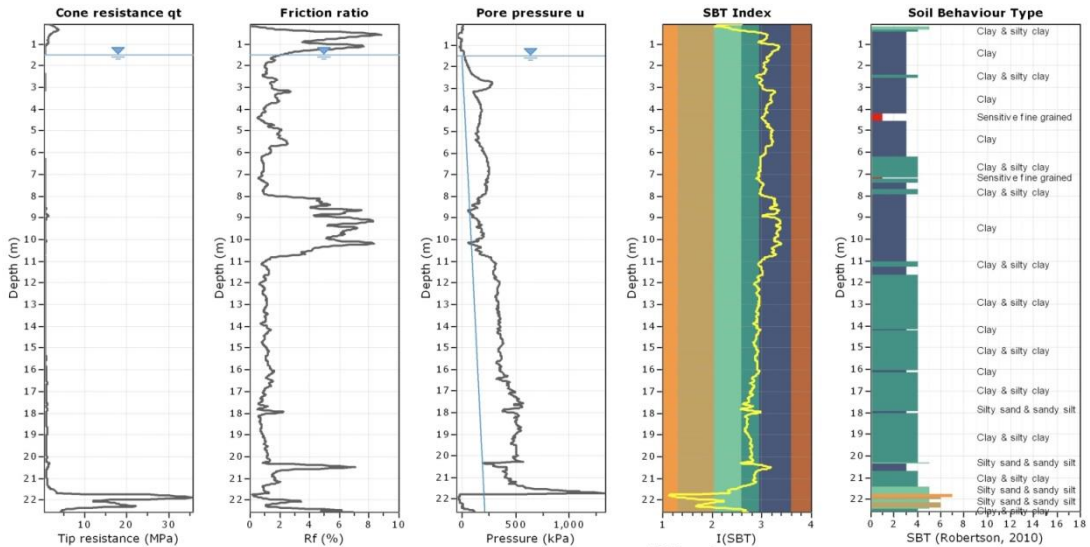
10



**INGENIERÍA Y GEOTECNOS IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingeotecnos.com

**Project:** APP ACCENORTE  
**Location:** Auto-Norte

**CPT: PZ-AN-2**  
 Total depth: 22.56 m, Date: 01/06/2015  
 Cone Type: GEOTECH NOVA 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



**SBT legend**

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 09/06/2015, 09:49:52 a.m.  
 Project file:

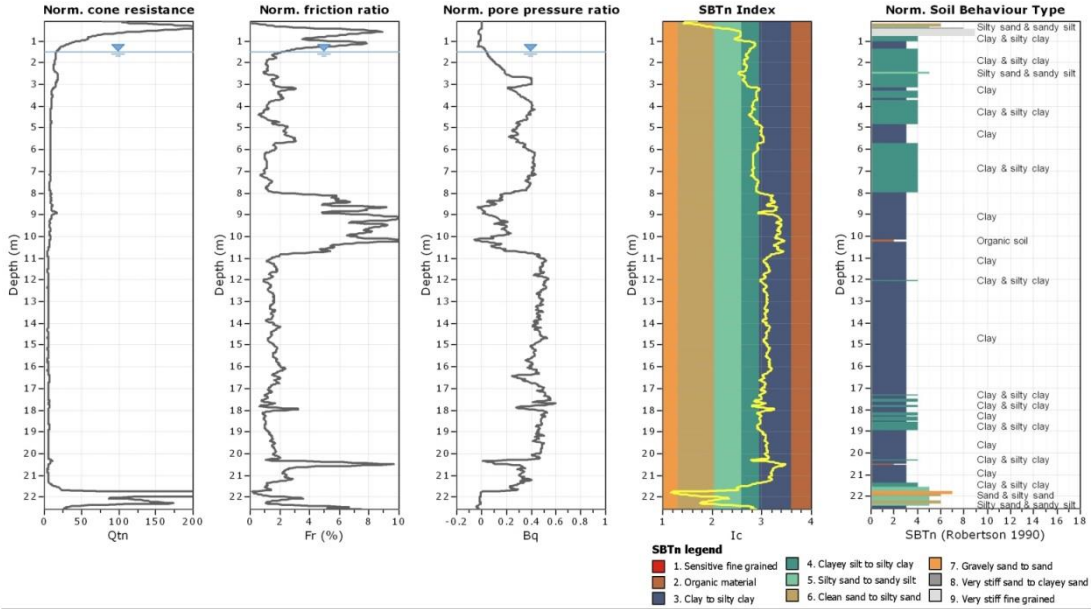
6



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingenieriasg.com

Project: **APP ACCENORTE**  
 Location: **Auto-Norte**

**CPT: PZ-AN-2**  
 Total depth: 22.56 m, Date: 01/06/2015  
 Cone Type: GEOTECH NOVA 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 09/06/2015, 09:49:52 a.m.  
 Project file:

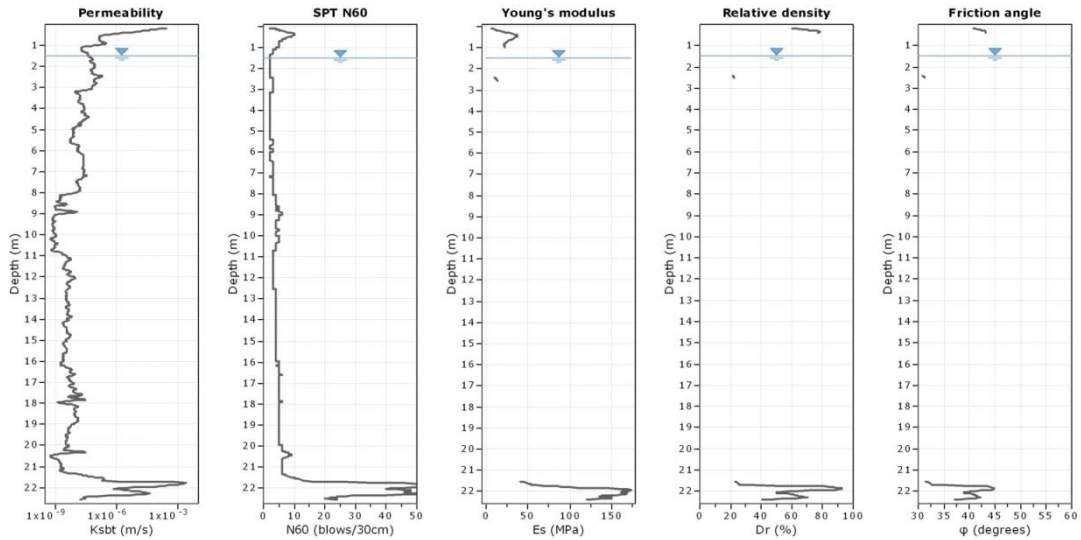
7



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingenieriasg.com

Project: **APP ACCENORTE**  
 Location: **Auto-Norte**

**CPT: PZ-AN-2**  
 Total depth: 22.56 m, Date: 01/06/2015  
 Cone Type: GEOTECH NOVA 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



**Calculation parameters**

Permeability: Based on SBT<sub>n</sub>  
 SPT N<sub>60</sub>: Based on I<sub>c</sub> and q<sub>c</sub>  
 Young's modulus: Based on variable alpha using I<sub>c</sub> (Robertson, 2009)

Relative density constant, C<sub>r</sub>: 350.0  
 Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 09/06/2015, 09:49:53 a.m.  
 Project file:

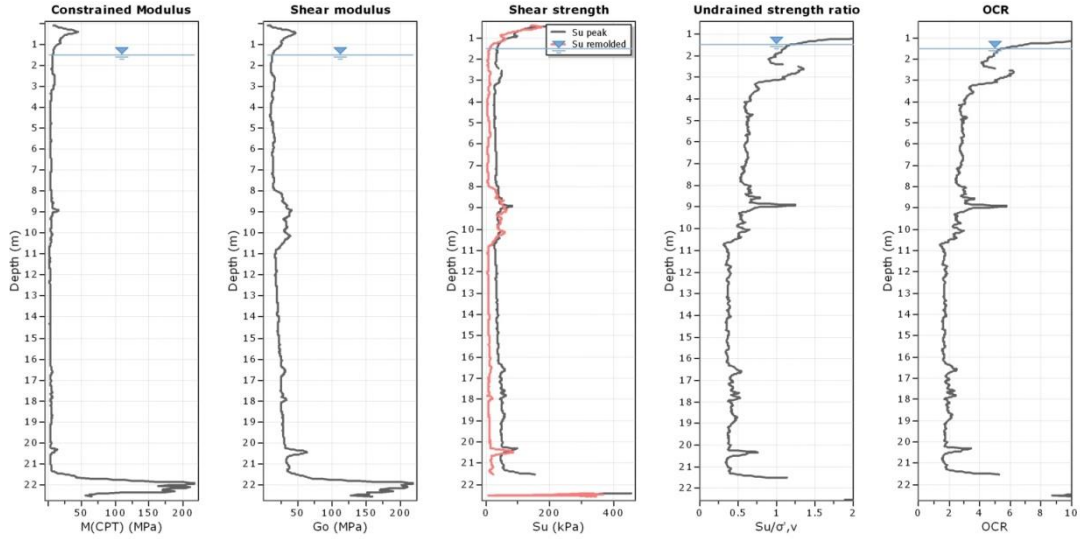
8



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingeotecniasas.com

Project: **APP ACCENORTE**  
 Location: **Auto-Norte**

**CPT: PZ-AN-2**  
 Total depth: 22.56 m, Date: 01/06/2015  
 Cone Type: GEOTECH NOVA 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



**Calculation parameters**  
 Constrained modulus: Based on variable  $\alpha$  using  $I_c$  and  $Q_{u0}$  (Robertson, 2009)  
 Go: Based on variable  $\alpha$  using  $I_c$  (Robertson, 2009)  
 Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{cu}$ : 14  
 OCR factor for clays,  $N_{ocr}$ : 0.33  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 09/06/2015, 09:49:53 a.m.  
 Project file:

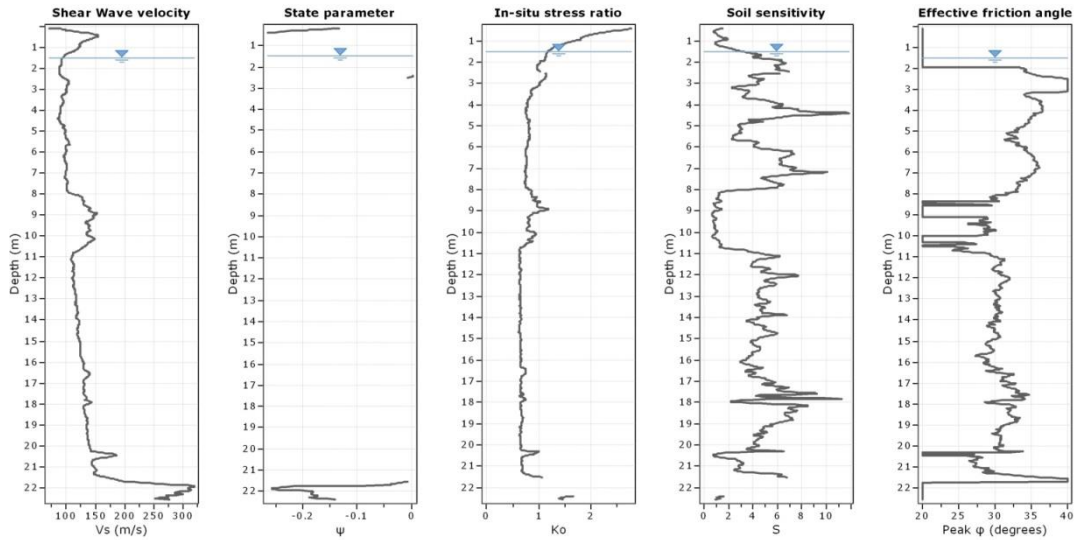
9



**INGENIERÍA Y GEOTECNIA IGR SAS**  
 Ingeniería geotécnica  
 Cr 19A # 84-14 Oficina 204 ; Tel 6916054  
 Email: igr@ingeotecniasas.com

Project: **APP ACCENORTE**  
 Location: **Auto-Norte**

**CPT: PZ-AN-2**  
 Total depth: 22.56 m, Date: 01/06/2015  
 Cone Type: GEOTECH NOVA 4518  
 Cone Operator: Johan C. Garzon



**Calculation parameters**  
 Soil Sensitivity factor,  $N_s$ : 7.00  
 ● User defined estimation data

CPeT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 09/06/2015, 09:49:53 a.m.  
 Project file:

10

## **Anexo 8. Ensayos de Laboratorio de la Auto Norte**

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolibrte - Cano Jimenez

**Síto:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-1

**No de Muestra:** 3

**Profundidad (m):** 3.10-3.55

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 17/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

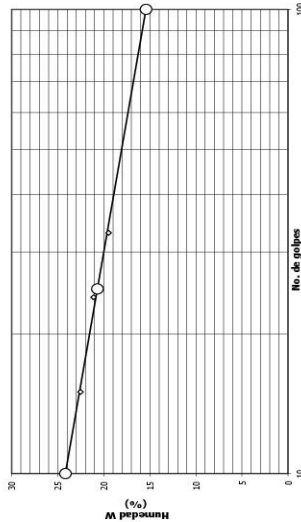
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Descripción de la muestra:** Arena arcillosa de color habano

LÍMITE LÍQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	33	24	15
Peso del recipiente (g)	17.64	17.83	17.66
Peso de muestra húmeda + recip (g)	30.15	30.27	30.82
Peso de muestra seca + recip (g)	28.11	28.10	28.40
Humedad W (%)	19.48	21.13	22.53
<b>Límite Líquido</b>	<b>20.70</b>		

LÍMITE PLÁSTICO	
Wp	Ip
20	75
8.94	10.56
17.29	17.28
16.27	16.49
13.92	13.32
<b>Límite Plástico</b>	<b>13.62</b>



**Límite Líquido:** 20.7

**Límite Plástico:** 13.6

**Índice de Plasticidad:** 7.1

**r:** 0.99

**Clasificación según Casagrande:** CL

**Índice de Liquidez:** .

**Observaciones:**

Laborantista / Auxiliar de laboratorio: Jemy Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO DEBE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**NTC 1495**

**PROYECTO:** Exploración Autolibrte - Cano Jimenez

**Síto:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** 1

Fecha y hora de entrada al horno: 16-06-2015; 10:00:00      Fecha y hora de salida del horno: 17-06-2015; 08:00:00

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	S-AN-1	S-AM-1	S-AN-1	S-AN-1	S-AN-1	S-AN-1
No de Muestra	3	4	6	8	10	10
Tipo de muestra	SPT	SH	SH	SH	SH	SH
Profundidad (m)	3.10-3.55	5.55-6.15	8.60-9.20	11.65-12.25	14.70-15.30	17.75-18.35
Fecha de recepción de la muestra	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015
Descripción de la muestra	Arena arcillosa de color habano	Arena arcillosa con restos de grava color café oscuro	Arcilla de alta plasticidad color café	Arcilla de alta plasticidad color café	Arcilla de alta plasticidad color café	Arcilla de alta plasticidad color café
Recipiente No.	F34	19	F5	F21	T16	
Peso de recipiente P3(g)	32.56	41.04	31.06	33.92	62.56	
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	270.02	193.90	114.80	126.26	337.99	
Muestra seca + recipiente P2(g)	222.33	138.72	65.88	66.33	198.84	
Humedad W (%)	<b>25.1</b>	<b>56.5</b>	<b>140.5</b>	<b>168.4</b>	<b>102.1</b>	

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	S-AN-1
No de Muestra	12
Tipo de muestra	SH
Profundidad (m)	17.75-18.35
Fecha de recepción de la muestra	03/06/2015
Descripción de la muestra	Arcilla de alta plasticidad color café
Recipiente No.	F32
Peso de recipiente P3(g)	33.04
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	142.98
Muestra seca + recipiente P2(g)	77.95
Humedad W (%)	<b>144.8</b>

**Observaciones:**

Laborantista / Auxiliar de laboratorio: Jemy Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO DEBE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.



<b>LABORATORIO</b>	
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
	
Tipo de Documento: FORMATO Código: FLAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01/04/2013 Pág: 11	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autollorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Ilorre - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devmonte - Peaje Autopista Ilorre

**Sonidos:** S-AN-1

**No de Muestra:** 6

**Tipo de Muestra:** SH

**Profundidad (m):** 8,60-9,20

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

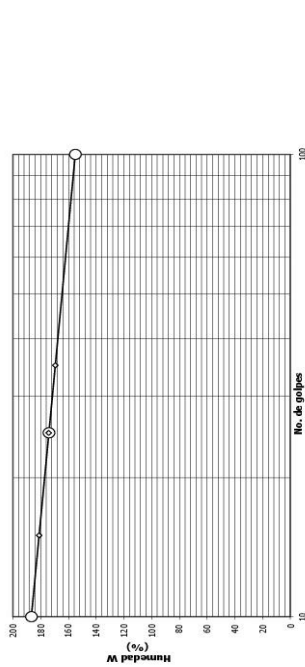
**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

**Informe:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Orden de Servicio:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color café

LÍMITE LÍQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	35	25	15
Peso del recipiente (g)	77	91	85
Peso de muestra húmeda + recip (g)	18,00	17,62	17,85
Peso de muestra seca + recip (g)	30,10	30,40	30,84
Humedad W (%)	22,49	22,28	22,47
Humedad W (%)	169,49	174,25	181,17
<b>Límite Líquido</b>	<b>174,37</b>		



**Límite Líquido:** 174,2

**Límite Plástico:** 77,4

**Índice de Plasticidad:** 96,7

**P:** 1,00

**Observaciones:**

Laborarista / Auxiliar de laboratorio:          Revisó y aprobó:         

Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA

<b>LABORATORIO</b>	
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
	
Tipo de Documento: FORMATO Código: FLAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01/04/2013 Pág: 11	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autollorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Ilorre - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devmonte - Peaje Autopista Ilorre

**Sonidos:** S-AN-1

**No de Muestra:** 4

**Tipo de Muestra:** SH

**Profundidad (m):** 5,55-6,15

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

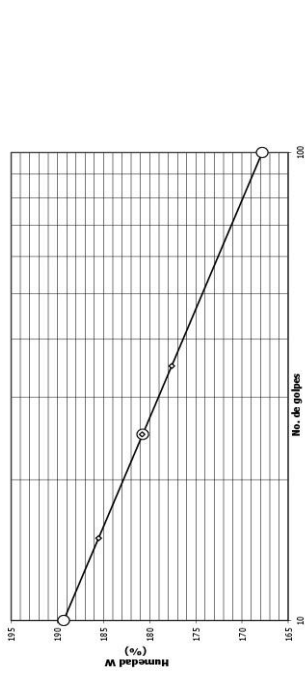
**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

**Informe:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Orden de Servicio:**

**Descripción de la muestra:** Arena arcillosa con rastros de grava color café oscuro

LÍMITE LÍQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	35	25	15
Peso del recipiente (g)	20	46	97
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,73	18,09	17,44
Peso de muestra seca + recip (g)	30,25	30,39	30,86
Humedad W (%)	22,24	22,47	22,14
Humedad W (%)	177,61	180,82	185,53
<b>Límite Líquido</b>	<b>180,78</b>		



**Límite Líquido:** 180,8

**Límite Plástico:** 108,4

**Índice de Plasticidad:** 72,4

**P:** 1,00

**Observaciones:**

Laborarista / Auxiliar de laboratorio:          Revisó y aprobó:         

Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA

<b>LABORATORIO</b>	
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 11	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devorite - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-1

**No de Muestra:** 10

**Profundidad (m):** 14,70-15,30

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

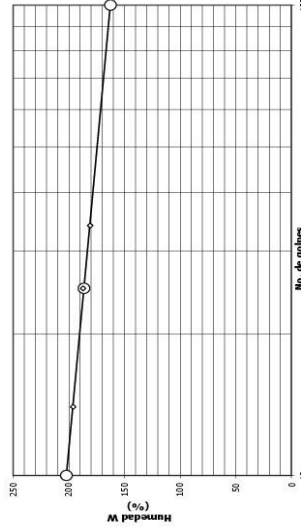
**Informe:** OS16R-LAB-301-15-01

**Orden de Servicio:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color café

LÍMITE LÍQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	25	14
Peso del recipiente (g)	17,98	17,59	17,80
Peso de muestra húmeda + recip (g)	30,42	30,43	30,48
Peso de muestra seca + recip (g)	22,41	22,06	22,08
Humedad W (%)	180,81	187,25	196,26
<b>Límite Líquido</b>	<b>186,55</b>		

LÍMITE PLÁSTICO			
Recipiente No.	1	2	3
Recipiente No.	68	70	70
Peso del recipiente (g)	8,44	10,27	10,27
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,18	17,14	17,14
Peso de muestra seca + recip (g)	13,13	13,96	13,96
Humedad W (%)	86,35	86,18	86,18
<b>Límite Plástico</b>	<b>86,27</b>		



**Límite Líquido:** 186,5

**Límite Plástico:** 86,3

**Índice de Plasticidad:** 100,3

**r:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** CH

**Índice de Liquidez:** -

Observaciones:

Laboratista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN PRIMA.

<b>LABORATORIO</b>	
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 11	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devorite - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-1

**No de Muestra:** 8

**Profundidad (m):** 11,65-12,25

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

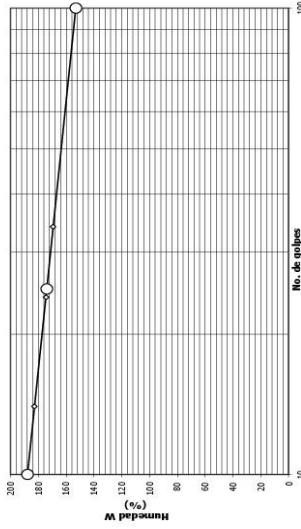
**Informe:** OS16R-LAB-301-15-01

**Orden de Servicio:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color café

LÍMITE LÍQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	24	14
Peso del recipiente (g)	17,63	18,01	17,79
Peso de muestra húmeda + recip (g)	30,35	30,61	31,31
Peso de muestra seca + recip (g)	22,35	22,60	22,57
Humedad W (%)	169,49	174,51	182,85
<b>Límite Líquido</b>	<b>174,04</b>		

LÍMITE PLÁSTICO			
Recipiente No.	1	2	3
Recipiente No.	60	86	86
Peso del recipiente (g)	10,31	6,62	6,62
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,12	17,07	17,07
Peso de muestra seca + recip (g)	14,03	12,32	12,32
Humedad W (%)	83,06	83,33	83,33
<b>Límite Plástico</b>	<b>83,20</b>		



**Límite Líquido:** 174,0

**Límite Plástico:** 83,2

**Índice de Plasticidad:** 90,8

**r:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** CH

**Índice de Liquidez:** -

Observaciones:

Laboratista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN PRIMA.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
NTC 1527

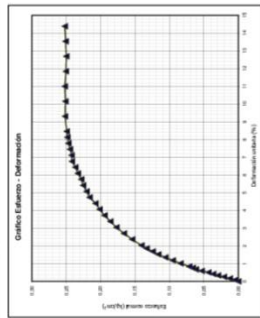
**PROYECTO:** Exploración Autol Norte - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Clientes:** Cano Jimenez Estudios S.A  
**Sondeo:** S-AN-1  
**Tipo de Muestra:** SHELBY  
**Fecha de recepción de la muestra:** 03/04/2015  
**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Informe:**

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte  
**No de Muestras:** 4  
**Profundidad (m):** 5,100-5,60  
**Orden de Servicio:** 05-IGR-LAB-301-15-01  
**Fecha de ensayo:** 03/07/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla Inmota color habano

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	15,01	Peso de la probeta (g)	870,34
Diámetro promedio (cm)	7,18	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0,623
Relación altura/diámetro	2,09	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,433
Área (cm <sup>2</sup> )	40,49		
Volumen (cm <sup>3</sup> )	607,74		

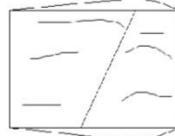
Lectura	Deformación logaritmo	Deformación unitaria	Área correcta compresión
0	0,00	0,000	40,489
10	0,50	0,015	40,588
15	0,84	0,038	40,582
20	1,19	0,051	40,627
25	1,48	0,064	40,661
30	1,76	0,076	40,696
35	2,16	0,089	40,730
40	2,51	0,102	40,765
45	2,70	0,114	40,800
50	2,91	0,127	40,835
60	3,43	0,152	40,904
70	3,90	0,178	40,975
80	4,37	0,203	41,046
90	4,77	0,228	41,115
100	5,12	0,254	41,186
110	5,49	0,279	41,257
120	5,81	0,305	41,328
140	6,39	0,356	41,472
160	6,91	0,406	41,616
180	7,39	0,457	41,761
200	7,79	0,508	41,907
220	8,18	0,559	42,055
240	8,50	0,610	42,203
260	8,78	0,660	42,353
280	9,18	0,718	42,503
300	9,62	0,775	42,653
320	9,85	0,813	42,803
340	9,80	0,864	42,951
360	10,05	0,914	43,100
380	10,24	0,965	43,247
400	10,49	1,016	43,395
420	10,56	1,067	43,542
440	10,69	1,118	43,689
460	10,83	1,168	43,837
480	10,94	1,219	43,984
500	11,02	1,270	44,132
550	11,23	1,387	44,644
600	11,46	1,514	45,156
650	11,78	1,651	45,668
700	11,50	1,778	46,180
750	11,59	1,905	46,735
800	11,75	2,032	47,290
850	11,92	2,159	47,844
900	11,88	2,286	48,398
950	11,83	2,413	48,952
1000	11,85	2,540	49,506



**Observaciones:**  
Se presenta falla por plano inclinado ademas de abombamiento y agrietamiento vertical. R.P.L.: 0,00 kg/cm<sup>2</sup>.

Duración del ensayo (min)	6,32
Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	0,252
Deformación en la falla (%)	14,38
Tasa de deformación (% por minuto)	2,28
Consistencia	Blanda

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



Revisó y aprobó: *Jenny Bohórquez*  
Carolina Ruiz Asoro  
Ingeniera de Laboratorio  
Carrera 28 No. 54 - 04  
Teléfono: 231 8591 - Bogotá

Laborarista / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
NTC 4630

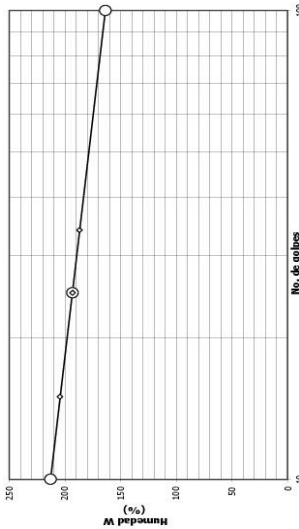
**PROYECTO:** Exploración Autol Norte - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Clientes:** Cano Jimenez Estudios S.A  
**Sondeo:** S-AN-1  
**Tipo de Muestra:** SH  
**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015  
**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Informe:**

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte  
**No de Muestras:** 12  
**Profundidad (m):** 17,75-18,35  
**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015  
**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015  
**Orden de Servicio:** 05-IGR-LAB-301-15-01

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color café

LÍMITE LIQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	25	15
Peso del recipiente (g)	17,66	17,93	17,71
Peso de muestra húmeda + recip (g)	30,20	30,54	30,80
Peso de muestra seca + recip (g)	22,03	22,23	22,01
Humedad W (%)	186,96	193,26	204,42
<b>Límite Líquido</b>	<b>193,43</b>		

LÍMITE PLÁSTICO	
9	67
10,18	8,35
16,44	14,05
13,94	11,78
66,69	66,18
<b>Límite Plástico</b>	<b>66,34</b>



**Límite Líquido:** 193,4  
**Límite Plástico:** 66,3  
**Índice de Plasticidad:** 127,1  
**P:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** CH  
**Índice de Liquidez:** .

Observaciones:

Laborarista / Auxiliar de laboratorio: *Jenny Bohórquez*  
Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Asoro*  
Carolina Ruiz Asoro  
Ingeniera de Laboratorio

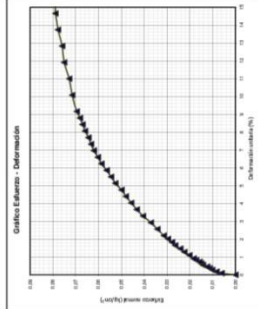


**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
NTC 1527

**PROYECTO:** Exploración Autolote - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Cliete:** Cano Jimenez Estudios S.A.  
**Sondeo:** S-AN-1  
**Tipo de Muestra:** 14  
**Fecha de recepción de la muestra:** 19/20-19/80  
**Código de Proyecto:** OS-IGR-LAB-300-15-01  
**Fecha de ensayo:** 03/07/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla lincosa color habano

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA		
Altura promedio (cm)	13.86	Peso de la probeta (g)
Diámetro promedio (cm)	5.91	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )
Relación alar al diámetro	2.39	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )
Área (cm <sup>2</sup> )	26.51	Humedad W (%)
Volumen (cm <sup>3</sup> )	387.46	



**Observaciones:** Se presenta falla por abombamiento y agrietamiento vertical. R.P.I.: 0.00 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	6.40
<b>Resistencia a Compresión q<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.079
<b>Deformación en la falla (%)</b>	15.58
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	2.43
<b>Consistencia</b>	Muy Blanda

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



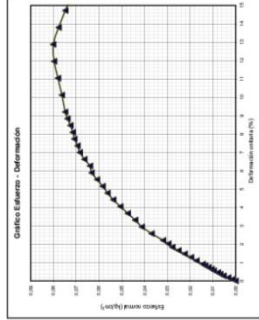
Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
NTC 1527

**PROYECTO:** Exploración Autolote - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Cliete:** Cano Jimenez Estudios S.A.  
**Sondeo:** S-AN-1  
**Tipo de Muestra:** 6  
**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015  
**Código de Proyecto:** OS-IGR-LAB-300-15-01  
**Fecha de ensayo:** 17/06/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla de aba plástica color café

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA		
Altura promedio (cm)	13.80	Peso de la probeta (g)
Diámetro promedio (cm)	5.90	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )
Relación alar al diámetro	2.39	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )
Área (cm <sup>2</sup> )	26.27	Humedad W (%)
Volumen (cm <sup>3</sup> )	391.19	



**Observaciones:** Se presenta falla por abombamiento. R.P.I.: 0.00 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	5.45
<b>Resistencia a Compresión q<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.000
<b>Deformación en la falla (%)</b>	12.88
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	2.36
<b>Consistencia</b>	Muy Blanda

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*



**LABORATORIO**  
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales

Tipo de Documento: FORMATO	
Código: F-LAB-07	
Versión: 2	
Fecha Aprobación: 01-04-2013	Página: 10

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
NTC 1967**

<b>PROYECTO:</b> Exploración Autotortero - Cano Jimenez	<b>Dirección:</b> Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte
<b>Sitio:</b> Autopista Norte - Hato grande	<b>No de Muestra:</b> 10
<b>Cliente:</b> Cano Jimenez Estudios S.A.	<b>Profundidad (m):</b> 14,70-15,30
<b>Sondeo:</b> S-N1-1	<b>Orden de Servicio:</b> OS-XR-LAB-301-15-01
<b>Tipo de Muestra:</b> SHELBY	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 03/06/2015	
<b>Código de Proyecto:</b> LAB-301-15	
<b>Informe:</b>	

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color café

DATOS DE LA MUESTRA		HUMEDAD NATURAL		CAMPO		FINAL		CELDA DE CARGA	
DIÁMETRO (cm)	5,070	5,070	Recipiente:	T16	2A	CELDA DE CARGA No.		1	
ALTURA (cm)	1,990	1,250	Peso recipiente, (g) =	62,56	93,41	PESO PIEDRA POROSA SUPERIOR (g)		51,18	
PESO DEL ANILLO + MUESTRA (g)	112,25	98,29	Peso rec+ m. hum, (g) =	337,99	132,55	PESO DEL BLOQUE DE CARGA (g)		206,7	
PESO DEL ANILLO (g)	58,44	58,44	Peso rec+ m. seca, (g) =	198,84	114,83	PESO DE ESFERA (g)		28,33	
			Wt. (%) =	102,11	82,73	PESO TOTAL		286,21	
						RELACION DE PALANCA (1/...)		11	
RELACIONES DE FASE		RESULTADOS DE ENSAYOS ADICIONALES		DATOS DEL DEFORMIMETRO					
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20,19	20,19	LÍMITE LÍQUIDO	196,50	DEFORMIMETRO No	1			
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	40,18	25,24	LÍMITE PLÁSTICO	86,30	ØH (cm) = C * (L - L <sub>o</sub> )	C = -0,0254			
PESO DE LA MUESTRA (g)	53,81	39,85	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	100,30	LECTURA INICIAL	Lo = 0,00			
PESO SECO(g)	2,181	21,81	PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS G <sub>s</sub> =	2,67					
P. UNITARIO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	1,34	1,58							
P. UNITARIO SECO (g/cm <sup>3</sup> )	0,66	0,86							
CONTENIDO DE HUMEDAD	151,20	82,73							
SATURACIÓN, S (%) : S = <100 %	100,00	100,00							
RELACION DE VACIOS, e	4,037	2,165							
ALTURA DE SÓLIDOS (cm)	0,405	0,405							

1. MONTAJE	2. SATURACIÓN	3. EXPANSIÓN
Fecha y Hora	15/06/2015; 08:00:00	15/06/2015; 08:00:00
Lectura Inicial (in*10 <sup>-7</sup> )	0,00	0,00
Lectura Final (in*10 <sup>-7</sup> )	0,05	0,05
Observaciones:		SE CONSOLIDÓ.

CARGA (kg)	0,25		0,50		1,00		2,00		4,00		8,00		16,00	
	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-7</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-7</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-7</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-7</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-7</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-7</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-7</sup> in)
0:00:00	0,000	0,000	0:00:00	2,500	0:00:00	5,400	0:00:00	10,260	0:00:00	16,030	0:00:00	22,120	0:00:00	28,690
0:00:04	0,200	0:00:04	2,620	0:00:04	5,720	0:00:04	10,610	0:00:04	16,500	0:00:04	22,770	0:00:04	29,250	
0:00:15	0,300	0:00:15	2,770	0:00:15	5,860	0:00:15	10,900	0:00:15	16,750	0:00:15	23,030	0:00:15	29,600	
0:00:34	0,380	0:00:34	2,880	0:00:34	6,020	0:00:34	11,100	0:00:34	17,000	0:00:34	23,320	0:00:34	29,950	
0:01:00	0,520	0:01:00	2,970	0:01:00	6,110	0:01:00	11,260	0:01:00	17,200	0:01:00	23,610	0:01:00	30,280	
0:01:34	0,660	0:01:34	3,060	0:01:34	6,370	0:01:34	11,460	0:01:34	17,500	0:01:34	24,080	0:01:34	30,600	
0:02:15	0,770	0:02:15	3,150	0:02:15	6,550	0:02:15	11,680	0:02:15	17,770	0:02:15	24,410	0:02:15	30,950	
0:03:04	0,900	0:03:04	3,270	0:03:04	6,740	0:03:04	11,900	0:03:04	18,200	0:03:04	24,710	0:03:04	31,280	
0:04:00	1,000	0:04:00	3,370	0:04:00	6,910	0:04:00	12,110	0:04:00	18,450	0:04:00	24,980	0:04:00	31,670	
0:06:15	1,180	0:06:15	3,530	0:06:15	7,200	0:06:15	12,560	0:06:15	18,960	0:06:15	25,460	0:06:15	32,220	
0:09:00	1,360	0:09:00	3,720	0:09:00	7,510	0:09:00	12,990	0:09:00	19,470	0:09:00	26,010	0:09:00	32,650	
0:12:15	1,540	0:12:15	3,870	0:12:15	7,840	0:12:15	13,420	0:12:15	19,970	0:12:15	26,520	0:12:15	32,980	
0:16:00	1,700	0:16:00	4,060	0:16:00	8,180	0:16:00	13,840	0:16:00	20,380	0:16:00	27,060	0:16:00	33,350	
0:25:00	1,980	0:25:00	4,350	0:25:00	8,720	0:25:00	14,470	0:25:00	21,030	0:25:00	27,750	0:25:00	33,850	
0:36:00	2,160	0:36:00	4,650	0:36:00	9,200	0:36:00	15,000	0:36:00	21,500	0:36:00	28,090	0:36:00	34,280	
0:49:00	2,290	0:49:00	4,860	0:49:00	9,580	0:49:00	15,380	0:49:00	21,840	0:49:00	28,450	0:49:00	34,740	
1:04:00	2,420	1:04:00	5,040	1:04:00	9,860	1:04:00	15,640	1:04:00	22,120	1:04:00	28,690	1:04:00	34,920	
1:21:00	2,500	1:21:00	5,180	1:21:00	10,080	1:21:00	15,860							
		1:40:00	5,300	2:00:00	10,260	1:40:00	16,030							
		2:00:00	5,400											

TIEMPO HORARIO	7:20:00	8:20:00	9:20:00	10:20:00	11:20:00	12:20:00	13:20:00	14:20:00
CARGA (kg)	16,00	8,00	4,00	2,00	1,00	0,50	0,25	0,00
LECTURA DEFORMIMETRO	34,92	33,30	32,54	31,69	31,05	30,46	30,00	29,12

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes

Revisó y Aprobó: Carolina Ruiz Acero

Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio



**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
NTC 1967**

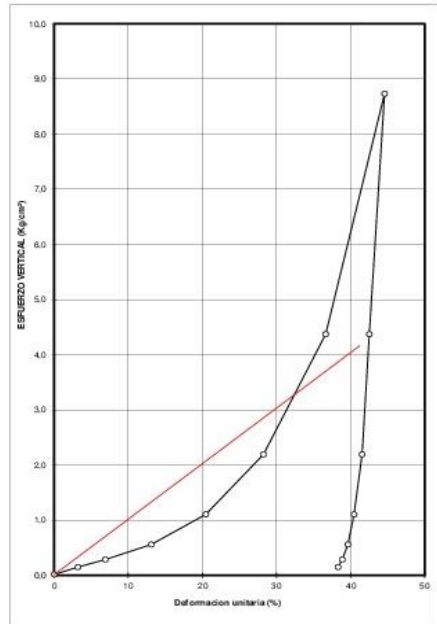
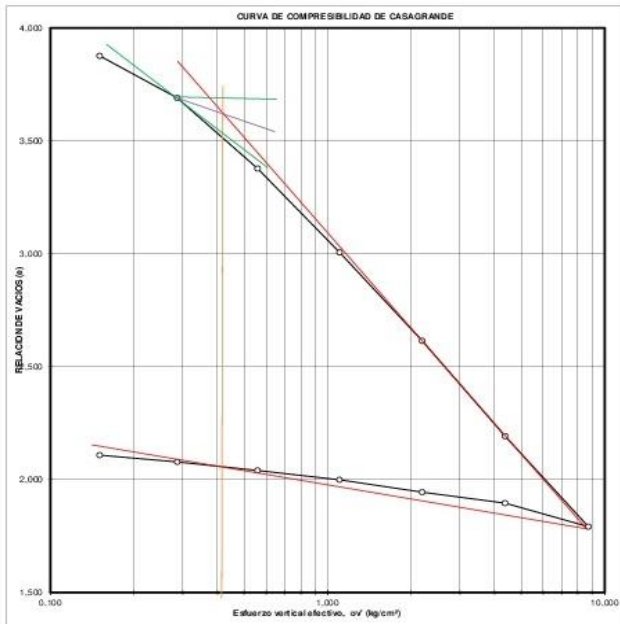
<b>PROYECTO:</b> Exploración Auto Norte - Cano Jimenez	<b>Dirección:</b> Calle 71 No 18 - 75 Oficina 512 Edificio Isabela, Barrancabermeja, Colombia
<b>Sito:</b> Autopista Norte - Hato grande	<b>No de Muestra:</b> 10
<b>Cliente:</b> Cano Jimenez Estudios S.A	<b>Profundidad (m):</b> 14,70-15,30
<b>Sondeo:</b> S-W-1	<b>Orden de Servicio:</b> CG-IGR-LAB-301-15-01
<b>Tipo de Muestra:</b> SHELBY	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 03/06/2015	
<b>Código de Proyecto:</b> LAB-301-15	
<b>Informe:</b>	

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color café

CARGA (kg)	LECTURA DEFORM (1x10 <sup>-2</sup> in)	ESFUERZO VERTICAL (kg/cm <sup>2</sup> )	ALTURA MUESTRA (cm)	RELACION DE VACIOS (e)	DEF. UNITARIA (%)	1/mv (TANGENTE) (t/m <sup>2</sup> )	1/mv (SECANTE) (t/m <sup>2</sup> )	mv (m <sup>2</sup> /t)	k (m/día)
0,00	0,000	0,014	1,990	4,037	0,00	0,427	0,427		
0,25	2,500	0,150	1,927	3,876	3,19	0,368	0,395	0,040	0,000
0,50	5,400	0,287	1,853	3,690	6,89	0,439	0,416	2,717	0,000
1,00	10,260	0,559	1,729	3,377	13,10	0,740	0,533	0,050	0,000
2,00	16,030	1,104	1,583	3,006	20,46	1,402	0,772	1,352	0,005
4,00	22,110	2,194	1,428	2,615	28,23	2,599	1,190	0,713	0,002
8,00	28,690	4,373	1,261	2,192	36,62	5,482	1,956	0,385	0,001
16,00	34,920	8,732	1,103	1,792	44,57	21,081	1,026	0,182	0,000
8,00	33,300	4,373	1,144	1,896	42,50	22,467	0,525		
4,00	32,540	2,194	1,163	1,945	41,53	10,044	0,269		
2,00	31,690	1,104	1,185	2,000	40,45	6,670	0,137		
1,00	31,050	0,559	1,201	2,041	39,63	3,618	0,070		
0,50	30,460	0,287	1,216	2,079	38,88	2,320	0,036		
0,25	30,000	0,150	1,228	2,108	38,29	1,213	0,000		
0,00	29,120	0,014	1,250	2,165	37,17				

PARAMETROS DE COMPRESIBILIDAD						
RELACION DE VACIOS INICIAL	eo	4,037	ESFUERZO EFECTIVO INICIAL (t/m <sup>2</sup> ) <sup>*</sup>	ovo <sup>1</sup>	-	-
PRESION DE PRECONSOLIDACION (t/m <sup>2</sup> ) <sup>*</sup>	ovp <sup>1</sup>	3,90	RELACION DE SOBRESOLIDACION <sup>*</sup>	RSC	-	-
COEFICIENTE DE RECOMPRESION <sup>*</sup>	Cr	0,18				
COEFICIENTE DE COMPRESION LABORATORIO <sup>*</sup>	Cc	1,33				

<sup>\*</sup> Estos parámetros deben ser verificados o calculados por el ingeniero especialista en Geotecnia encargado del proyecto dado que dependen del criterio del analista y de las condiciones específicas del sitio.  
El valor del esfuerzo vertical efectivo actual fue suministrado por el geotecnista.



Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes

Revisó y Aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
Carolina Ruiz Acero  
Ingeniero de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO... ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE, SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMAS.

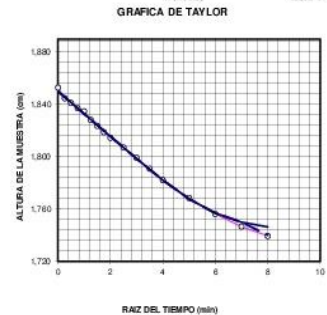
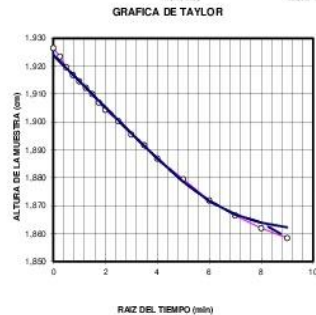


**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL**  
**NTC 1967**

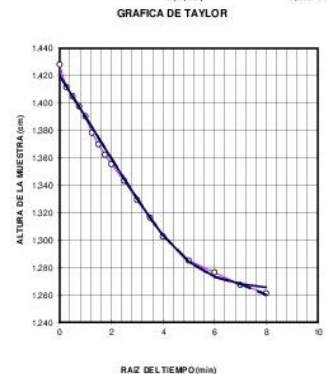
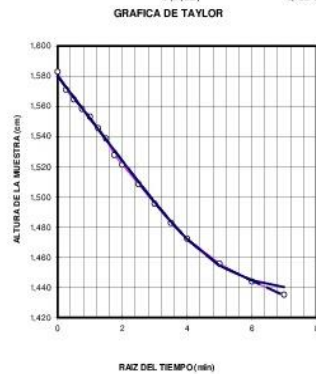
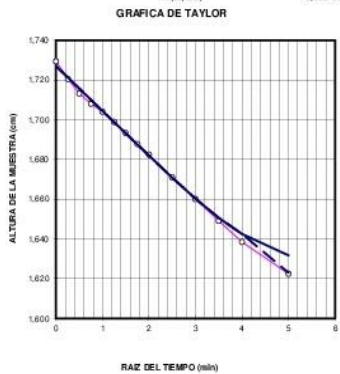
<b>PROYECTO:</b> Exploración AutoTortie - Cano Jimenez	<b>Dirección:</b> Calle 71 No 18 - 75 Oficina 512 Edificio Isabela, Barrancombeje, Colombia
<b>Sitio:</b> Autopista Norte - Halo grande	<b>No de Muestra:</b> 10
<b>Cliente:</b> Cano Jimenez Estudios S.A	<b>Profundidad (m):</b> 14,70-15,30
<b>Sondeo:</b> S-NI-1	<b>Orden de Servicio:</b> OS-IGR-LAB-301-15-01
<b>Tipo de Muestra:</b> SHELBY	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 03/06/2015	
<b>Código de Proyecto:</b> LAB-301-15	
<b>Informe:</b>	

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color café

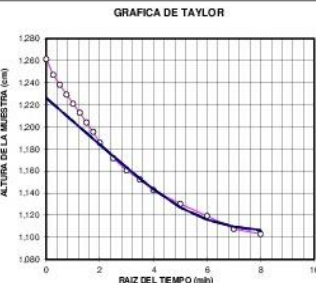
<b>Carga (kg)</b> <b>0,25</b>	<b>Carga (kg)</b> <b>0,50</b>	<b>Carga (kg)</b> <b>1,00</b>
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 0,15	Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 0,29	Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 0,56
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 0,43	Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 0,37	Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 0,44
Ho (cm) 1,989 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,071	Ho (cm) 1,924 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,015	Ho (cm) 1,850 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,016
H100 (cm) 1,948 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,0101664	H100 (cm) 1,860 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,00216	H100 (cm) 1,742 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,002304
Hd (cm) 0,984 Ca 0,0520	Hd (cm) 0,946 Ca 0,0500	Hd (cm) 0,898 Ca 0,1000
T100 (min) 14,911 Mv (m <sup>2</sup> /t) 4,000E-02	T100 (min) 73,485 Mv (m <sup>2</sup> /t) 2,717E+00	T100 (min) 58,845 Mv (m <sup>2</sup> /t) 5,000E-02
k (m/día) 4,07E-04	k (m/día) 1,15E-04	k (m/día) 1,15E-04



<b>Carga (kg)</b> <b>2,00</b>	<b>Carga (kg)</b> <b>4,00</b>	<b>Carga (kg)</b> <b>8,00</b>
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 1,10	Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 2,19	Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 4,37
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 0,74	Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 1,40	Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 2,60
Ho (cm) 1,727 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,026	Ho (cm) 1,580 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,017	Ho (cm) 1,420 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,013
H100 (cm) 1,623 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,003744	H100 (cm) 1,436 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,002448	H100 (cm) 1,263 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,001872
Hd (cm) 0,838 Ca 0,8500	Hd (cm) 0,754 Ca 0,2900	Hd (cm) 0,671 Ca 0,1000
T100 (min) 24,697 Mv (m <sup>2</sup> /t) 1,352E+00	T100 (min) 47,89 Mv (m <sup>2</sup> /t) 7,133E-01	T100 (min) 59,75 Mv (m <sup>2</sup> /t) 3,848E-01
k (m/día) 5,06E-03	k (m/día) 1,75E-03	k (m/día) 7,20E-04



<b>Carga (kg)</b> <b>16,00</b>	
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 8,73	
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 5,48	
Ho (cm) 1,226 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,008	
H100 (cm) 1,103 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,0011232	
Hd (cm) 0,582 Ca 1,0000	
T100 (min) 63,941 Mv (m <sup>2</sup> /t) 1,824E-01	
k (m/día) 2,05E-04	



Laborantista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes  
 Revisó y Aprobó: Carolina Ruiz Acero  
 Ingeniero de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOBRE LA QUE SE REALIZÓ EL ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE, SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.



	
<b>LABORATORIO</b> <b>Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales</b>	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-02 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 1/1	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autol Norte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-2

**No de Muestra:** 8

**Profundidad (m):** 9.20-9.40

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 17/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

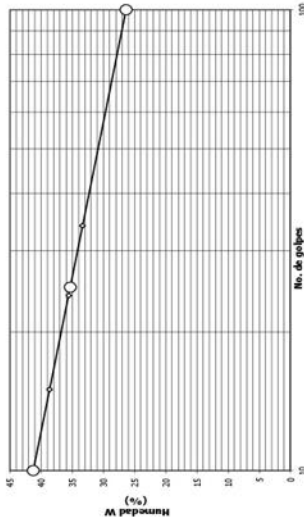
**Orden de Servicio:** 05-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

**Descripción de la muestra:** Grava mal gradada con arcilla y arena color amarillo

LÍMITE LIQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	24	15
Peso del recipiente (g)	8.19	8.40	8.39
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17.26	17.32	17.57
Peso de muestra seca + recip (g)	14.99	14.98	15.01
Humedad W (%)	33.38	35.68	38.67
<b>Límite Líquido</b>	<b>35.35</b>		

LÍMITE PLÁSTICO	
No. de golpes	30
10.76	10.38
17.23	17.17
16.08	15.98
21.62	21.25
<b>Límite Plástico</b>	<b>21.43</b>



**Límite Líquido:** 35.3

**Límite Plástico:** 21.4

**Índice de Plasticidad:** 13.9

**P:** 1.00

**Clasificación según Casagrande:** CL

**Índice de Líquidez:** -

**Observaciones:**

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jimmy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Azero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA CUMPLIENDO LA NTC 4630. ESTE INFORME NO DEBE SER PRODUcido EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VALIDO SIN FIRMA.

	
<b>LABORATORIO</b> <b>Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales</b>	
Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-01 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 1/1	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NTC 1495**

**PROYECTO:** Exploración Autol Norte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Orden de Servicio:** 05-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** 1

**Fecha y hora de entrada al horno:** 16-06-2015; 10:00:00

**Fecha y hora de salida del horno:** 17-06-2015; 08:00:00

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA		S-AN-2	S-AN-2
No de Muestra	8	9	
Tipo de muestra	SPT	BKQ	
Profundidad (m)	9.20-9.40	9.40-11.40	
Fecha de recepción de la muestra	03/06/2015	03/06/2015	
Descripción de la muestra	Grava mal gradada con arcilla y arena color amarillo	Arenisca color habano en matriz arcillo arenosa	
Recipiente No.	17A	P9	
Peso de recipiente P3(g)	92.88	31.91	
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	275.81	207.06	
Muestra seca + recipiente P2(g)	265.75	190.11	
Humedad W (%)	<b>32.3</b>	<b>10.7</b>	

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	
No de Muestra	
Tipo de muestra	
Profundidad (m)	
Fecha de recepción de la muestra	
Descripción de la muestra	
Recipiente No.	
Peso de recipiente P3(g)	
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	
Muestra seca + recipiente P2(g)	
Humedad W (%)	

**Observaciones:**

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jimmy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Azero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA CUMPLIENDO LA NTC 1495. ESTE INFORME NO DEBE SER PRODUcido EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VALIDO SIN FIRMA.

**LABORATORIO**  
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**NTC 1.495**

Exploración Autolorte - Cano Jimenez

Autopista Norte - Hato grande

Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

Canal Jimenez Estudios S.A

**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** 1

Fecha y hora de entrada al horno: 16-06-2015; 10:00:00  
Fecha y hora de salida del horno: 17-06-2015; 08:00:00

**LABORATORIO**  
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN ROCA**  
**ASTM.D 2938**

Exploración Autolorte - Cano Jimenez

Autopista Norte - Hato grande

Canal Jimenez Estudios S.A

**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** 1

Fecha y hora de entrada al horno: 16-06-2015; 10:00:00  
Fecha y hora de salida del horno: 17-06-2015; 08:00:00

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** 1

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** 1

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	S-AN-3	S-AN-3	S-AN-3	S-AN-3	S-AN-3	S-AN-3
No de muestra	2	4	6	10	14	14
Tipo de muestra	SH	SH	SH	SH	SH	SH
Profundidad (m)	2,60-3,20	5,65-6,25	8,70-9,30	14,80-15,40	19,00-19,60	19,00-19,60
Fecha de recepción de la muestra	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015
Descripción de la muestra	Limo de alta compresibilidad color habano	Arcilla de alta plasticidad color habano con rastros de arena fina	Arcilla con presencia de materia organica color habano y negro	Arcilla de alta plasticidad color café con rastros de arena fina	Limo de alta compresibilidad color habano con trazas de arena	
Recipiente No.	5A	F23	F59	F18	F8	F8
Peso de recipiente P3(g)	92,04	30,76	33,24	29,83	33,64	33,64
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	187,48	144,15	161,85	153,69	148,05	148,05
Muestra seca + recipiente P2(g)	152,61	84,01	80,46	97,96	116,90	116,90
Humedad W (%)	<b>57,6</b>	<b>112,9</b>	<b>172,4</b>	<b>81,8</b>	<b>37,4</b>	<b>37,4</b>

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** 1

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA	
Diámetro (cm)	5,20
Altura (cm)	10,90
Peso de la probeta (g):	447,88
Carga máxima (kg)	5123,00
Relación altura/diámetro	2,10
Área (cm <sup>2</sup> )	21,24
Volumen (cm <sup>3</sup> )	231,49
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,93
<b>Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>241,23</b>
<b>Resistencia a Compresión (PSI)</b>	<b>3430,99</b>

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Arenisca color habano en matriz arcillo arenosa

**FOTO ESQUEMA DE FALLA**



SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	S-AN-3	S-AN-3	S-AN-3	S-AN-3	S-AN-3	S-AN-3
No de muestra						
Tipo de muestra						
Profundidad (m)						
Fecha de recepción de la muestra						
Descripción de la muestra						
Recipiente No.						
Peso de recipiente P3(g)						
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)						
Muestra seca + recipiente P2(g)						
Humedad W (%)						

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** 1

**Observaciones:**

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jenny Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

**Observaciones:**

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Ronald M

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-3

**No de Muestra:** 4

**Profundidad (m):** 5,65-6,25

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015

**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

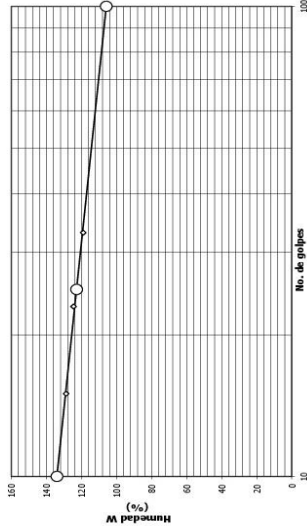
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color habano con rastros de arena fina

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	33	23	15
Peso del recipiente (g)	50	55	100
Peso de muestra húmeda + recip (g)	18,04	18,10	17,91
Peso de muestra seca + recip (g)	30,09	30,16	30,54
Peso de muestra seca + recip (g)	23,54	23,47	23,43
Humedad W (%)	119,08	124,58	128,80
<b>Límite Líquido</b>	<b>122,87</b>		

LÍMITE PLÁSTICO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	24	14
Peso del recipiente (g)	42	44	84
Peso de muestra húmeda + recip (g)	18,05	17,73	17,81
Peso de muestra húmeda + recip (g)	30,15	30,38	30,82
Peso de muestra seca + recip (g)	24,50	24,36	24,43
Humedad W (%)	87,60	90,80	96,53
<b>Límite Plástico</b>	<b>51,48</b>		



**Límite Líquido:** 122,9

**Límite Plástico:** 51,5

**Índice de Plasticidad:** 71,4

**P:** 0,99

**Clasificación según Casagrande:** CH

**Índice de Liquidez:** -

**Observaciones:**

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jenny Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMAS

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-3

**No de Muestra:** 2

**Profundidad (m):** 2,60-3,20

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015

**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

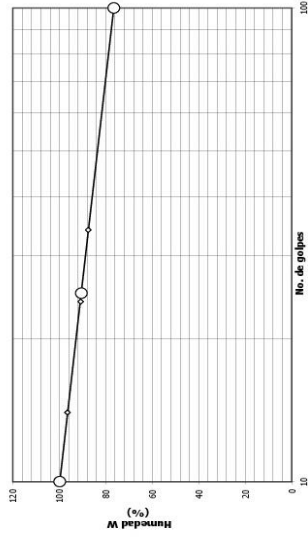
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

**Descripción de la muestra:** Limo de alta compresibilidad color habano

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	24	14
Peso del recipiente (g)	42	44	84
Peso de muestra húmeda + recip (g)	18,05	17,73	17,81
Peso de muestra húmeda + recip (g)	30,15	30,38	30,82
Peso de muestra seca + recip (g)	24,50	24,36	24,43
Humedad W (%)	87,60	90,80	96,53
<b>Límite Líquido</b>	<b>90,59</b>		

LÍMITE PLÁSTICO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	24	14
Peso del recipiente (g)	42	44	84
Peso de muestra húmeda + recip (g)	18,05	17,73	17,81
Peso de muestra húmeda + recip (g)	30,15	30,38	30,82
Peso de muestra seca + recip (g)	24,50	24,36	24,43
Humedad W (%)	87,60	90,80	96,53
<b>Límite Plástico</b>	<b>47,79</b>		



**Límite Líquido:** 90,6

**Límite Plástico:** 47,8

**Índice de Plasticidad:** 42,8

**P:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** MH

**Índice de Liquidez:** -

**Observaciones:**

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jenny Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMAS

<b>LABORATORIO</b>	
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
Tipo de Documento: FORMIATO	Código: F-LAB-02
Versión: 2	Fecha Aprobación: 31/05/2013
Pag: 11	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración AutoNorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-3

**No de Muestra:** 14

**Tipo de Muestra:** SH

**Profundidad (m):** 19,00-19,60

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

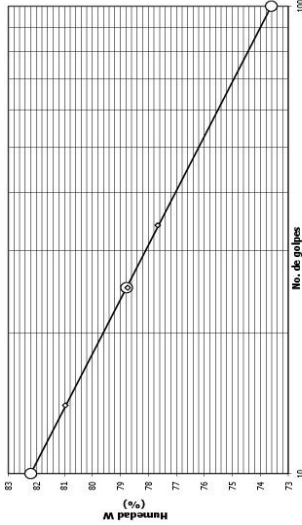
**Informe:** 05-1GR-LAB-301-15-01

**Orden de Servicio:**

**Descripción de la muestra:** Limo de alta compresibilidad color habano con trazas de arena

LÍMITE LIQUIDO		1	2	3
No de golpes		34	25	14
Recipiente No.		64	71	96
Peso del recipiente (g)		17,69	18,18	17,78
Peso de muestra húmeda + recip (g)		30,34	30,62	30,90
Peso de muestra seca + recip (g)		24,81	25,14	25,03
Humedad W (%)		77,67	78,74	80,97
<b>Límite Líquido</b>		<b>78,78</b>		

LÍMITE PLÁSTICO	
No de golpes	8
Recipiente No.	45
Peso del recipiente (g)	6,87
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,20
Peso de muestra seca + recip (g)	14,40
Humedad W (%)	37,18
<b>Límite Plástico</b>	<b>37,48</b>



**Límite Líquido:** 78,8

**Límite Plástico:** 37,5

**Índice de Plasticidad:** 41,3

**F:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** MH

**Índice de Líquidez:** -

Observaciones:

Laboratista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ENTREGADA A EFECTOS DE ESTE INFORME. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUcido EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMAS.

<b>LABORATORIO</b>	
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
Tipo de Documento: FORMIATO	Código: F-LAB-02
Versión: 2	Fecha Aprobación: 31/05/2013
Pag: 11	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración AutoNorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-3

**No de Muestra:** 10

**Tipo de Muestra:** SH

**Profundidad (m):** 14,80-15,40

**Fecha de recepción de la muestra:** 03/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 16/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

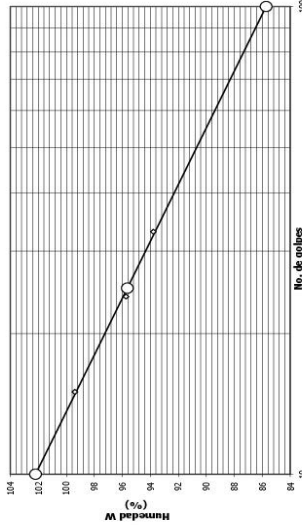
**Informe:** 05-1GR-LAB-301-15-01

**Orden de Servicio:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color café con rastros de arena fina

LÍMITE LIQUIDO		1	2	3
No de golpes		33	24	15
Recipiente No.		14	41	54
Peso del recipiente (g)		17,74	17,53	17,87
Peso de muestra húmeda + recip (g)		30,22	30,39	30,97
Peso de muestra seca + recip (g)		24,18	24,10	24,44
Humedad W (%)		93,79	95,74	99,39
<b>Límite Líquido</b>		<b>95,65</b>		

LÍMITE PLÁSTICO	
No de golpes	81
Recipiente No.	89
Peso del recipiente (g)	6,68
Peso de muestra húmeda + recip (g)	14,69
Peso de muestra seca + recip (g)	12,58
Humedad W (%)	35,76
<b>Límite Plástico</b>	<b>35,62</b>



**Límite Líquido:** 95,7

**Límite Plástico:** 35,6

**Índice de Plasticidad:** 60,0

**F:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** CH

**Índice de Líquidez:** -

Observaciones:

Laboratista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ENTREGADA A EFECTOS DE ESTE INFORME. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUcido EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMAS.



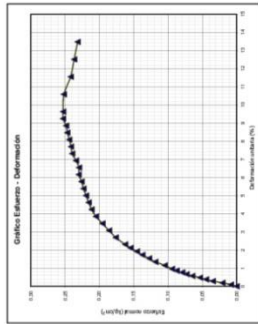
**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
NTC 1527

**PROYECTO:** Exploración Autolioris - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autolioris Norte - Hato grande  
**Clientes:** Cano Jimenez Estudios S.A.  
**Sonidos:** S-AN-3  
 **Tipo de Muestra:** SHELBY  
**Fecha de recepción de la muestra:** 07/06/2015  
**Fecha de Proyecto:** LAB-301-15  
**Informe:**

**Dirección:** Oficinas de Demarcación - Pajaje Autolioris Norte  
**No de Muestra:** 4  
**Profundidad (m):** 5,5-6,15  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01  
**Fecha de ensayo:** 24/02/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad color habano con rastros de arena fina

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	13,20	Peso de la probeta (g)	526,92
Diámetro promedio (cm)	0,00	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0,663
Relación altura/diámetro	2,20	Nuestra húmeda + recipiente (g)	344,15
Área (cm <sup>2</sup> )	28,27	Nuestra seca + recipiente (g)	84,01
Volumen (cm <sup>3</sup> )	373,22	Humedad W (%)	112,94



**Observaciones:**  
Se presenta falla por abombamiento. R.P.L.: 0,00 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	5,34
<b>Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0,233
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	1,22
<b>Consistencia</b>	Blanda

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



**Revisó y aprobó:** *Carolina Ruiz Acero*  
Laborarista / Auxiliar de laboratorio: Jenny B.  
Laboratorio IDR  
Cano Jimenez Estudios S.A.  
Código de Proyecto: LAB-301-15  
Fecha de Proyecto: 07/04/2013  
Informe: 112,94

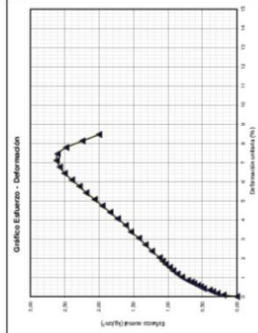
**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
NTC 1527

**PROYECTO:** Exploración Autolioris - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autolioris Norte - Hato grande  
**Clientes:** Cano Jimenez Estudios S.A.  
**Sonidos:** S-AN-3  
 **Tipo de Muestra:** SHELBY  
**Fecha de recepción de la muestra:** 07/06/2015  
**Fecha de Proyecto:** LAB-301-15  
**Informe:**

**Dirección:** Oficinas de Demarcación - Pajaje Autolioris Norte  
**No de Muestra:** 12  
**Profundidad (m):** 17,95-18,55  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01  
**Fecha de ensayo:** 03/07/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla gris verdosa y amarilla con algo de arena y consistencia semi dura

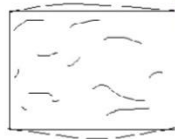
PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	15,01	Peso de la probeta (g)	1210,21
Diámetro promedio (cm)	7,38	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,178
Relación altura/diámetro	2,03	Nuestra húmeda + recipiente (g)	1,885
Área (cm <sup>2</sup> )	4,278	Nuestra seca + recipiente (g)	144,83
Volumen (cm <sup>3</sup> )	642,07	Humedad W (%)	59,96



**Observaciones:**  
Se presenta falla por abombamiento y agrietamiento vertical. R.P.L.: >4,50 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	3,85
<b>Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	2,617
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	2,12
<b>Consistencia</b>	Muy firme

DIAGRAMA DE LA MUESTRA FALLADA



**Revisó y aprobó:** *Carolina Ruiz Acero*  
Laborarista / Auxiliar de laboratorio: Jenny B.  
Laboratorio IDR  
Cano Jimenez Estudios S.A.  
Código de Proyecto: LAB-301-15  
Fecha de Proyecto: 07/04/2015  
Informe: 59,96

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
NTC 1967**

**PROYECTO:** Exploración Autoforté - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A  
**Senlec:** S-NH-3  
**Tipo de Muestra:** SHELVY  
**Fecha de recepción de la muestra:** 10/06/2015  
**Código de Proyecto:** LAB-301-14  
**Informe:** \_\_\_\_\_

**Dirección:** Oficinas de Devinoite - Peaje Autopista Norte  
**No de Muestra:** 2  
**Profundidad (m):** 2,60-3,20  
**Orden de Servicio:** 05-3GR-LAB-301-15-01

**Descripción de la muestra:** Limo de alta plasticidad color habano

DATOS DE LA MUESTRA		INICIAL	FINAL	HUMEDAD NATURAL		CAMPO	FINAL	CELDA DE CARGA	
DIÁMETRO (cm)		5,030	5,030	Recipiente		5A	42A	CELDA DE CARGA No.	2
ALTURA (cm)		1,990	1,827	Peso recipiente, (g) =		92,04	95,76	PESO PIEDRA POROSA SUPERIOR (g)	46,23
PESO DEL ANILLO + MUESTRA (g)		133,86	132,36	Peso rec+ m Hum. (g) =		187,48	158,79	PESO DEL BLOQUE DE CARGA (g)	211,64
PESO DEL ANILLO (g)		65,49	65,49	Peso rec+ m seca, (g) =		152,61	137,03	PESO DE ESFERA (g)	28,31
				Wn (%) =		57,57	52,73	PESO TOTAL	286,18
								RELACION DE PALANCA (1/...)	11
RELACIONES DE FASE		INICIAL	FINAL	RESULTADOS DE ENSAYOS ADICIONALES				DATOS DEL DEFORMIMETRO	
ÁREA (cm <sup>2</sup> )		19,87	19,87	LÍMITE LÍQUIDO			90,60	DEFORMIMETRO No	1
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )		39,54	36,30	LÍMITE PLÁSTICO			47,80	dH (cm) = C * (L - Lo)	C = -0,0254
PESO DE LA MUESTRA (g)		68,37	66,87	ÍNDICE DE PLASTICIDAD			42,80	LECTURA INICIAL	Lo = 0,00
PESO SECO (g)		43,78	43,78	PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS Ge =			2,61		
P. UNITARIO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )		1,73	1,84						
P. UNITARIO SECO (g/cm <sup>3</sup> )		1,10	1,21						
CONTENIDO DE HUMEDAD		60,13	52,73						
SATURACION, S (%) : S = <100 %		100,00	100,00						
RELACION DE VACIOS, e		1,569	1,359						
ALTURA DE SÓLIDOS (cm)		0,844	0,844						

1. MONTAJE	2. SATURACIÓN	3. EXPANSIÓN
Fecha y Hora: 08/10/2014; 08:00:00	Fecha y Hora: 15/6/2015; 08:00:00	Fecha y Hora: 17/6/2015; 08:00:00
Lectura Inicial (n°10 <sup>-7</sup> ): 0,00	Lectura Inicial (n°10 <sup>-7</sup> ): 0,00	Lectura Inicial (n°10 <sup>-7</sup> ): 0,00
Observaciones:	Lectura Final (n°10 <sup>-7</sup> ): 0,11	Lectura Final (n°10 <sup>-7</sup> ): 0,11
	Observaciones:	DEFORMACIÓN UNITARIA (%): 0,14
		Observaciones: SE CONSOLIDÓ.

4. DATOS DE CARGA														
CARGA (kg)	0,25		0,50		1,00		2,00		4,00		8,00		16,00	
	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMIMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)
0:00:00	0,000		0:00:00	0,140		0:00:00	0,380		0:00:00	0,880		0:00:00	2,050	
0:00:04	0,080		0:00:04	0,240		0:00:04	0,540		0:00:04	1,190		0:00:04	2,480	
0:00:15	0,090		0:00:15	0,260		0:00:15	0,590		0:00:15	1,270		0:00:15	2,610	
0:00:34	0,100		0:00:34	0,270		0:00:34	0,620		0:00:34	1,350		0:00:34	2,720	
0:01:00	0,100		0:01:00	0,280		0:01:00	0,640		0:01:00	1,410		0:01:00	2,830	
0:01:34	0,110		0:01:34	0,290		0:01:34	0,670		0:01:34	1,470		0:01:34	2,940	
0:02:15	0,110		0:02:15	0,300		0:02:15	0,690		0:02:15	1,510		0:02:15	3,030	
0:03:04	0,110		0:03:04	0,310		0:03:04	0,710		0:03:04	1,560		0:03:04	3,110	
0:04:00	0,120		0:04:00	0,320		0:04:00	0,730		0:04:00	1,610		0:04:00	3,200	
0:06:15	0,130		0:06:15	0,330		0:06:15	0,760		0:06:15	1,700		0:06:15	3,370	
0:09:00	0,140		0:09:00	0,340		0:09:00	0,790		0:09:00	1,780		0:09:00	3,500	
0:12:15	0,140		0:12:15	0,350		0:12:15	0,820		0:12:15	1,840		0:12:15	3,620	
0:16:00	0,140		0:16:00	0,360		0:16:00	0,840		0:16:00	1,890		0:16:00	3,710	
			0:25:00	0,370		0:25:00	0,860		0:25:00	1,960		0:25:00	3,880	
			0:36:00	0,380		0:36:00	0,880		0:36:00	2,020		0:36:00	3,990	
									0:49:00	2,050		0:49:00	7,380	
														11,810
														12,290
														12,660
														12,940

5. DATOS DE DESCARGA								
TIEMPO HORARIO	7:20:00	8:20:00	9:20:00	10:20:00	11:20:00	12:20:00	13:20:00	14:20:00
CARGA (kg)	16,00	8,00	4,00	2,00	1,00	0,50	0,25	0,00
LECTURA DEFORMIMETRO	12,94	12,26	11,00	9,68	8,48	7,48	6,86	6,42

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes      Revisó y Aprobó: Carolina Ruiz Acero  
 Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE, SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO ELIJE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN SU FIRMA.



**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
NTC 1967**

**PROYECTO:** Exploración Auto/Norte - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A  
**Sondeo:** S-W-3  
**Tipo de Muestra:** SHELBY  
**Fecha de recepción de la muestra:** 10/06/2015  
**Código de Proyecto:** LAB-301-14  
**Informe:**

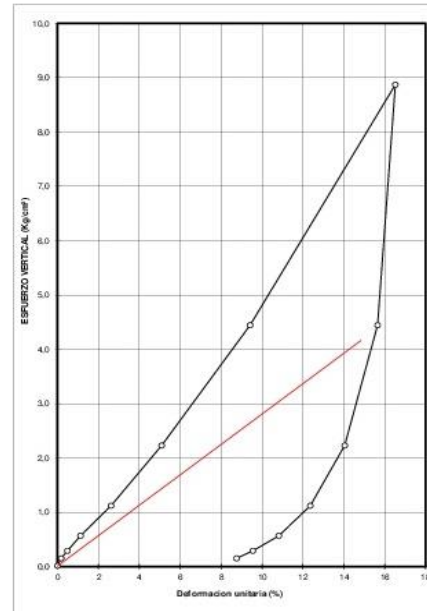
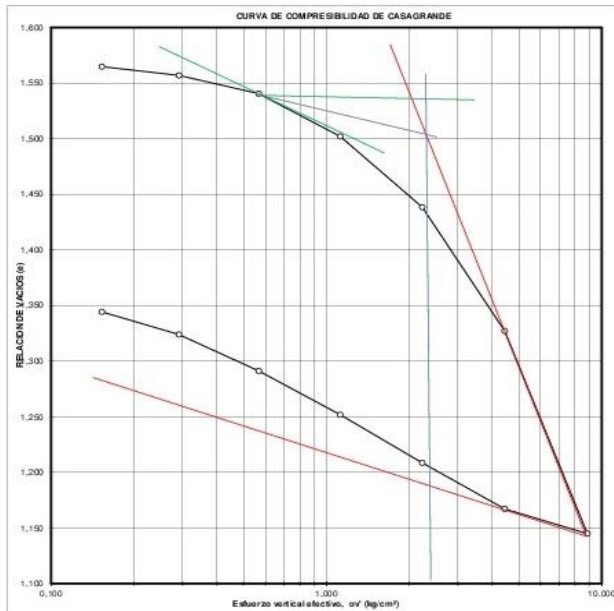
**Dirección:** Calle 71 No 18 - 75 Oficina 512 Edificio Isabela, Barrancabermeja, Colombia  
**No de Muestra:** 2  
**Profundidad (m):** 2,60-3,20  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Descripción de la muestra:** Limo de alta plasticidad color habano

CARGA (kg)	LECTURA DEFORM (1x10 <sup>-3</sup> in)	ESFUERZO VERTICAL (kg/cm <sup>2</sup> )	ALTURA MUESTRA (cm)	RELACION DE VACIOS (e)	DEF. UNITARIA (%)	1/mv (TANGENTE) (t/m <sup>2</sup> )	1/mv (SECANTE) (t/m <sup>2</sup> )	mv (m <sup>2</sup> /t)	k (m/dia)
0,00	0,000	0,014	1,990	1,569	0,00	7,745	7,745		
0,25	0,140	0,153	1,986	1,565	0,18	4,518	5,707	0,001	0,000
0,50	0,380	0,291	1,980	1,557	0,49	4,337	4,928	0,221	0,002
1,00	0,880	0,568	1,968	1,540	1,12	3,707	4,231	0,231	0,002
2,00	2,050	1,122	1,938	1,502	2,62	4,471	4,348	0,270	0,002
4,00	3,990	2,229	1,889	1,438	5,09	5,117	4,701	0,224	0,001
8,00	7,380	4,443	1,803	1,327	9,42	6,240	5,363	0,195	0,001
16,00	12,940	8,871	1,661	1,145	16,52	51,023	2,830	0,160	0,000
8,00	12,240	4,443	1,679	1,167	15,65	13,768	1,577		
4,00	11,000	2,229	1,711	1,209	14,04	6,571	0,896		
2,00	9,680	1,122	1,744	1,252	12,36	3,614	0,511		
1,00	8,480	0,568	1,775	1,291	10,82	2,168	0,290		
0,50	7,480	0,291	1,800	1,324	9,55	1,749	0,158		
0,25	6,860	0,153	1,816	1,344	8,76	2,464	0,000		
0,00	6,420	0,014	1,827	1,359	8,19				

PARAMETROS DE COMPRESIBILIDAD			
RELACION DE VACIOS INICIAL	eo	1,569	ESFUERZO EFECTIVO INICIAL (t/m <sup>2</sup> )*
PRENSION DE PRECONSOLIDACION (t/m <sup>2</sup> )*	owp'	24,00	RELACION DE SOBRESOCONSOLIDACION*
COEFICIENTE DE RECOMPRESION*	Cr :	0,11	RSC :
COEFICIENTE DE COMPRESION LABORATORIO*	Cc :	0,61	

\* Estos parámetros deben ser verificados o calculados por el ingeniero especialista en Geotecnia encargado del proyecto dado que dependen del criterio del analista y de las condiciones específicas del sitio.  
 El valor del esfuerzo vertical efectivo actual fue suministrado por el geotecnista.



Laborarista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes

Revisó y Aprobó: Carolina Ruiz Acero  
 Ingiero de Laboratorio

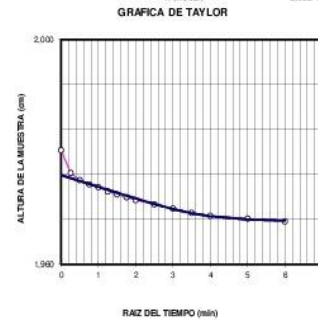


**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
NTC 1967**

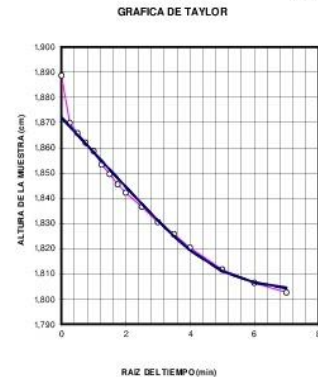
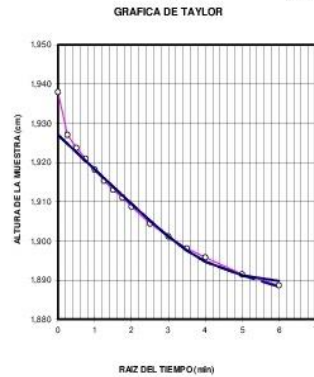
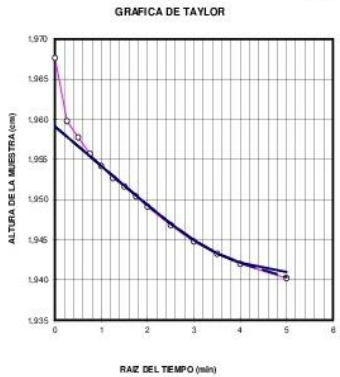
<b>PROYECTO:</b> Exploración AutoNorte - Caro Jiménez	<b>Dirección:</b> Calle 71 No 18 - 75 Oficina 512 Edificio Isabela, Barrancabermeja, Colombia
<b>Sitio:</b> Autopista Norte - Hato grande	<b>No de Muestra:</b> 2
<b>Cliente:</b> Caro Jiménez Estudios S.A	<b>Profundidad (m):</b> 2,60-3,20
<b>Sondeo:</b> S-N1-3	<b>Orden de Servicio:</b> OS-IGR-LAB-301-15-01
<b>Tipo de Muestra:</b> SHELBY	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 10/05/2015	
<b>Código de Proyecto:</b> LAB-301-14	
<b>Informe:</b>	

**Descripción de la muestra:** Limo de alta plasticidad color habano

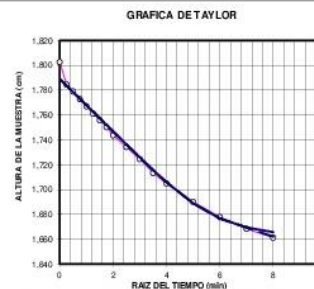
<b>Carga (kg)</b> <b>0,25</b>	<b>Carga (kg)</b> <b>0,50</b>	<b>Carga (kg)</b> <b>1,00</b>
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 0,15	Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 0,29	Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 0,57
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 7,74	Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 4,52	Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 4,34
H <sub>0</sub> (cm) 1,988 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,150	H <sub>0</sub> (cm) 1,984 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,047	H <sub>0</sub> (cm) 1,976 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,049
H100 (cm) 1,986 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,0216	H100 (cm) 1,980 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,006768	H100 (cm) 1,968 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,007056
Hd (cm) 0,994 Ca 0,0001	Hd (cm) 0,991 Ca 0,0020	Hd (cm) 0,986 Ca 0,0001
T100 (min) 8,996 Hv (m <sup>2</sup> /t) 1,000E-03	T100 (min) 33,748 Hv (m <sup>2</sup> /t) 2,214E-01	T100 (min) 35,740 Hv (m <sup>2</sup> /t) 2,306E-01
k (m/día) 2,16E-05	k (m/día) 1,63E-03	k (m/día) 1,63E-03



<b>Carga (kg)</b> <b>2,00</b>	<b>Carga (kg)</b> <b>4,00</b>	<b>Carga (kg)</b> <b>8,00</b>
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 1,12	Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 2,23	Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 4,44
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 3,71	Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 4,47	Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 5,12
H <sub>0</sub> (cm) 1,959 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,051	H <sub>0</sub> (cm) 1,927 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,038	H <sub>0</sub> (cm) 1,872 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,026
H100 (cm) 1,940 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,007344	H100 (cm) 1,889 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,0054576	H100 (cm) 1,803 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,003744
Hd (cm) 0,975 Ca 0,0450	Hd (cm) 0,954 Ca 0,3400	Hd (cm) 0,919 Ca 0,1000
T100 (min) 24,575 Hv (m <sup>2</sup> /t) 2,698E-01	T100 (min) 35,82 Hv (m <sup>2</sup> /t) 2,237E-01	T100 (min) 48,82 Hv (m <sup>2</sup> /t) 1,954E-01
k (m/día) 1,98E-03	k (m/día) 1,22E-03	k (m/día) 7,32E-04



<b>Carga (kg)</b> <b>16,00</b>	
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ): 8,87	
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ): 6,24	
H <sub>0</sub> (cm) 1,789 Cv (cm <sup>2</sup> /min) 0,016	
H100 (cm) 1,661 Cv (m <sup>2</sup> /día) 0,002304	
Hd (cm) 0,863 Ca 1,7000	
T100 (min) 63,840 Hv (m <sup>2</sup> /t) 1,603E-01	
k (m/día) 3,69E-04	



Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes

Revisó y Aprobó:

Carolina Ruiz Acero  
Ingeniero de Laboratorio




**LABORATORIO**  
**Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales**

Tipo de Documento: FORMATO  
 Código: F-LAB-01  
 Versión: 2  
 Fecha Aprobación: 01-04-2013  
 Pág: 1/1

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
NTC 1495**

**PROYECTO:** Exploración AutoNorte - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Haba grande  
**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A  
**Dirección:** Oficinas de Devimorte - Peaje Autopista Norte  
**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Orden de Servicio:** 05-IGR-LAB-301-15-01  
**Informe:** 1

Fecha y hora de entrada al homo: 16-06-2015; 10:00:00 Fecha y hora de salida del homo: 17-06-2015; 08:00:00

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA		S-AN-4	S-AN-4	S-AN-4	S-AN-4	S-AN-4
No de Muestra		2	4	6	8	11
Tipo de muestra		SH	SH	SH	SH	SPT
Profundidad (m)		2,55-3,15	5,60-6,20	8,65-9,25	11,70-12,30	19,20-19,65
Fecha de recepción de la muestra		03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015
Descripción de la muestra		Arena arcillosa color habano y negro con rastros de materia orgánica	Limo de alta plasticidad de color gris verdoso con oxidaciones	Arcilla de alta plasticidad de color café con presencia de oxidación	Arena con algo de arcilla color gris	Arcilla limosa de baja plasticidad con algo de arena color habano
Recipiente No.		42	27	46	50	56
Peso de recipiente P3(g)		44,46	45,69	40,57	36,21	42,08
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)		173,67	155,54	124,74	147,69	123,30
Muestra seca + recipiente P2(g)		148,58	111,46	83,40	125,45	111,91
Humedad W (%)		<b>24,1</b>	<b>67,0</b>	<b>96,5</b>	<b>24,9</b>	<b>16,3</b>

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA		S-AN-4	S-AN-4	S-AN-4	S-AN-4	S-AN-4
No de Muestra		15	17	19		
Tipo de muestra		SPT	SPT	SPT		
Profundidad (m)		29,00-29,45	35,05-35,50	40,00-40,45		
Fecha de recepción de la muestra		03/06/2015	03/06/2015	03/06/2015		
Descripción de la muestra		Arena de grano medio a grueso con algo de arcilla color gris y tonos negro	Arcilla de baja plasticidad color habano con rastros de arena	Arcilla de baja plasticidad con rastros de arena de color amarillo con pintas de color habano		
Recipiente No.		61	51	60		
Peso de recipiente P3(g)		42,60	42,86	41,48		
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)		126,87	149,43	162,12		
Muestra seca + recipiente P2(g)		115,03	128,46	136,81		
Humedad W (%)		<b>16,3</b>	<b>24,5</b>	<b>23,9</b>		

Observaciones:

Laboratorio / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
 Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.


**LABORATORIO**  
**Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales**

Tipo de Documento: FORMATO  
 Código: F-LAB-01  
 Versión: 2  
 Fecha Aprobación: 01-04-2013  
 Pág: 1/1

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
NTC 1495**

**PROYECTO:** Exploración AutoNorte - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Haba grande  
**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A  
**Dirección:** Oficinas de Devimorte - Peaje Autopista Norte  
**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Orden de Servicio:** 05-IGR-LAB-301-15-01  
**Informe:** 1

Fecha y hora de entrada al homo: 16-06-2015; 10:00:00 Fecha y hora de salida del homo: 17-06-2015; 08:00:00

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA		S-AN-4
No de Muestra		13
Tipo de muestra		SH
Profundidad (m)		2,55-3,15
Fecha de recepción de la muestra		03/06/2015
Descripción de la muestra		Arena arcillosa con presencia de materia orgánica y cambio a arcilla color habano y negro.
Recipiente No.		12
Peso de recipiente P3(g)		44,10
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)		143,49
Muestra seca + recipiente P2(g)		111,02
Humedad W (%)		<b>48,5</b>

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	
No de Muestra	
Tipo de muestra	
Profundidad (m)	
Fecha de recepción de la muestra	
Descripción de la muestra	
Recipiente No.	
Peso de recipiente P3(g)	
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	
Muestra seca + recipiente P2(g)	
Humedad W (%)	

Observaciones:

Laboratorio / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
 Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.



	<b>LABORATORIO</b>	Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
	Tipo de Documento: <b>FORMATO</b>	Código: <b>F-LAB-02</b>	Versión: <b>2</b>
	Fecha Aprobación: <b>01/04/2013</b>	Página: <b>1/1</b>	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolforte - Cano Jimenez

**Sitio:** Exploración Autolforte - Hato grande

**Cliente:** Autopista Norte - Hato grande

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-4

**No de Muestra:** 11

**Profundidad (m):** 19,20-19,65

**Tipo de Muestra:** SH

**Fecha de recepción de la muestra:** 16/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 19/06/2015

**Fecha de fin ensayo:** 19/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301+15

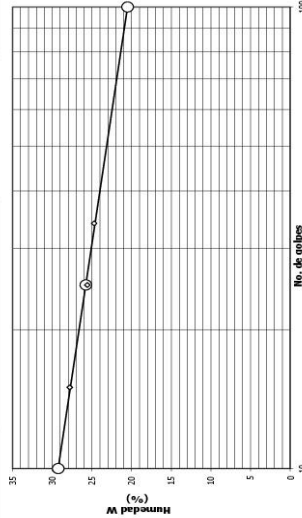
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla limosa de baja plasticidad con algo de arena color habano

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	25	15
Peso del recipiente (g)	8,60	8,22	8,35
Peso de muestra húmeda + recip (g)	20,30	20,39	20,58
Peso de muestra seca + recip (g)	17,98	17,91	17,92
Humedad W (%)	24,73	25,59	27,80
<b>Límite Líquido</b>	<b>25,78</b>		

LÍMITE PLÁSTICO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	25	15
Peso del recipiente (g)	8,47	10,38	44
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,30	17,49	
Peso de muestra seca + recip (g)	15,86	16,28	
Humedad W (%)	19,49	20,51	
<b>Límite Plástico</b>	<b>20,00</b>		



**Límite Líquido:** 25,8

**Límite Plástico:** 20,0

**Índice de Plasticidad:** 5,8

**I:** 0,99

**Clasificación según Casagrande:** CL-ML

**Índice de Líquidez:**

**Observaciones:**

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jenny Bolívar

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO DEBE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

	<b>LABORATORIO</b>	Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales	
	Tipo de Documento: <b>FORMATO</b>	Código: <b>F-LAB-02</b>	Versión: <b>2</b>
	Fecha Aprobación: <b>01/04/2013</b>	Página: <b>1/1</b>	

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolforte - Cano Jimenez

**Sitio:** Exploración Autolforte - Hato grande

**Cliente:** Autopista Norte - Hato grande

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-4

**No de Muestra:** 6

**Profundidad (m):** 8,65-9,25

**Tipo de Muestra:** SH

**Fecha de recepción de la muestra:** 16/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 17/06/2015

**Fecha de fin ensayo:** 17/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301+15

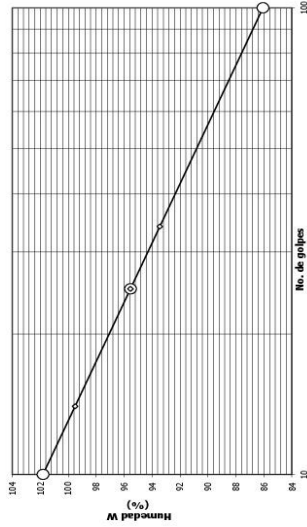
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla de alta plasticidad de color café con presencia de oxidación

LÍMITE LÍQUIDO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	25	14
Peso del recipiente (g)	42	53	79
Peso de muestra húmeda + recip (g)	8,30	8,37	8,56
Peso de muestra húmeda + recip (g)	20,10	20,69	20,83
Peso de muestra seca + recip (g)	14,40	14,67	14,71
Humedad W (%)	93,44	95,56	99,51
<b>Límite Líquido</b>	<b>95,55</b>		

LÍMITE PLÁSTICO			
No. de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	25	14
Peso del recipiente (g)	8,86	7,18	7,18
Peso de muestra húmeda + recip (g)	17,16	17,15	14,35
Peso de muestra seca + recip (g)	14,83	14,35	14,35
Humedad W (%)	39,03	39,03	39,03
<b>Límite Plástico</b>	<b>39,04</b>		



**Límite Líquido:** 95,5

**Límite Plástico:** 39,0

**Índice de Plasticidad:** 56,5

**I:** 1,00

**Clasificación según Casagrande:** CH

**Índice de Líquidez:**

**Observaciones:**

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jenny Bolívar

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO DEBE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

Tipo de Documento: FORMATO	
Código: F-LAB-02	Version: 2
Fecha Aprobación: 01/04/2013	Pag: 1/1

**LABORATORIO**  
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-4

**No de Muestra:** 19

**Profundidad (m):** 40,00-40,45

**Tipo de Muestra:** SH

**Fecha de recepción de la muestra:** 16/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 19/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

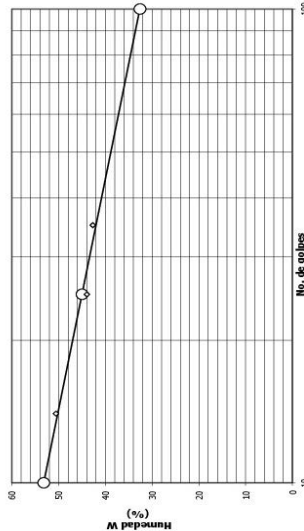
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla de baja plasticidad con rastros de arena de color amarillito con pintas de color habano

LÍMITE LIQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	35	25	14
Peso del recipiente (g)	8,39	8,28	8,23
Peso de muestra húmeda + recip (g)	20,59	20,79	21,00
Peso de muestra seca + recip (g)	16,94	16,97	16,71
Humedad W (%)	42,69	43,96	50,59
<b>Límite Líquido</b>	<b>45,02</b>		

LÍMITE PLÁSTICO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	38	25	87
Peso del recipiente (g)	8,46	8,37	8,26
Peso de muestra húmeda + recip (g)	20,05	20,40	20,42
Peso de muestra seca + recip (g)	16,43	16,64	16,36
Humedad W (%)	44,31	45,47	50,12
<b>Límite Plástico</b>	<b>22,89</b>		



**Límite Líquido:** 45,0

**Límite Plástico:** 22,9

**Índice de Plasticidad:** 22,1

**f:** 0,98

**Clasificación según Casagrande:** CL

**Índice de Líquidez:** -

Observaciones: \_\_\_\_\_

Laborarista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VALIDO SIN FIRMAS

Tipo de Documento: FORMATO	
Código: F-LAB-02	Version: 2
Fecha Aprobación: 01/04/2013	Pag: 1/1

**LABORATORIO**  
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
NTC 4630**

**PROYECTO:** Exploración Autolorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Sondeo:** S-AN-4

**No de Muestra:** 17

**Profundidad (m):** 35,05-35,50

**Tipo de Muestra:** SH

**Fecha de recepción de la muestra:** 16/06/2015

**Fecha de inicio ensayo:** 18/06/2015

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

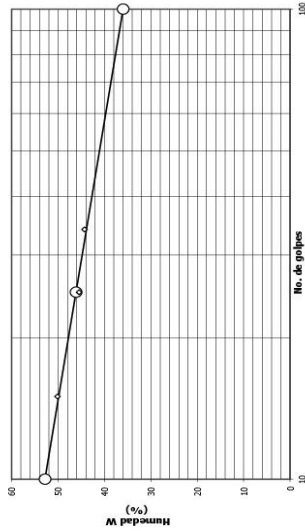
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:** Arcilla de baja plasticidad color habano con rastros de arena

**Descripción de la muestra:**

LÍMITE LIQUIDO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	34	25	15
Peso del recipiente (g)	8,26	8,37	8,26
Peso de muestra húmeda + recip (g)	20,05	20,40	20,42
Peso de muestra seca + recip (g)	16,43	16,64	16,36
Humedad W (%)	44,31	45,47	50,12
<b>Límite Líquido</b>	<b>46,14</b>		

LÍMITE PLÁSTICO			
No de golpes	1	2	3
Recipiente No.	37	19	63
Peso del recipiente (g)	8,26	8,37	8,26
Peso de muestra húmeda + recip (g)	20,05	20,40	20,42
Peso de muestra seca + recip (g)	16,43	16,64	16,36
Humedad W (%)	44,31	45,47	50,12
<b>Límite Plástico</b>	<b>22,27</b>		



**Límite Líquido:** 46,1

**Límite Plástico:** 22,3

**Índice de Plasticidad:** 23,9

**f:** 0,98

**Clasificación según Casagrande:** CL

**Índice de Líquidez:** -

Observaciones: \_\_\_\_\_

Laborarista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER PRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE ESTE INFORME NO ES VALIDO SIN FIRMAS



		Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-01 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 1/1
<b>LABORATORIO</b> <b>Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales</b>		

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
NTC 1495**

**PROYECTO:** Exploración Autollorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

Fecha y hora de entrada al horno: 01-07-2015; 10:00:00

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA		S-AN-5	S-AN-5	S-AN-5	S-AN-5	S-AN-5	S-AN-5	S-AN-5
No de muestra		2	4	6	8	12		
Tipo de muestra		SH	SH	SH	SH	SH		
Profundidad (m)		1.95-2.55	5.00-5.60	8.05-8.65	11.10-11.70	17.20-17.80		
Fecha de recepción de la muestra		16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015		
Descripción de la muestra		Arcilla limosa con poca raíz color habano y poca oxidación	Arcilla limosa de consistencia media y color café claro.	Arcilla color café de consistencia media	Arcilla color café de consistencia media color negro	Arcilla color habano con presencia de materia orgánica de color negro		
Recipiente No.		W27	5A	W2	29A	W12		
Peso de recipiente P2(g)		33.32	92.00	36.21	91.48	35.99		
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)		135.23	208.24	146.25	198.51	165.57		
Muestra seca + recipiente P2(g)		87.97	142.53	83.12	131.67	86.55		
Humedad W (%)		<b>86.5</b>	<b>130.0</b>	<b>134.6</b>	<b>166.3</b>	<b>156.3</b>		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA		S-AN-5	S-AN-5	S-AN-5
No de muestra		16	18	20
Tipo de muestra		SH	SH	SH
Profundidad (m)		25.30-25.90	30.35-30.95	35.40-36.00
Fecha de recepción de la muestra		16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015
Descripción de la muestra		Arcilla limosa de consistencia media color gris verdoso	Arcilla gris y café con lentas de arena fina gris	Arcilla limosa café con trazos de materia orgánica negra y café
Recipiente No.		10A	T12	T24
Peso de recipiente P2(g)		96.41	62.10	58.42
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)		252.59	200.07	193.57
Muestra seca + recipiente P2(g)		211.23	169.15	145.73
Humedad W (%)		<b>36.0</b>	<b>28.9</b>	<b>54.8</b>

Observaciones:

Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Jemmy Bohórquez Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero

Ingeniera de Laboratorio

		Tipo de Documento: FORMATO Código: F-LAB-23 Versión: 2 Fecha Aprobación: 01-04-2013 Pág: 1/1
<b>LABORATORIO</b> <b>Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales</b>		

**INFORME DE RESULTADOS: CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA POR IGNICIÓN  
I.N.V. -121 - 07**

**PROYECTO:** Exploración Autollorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Devinorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

Fecha y hora de entrada al horno: 04-07-2015; 10:00:00

Fecha y hora de salida del horno: 04-07-2015; 16:00:00

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA		S-AN-4
No de muestra		13
Tipo de muestra		SPT
Profundidad (m)		24.10-24.55
Fecha de recepción de la muestra		16/06/2015
Descripción de la muestra		Arena arcillosa con presencia de materia orgánica y cambio a arcilla color habano y negro.
Recipiente No.		12
Peso de recipiente P2 (g)		44.10
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)		143.49
Muestra seca + recipiente P2 (g)		111.02
Muestra calcinada + recipiente P4 (g)		109.56
Humedad Natural Wn (%)		<b>48.5</b>
Humedad Calcinación Wnc (%)		<b>51.8</b>
Contenido de materia orgánica (%)		<b>3.3</b>

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	
No de muestra	
Tipo de muestra	
Profundidad (m)	
Fecha de recepción de la muestra	
Descripción de la muestra	
Recipiente No.	
Peso de recipiente P2 (g)	
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	
Muestra seca + recipiente P2 (g)	
Muestra calcinada + recipiente P4 (g)	
Humedad Natural Wn (%)	
Humedad Calcinación Wnc (%)	
Contenido de materia orgánica (%)	

Observaciones:

Auxiliar de laboratorio / Laboratorista: Jemmy Bohórquez Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero

Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA CONCRETADA Y ENVIADA. ESTE INFORME NO DEBE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

**PROYECTO:** Exploración Autoliorce - Caso Jimenez

**Sitios:** Autoliorce Norte - Hato grande

**Clientes:** Caso Jimenez Estudios S.A

**Senal:** B

**No de Muestra:** 8

**Profundidad (m):** 11.15-11.70

**Fecha de recepción de la muestra:** 10/06/2015

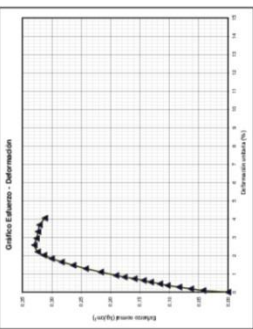
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-300-15-01

**Fecha de ensayo:** 03/07/2015

**Informe:**

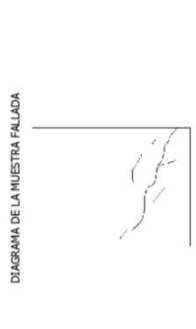
**Descripción de la muestra:** Arcilla color habano y al final un limo de muestra orgánica de color negro.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA	
Altura promedio (cm)	13.81
Peso de la probeta (g)	508.51
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0.42
Relación agua/seca (w)	1.311
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	0.48
Humedad W (%)	14.631



**Observaciones:** Se presenta falla por plano inclinado y agrietamiento. R.P.L.: 0.50 kg/cm<sup>2</sup>.

Duración del ensayo (min)	1.44
Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.230
Deformación en la falla (%)	2.57
Tasa de deformación (% por minuto)	1.79
Consistencia	Blanda



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
Ingeniera de Laboratorio  
Código de Laboratorio: 231.959 - Bogotá

Laborantista / Auxiliar de laboratorio: *Jenny E.*

LABORATORIO

**PROYECTO:** Exploración Autoliorce - Caso Jimenez

**Sitios:** Autoliorce Norte - Hato grande

**Clientes:** Caso Jimenez Estudios S.A

**Senal:** S-AH-5

**No de Muestra:** 4

**Profundidad (m):** 5.00-5.60

**Fecha de recepción de la muestra:** 10/06/2015

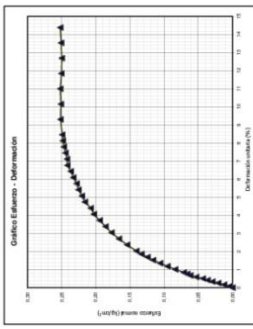
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-300-15-01

**Fecha de ensayo:** 03/07/2015

**Informe:**

**Descripción de la muestra:** Arcilla limosa consistencia media de color café oscuro.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA	
Altura promedio (cm)	15.01
Peso de la probeta (g)	870.94
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0.623
Relación agua/seca (w)	1.433
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	0.709
Humedad W (%)	40.49
Volumen (cm <sup>3</sup> )	607.74



**Observaciones:** Se presenta falla por plano inclinado además de abombamiento y agrietamiento. R.P.L.: 0.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Duración del ensayo (min)	0.25
Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	0
Deformación en la falla (%)	14.32
Tasa de deformación (% por minuto)	2.30
Consistencia	Blanda



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
Ingeniera de Laboratorio  
Código de Laboratorio: 231.959 - Bogotá

Laborantista / Auxiliar de laboratorio: *Jenny E.*

LABORATORIO





**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
NTC 1967**

<b>PROYECTO:</b> Exploración Auto/Vorte - Cano Jiménez	<b>Dirección:</b> Oficinas de Devivorte - Peaje Autopista Norte
<b>Sitio:</b> Autopista Norte - Halo grande	<b>No de Muestra:</b> 2
<b>Cliente:</b> Cano Jiménez Estudios S.A	<b>Profundidad (m):</b> 1,95-2,55
<b>Sondeo:</b> S-AN-5	<b>Orden de Servicio:</b> OS-32R-LAB-301-15-01
<b>Tipo de Muestra:</b> SHELBY	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 16/06/2015	
<b>Código de Proyecto:</b> LAB-301-15	
<b>Informe:</b>	

**Descripción de la muestra:** Arcilla limosa con poca raíz color habano y poca oxidación

DATOS DE LA MUESTRA		HUMEDAD NATURAL		CELDA DE CARGA	
	INICIAL	FINAL	CAMPO	FINAL	
DIÁMETRO (cm)	5,070	5,070	W27	W27	CELDA DE CARGA No. <b>1</b>
ALTURA (cm)	1,990	1,811	Peso recipiente, (g) =	33,32	PESO PIEDRA POROSA SUPERIOR (g)
PESO DEL ANILLO +MUESTRA (g)	117,48	109,82	Peso rec+ m hum, (g) =	135,37	PESO DEL BLOQUE DE CARGA (g)
PESO DEL ANILLO (g)	58,26	58,26	Peso rec+ m seca, (g) =	87,91	PESO DE ESFERA (g)
			Wn (%) =	86,94	281,30
					RELACIÓN DE PALANCA (1/...)
					11

RELACIONES DE FASE		RESULTADOS DE ENSAYOS ADICIONALES		DATOS DEL DEFORMÍMETRO	
	INICIAL	FINAL			
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20,19	20,19	LÍMITE LÍQUIDO	-	DEFORMÍMETRO No
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	40,18	30,50	LÍMITE PLÁSTICO	-	1
PESO DE LA MUESTRA (g)	59,12	51,46	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	-	dH (cm) = C * (L - L <sub>o</sub> )
PESO SECO(g)	31,73	31,73	PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS G <sub>s</sub> =	2,57	C = -0,0254
P. UNITARIO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	1,47	1,69			LECTURA INICIAL
P. UNITARIO SECO (g/cm <sup>3</sup> )	0,79	1,04			Lo = 0,00
CONTENIDO DE HUMEDAD	92,66	62,18			
SATURACIÓN, S (%) : S = c100 %	100,00	100,00			
RELACION DE VACÍOS, e	2,381	1,567			
ALTURA DE SÓLIDOS (cm)	0,612	0,612			

<b>1. MONTAJE</b>	<b>2. SATURACIÓN</b>	<b>3. EXPANSIÓN</b>
Fecha y Hora: 15/06/2015; 08:00:00	Fecha y Hora: 15/06/2015; 08:00:00	Fecha y Hora: 17/6/2015; 08:00:00
Lectura Inicial (in*10 <sup>-4</sup> ): 0,00	Lectura Inicial (in*10 <sup>-7</sup> ): 0,00	Lectura Inicial (in*10 <sup>-7</sup> ): 0,00
Observaciones:	Lectura Final (in*10 <sup>-7</sup> ): 0,00	Lectura Final (in*10 <sup>-7</sup> ): 0,00
		DEFORMACIÓN UNITARIA (%): 0,00
		Observaciones: No consolidó No expandido

CARGA (kg)	0,25		0,50		1,00		2,00		4,00		8,00		16,00		
	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMÍMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMÍMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMÍMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMÍMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMÍMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMÍMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	TIEMPO HORARIO	LECTURA DEFORMÍMETRO (x10 <sup>-2</sup> in)	
0:00:00	0,000	0,000	0:00:00	0,320	0:00:00	0,940	0:00:00	2,030	0:00:00	4,280	0:00:00	9,200	0:00:00	15,430	
0:00:04	0,080	0:00:04	0,430	0:00:04	1,130	0:00:04	2,320	0:00:04	4,700	0:00:04	9,700	0:00:04	16,300	0:00:04	16,300
0:00:15	0,110	0:00:15	0,480	0:00:15	1,200	0:00:15	2,440	0:00:15	4,900	0:00:15	10,030	0:00:15	16,620	0:00:15	16,620
0:00:34	0,140	0:00:34	0,520	0:00:34	1,250	0:00:34	2,560	0:00:34	5,100	0:00:34	10,330	0:00:34	16,940	0:00:34	16,940
0:01:00	0,150	0:01:00	0,540	0:01:00	1,310	0:01:00	2,660	0:01:00	5,290	0:01:00	10,630	0:01:00	17,250	0:01:00	17,250
0:01:34	0,170	0:01:34	0,570	0:01:34	1,360	0:01:34	2,760	0:01:34	5,480	0:01:34	10,950	0:01:34	17,570	0:01:34	17,570
0:02:15	0,190	0:02:15	0,600	0:02:15	1,400	0:02:15	2,870	0:02:15	5,700	0:02:15	11,250	0:02:15	17,900	0:02:15	17,900
0:03:04	0,200	0:03:04	0,620	0:03:04	1,460	0:03:04	2,980	0:03:04	5,880	0:03:04	11,560	0:03:04	18,000	0:03:04	18,000
0:04:00	0,210	0:04:00	0,650	0:04:00	1,520	0:04:00	3,080	0:04:00	6,100	0:04:00	11,850	0:04:00	18,540	0:04:00	18,540
0:06:15	0,230	0:06:15	0,700	0:06:15	1,600	0:06:15	3,270	0:06:15	6,450	0:06:15	12,450	0:06:15	19,050	0:06:15	19,050
0:09:00	0,250	0:09:00	0,750	0:09:00	1,680	0:09:00	3,440	0:09:00	6,820	0:09:00	13,050	0:09:00	19,650	0:09:00	19,650
0:12:15	0,270	0:12:15	0,780	0:12:15	1,750	0:12:15	3,590	0:12:15	7,160	0:12:15	13,600	0:12:15	20,150	0:12:15	20,150
0:16:00	0,290	0:16:00	0,810	0:16:00	1,810	0:16:00	3,710	0:16:00	7,490	0:16:00	13,950	0:16:00	20,850	0:16:00	20,850
0:25:00	0,300	0:25:00	0,860	0:25:00	1,890	0:25:00	3,900	0:25:00	8,120	0:25:00	14,480	0:25:00	21,820	0:25:00	21,820
0:36:00	0,310	0:36:00	0,900	0:36:00	1,950	0:36:00	4,080	0:36:00	8,550	0:36:00	14,870	0:36:00	22,790	0:36:00	22,790
0:49:00	0,330	0:49:00	0,930	0:49:00	2,000	0:49:00	4,190	0:49:00	8,900	0:49:00	15,250	0:49:00	23,690	0:49:00	23,690
		1:04:00	0,940	1:04:00	2,030	1:04:00	4,280	1:04:00	9,200	1:04:00	15,430	1:04:00	24,350	1:04:00	24,350
												1:21:00	25,140	1:21:00	25,140
												1:40:00	25,590	1:40:00	25,590

TIEMPO HORARIO	7:20:00	8:20:00	9:20:00	10:20:00	11:20:00	12:20:00	13:20:00	14:20:00
CARGA (kg)	16,00	8,00	4,00	2,00	1,00	0,50	0,25	0,00
LECTURA DEFORMÍMETRO	25,59	25,14	24,05	22,74	21,61	20,60	19,79	18,86

Laboratista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes      Revisó y Aprobó: Carolina Ruiz Acero  
 Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE, SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN SU FIRMA.



**LABORATORIO**  
Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales

Tipo de Documento: FORMATO	
Código: F-LAB-07	
Versión: 2	
Fecha Aprobación: 01-04-12	Pag: 2/3

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
NTC 1967**

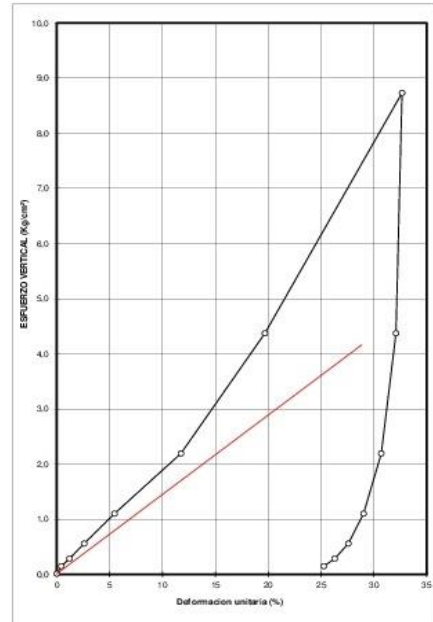
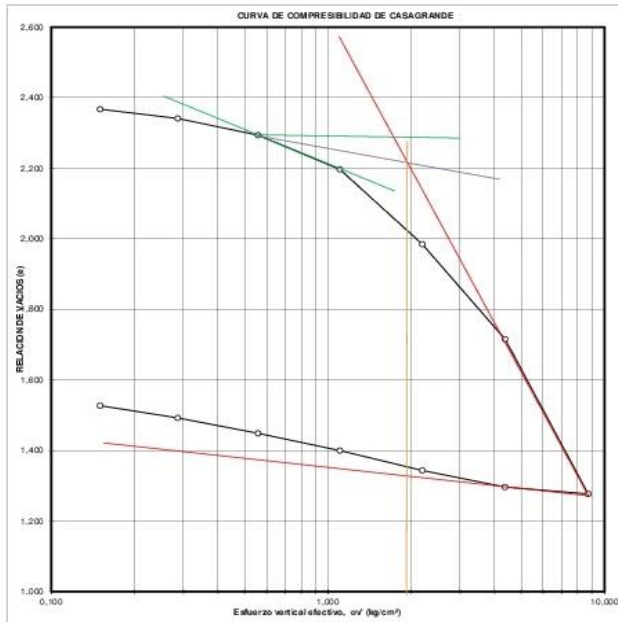
<b>PROYECTO:</b> Exploración AutoNorte - Cano Jimenez	
<b>Sitio:</b> Autopista Norte - Hato grande	
<b>Cliente:</b> Cano Jimenez Estudios S.A	
<b>Sondeo:</b> S-W-5	
<b>Tipo de Muestra:</b> SHELBY	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 16/06/2015	
<b>Código de Proyecto:</b> LAB-301-15	
<b>Informe:</b>	
<b>Dirección:</b> Calle 71 No 18 - 75 Oficina 512 Edificio Isabela, Barrancabermeja, Colombia	
<b>No de Muestra:</b> 2	
<b>Profundidad (m):</b> 1,95-2,55	
<b>Orden de Servicio:</b> OS-IGR-LAB-301-15-01	

**Descripción de la muestra:** Arcilla limosa con poca raíz color habano y poca oxidación

CARGA (kg)	LECTURA DEFORM ( $1 \times 10^{-2}$ m)	ESFUERZO VERTICAL (kg/cm <sup>2</sup> )	ALTURA MUESTRA (cm)	RELACION DE VACIOS (e)	DEF. UNITARIA (%)	1/mv (TANGENTE) (t/m <sup>2</sup> )	1/mv (SECANTE) (t/m <sup>2</sup> )	mv (m <sup>2</sup> /t)	k (m/día)
0,00	0,000	0,014	1,990	2,381	0,00	3,234	3,234		
0,25	0,330	0,150	1,982	2,367	0,42	1,750	2,271	0,040	0,000
0,50	0,940	0,286	1,966	2,341	1,20	1,958	2,103	0,572	0,000
1,00	2,030	0,559	1,938	2,294	2,59	1,897	1,995	0,050	0,000
2,00	4,280	1,104	1,881	2,197	5,46	1,735	1,856	0,527	0,002
4,00	9,200	2,193	1,756	1,984	11,74	2,741	2,213	0,576	0,001
8,00	15,430	4,373	1,598	1,716	19,69	3,361	2,669	0,365	0,001
16,00	25,590	8,732	1,340	1,277	32,66	75,890	1,358	0,298	0,000
8,00	25,140	4,373	1,351	1,296	32,09	15,665	0,710		
4,00	24,050	2,193	1,379	1,343	30,70	6,517	0,375		
2,00	22,740	1,104	1,412	1,400	29,02	3,778	0,198		
1,00	21,610	0,559	1,441	1,449	27,58	2,113	0,104		
0,50	20,600	0,286	1,467	1,492	26,29	1,318	0,054		
0,25	19,790	0,150	1,487	1,527	25,26	1,148	0,000		
0,00	18,860	0,014	1,511	1,567	24,07				

PARAMETROS DE COMPRESIBILIDAD			
RELACION DE VACIOS INICIAL	eo	2,381	ESFUERZO EFECTIVO INICIAL ( $\gamma m^2$ ) <sup>*</sup>
PRESION DE PRECONSOLIDACION (t/m <sup>2</sup> ) <sup>*</sup>	ovp <sup>*</sup>	19,80	RELACION DE SOBRESOCONSOLIDACION <sup>*</sup>
COEFICIENTE DE RECOMPRESION <sup>*</sup>	Cr :	0,14	RSC :
COEFICIENTE DE COMPRESION LABORATORIO <sup>*</sup>	Cc :	1,46	

<sup>\*</sup> Estos parámetros deben ser verificados o calculados por el ingeniero especialista en Geotecnia encargado del proyecto dado que dependen del criterio del analista y de las condiciones específicas del sitio.  
El valor del esfuerzo vertical efectivo actual fue suministrado por el geotecnista.



Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes

Revisó y Aprobó: Carolina Ruiz Acero

Carolina Ruiz Acero  
Ingeniero de Laboratorio



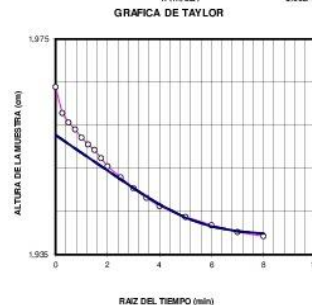
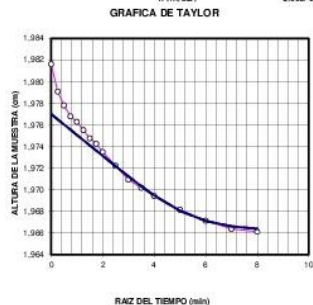
INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
NTC 1967

**PROYECTO:** Exploración AutoNorte - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Clientes:** Cano Jimenez Estudios S.A  
**Sondeo:** S-W-5  
**Tipo de Muestra:** SHELBY  
**Fecha de recepción de la muestra:** 16/06/2015  
**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Informe:**

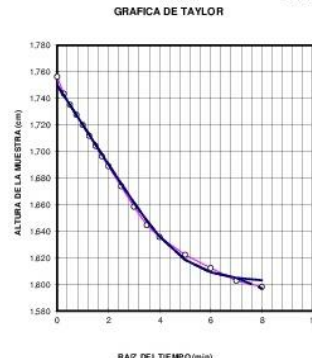
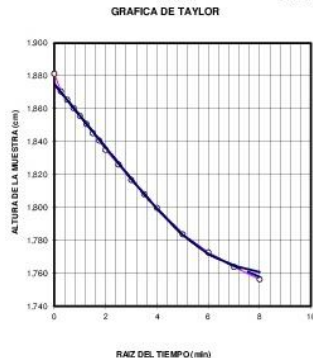
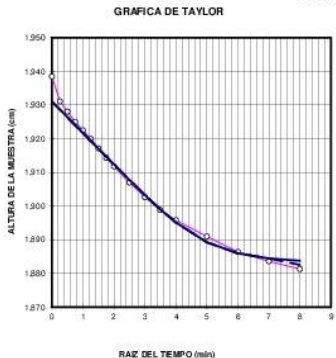
**Dirección:** Calle 71 No 18 - 75 Oficina 512 Edificio Isabela, Barrancabermeja, Colombia  
**No de Muestra:** 2  
**Profundidad (m):** 1,95-2,55  
**Orden de Servicio:** 05-IGR-LAB-301-15-01

**Descripción de la muestra:** Arcilla limosa con poca raíz color habano y poca oxidación

Carga (kg) <b>0,25</b>			Carga (kg) <b>0,50</b>			Carga (kg) <b>1,00</b>					
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,15		0,29		0,56						
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ):	3,23		1,75		1,86						
H <sub>0</sub> (cm)	1,987	C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /min)	0,024	H <sub>0</sub> (cm)	1,977	C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /min)	0,024	H <sub>0</sub> (cm)	1,957	C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /min)	0,023
H100 (cm)	1,982	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /día)	0,004896	H100 (cm)	1,966	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /día)	0,003456	H100 (cm)	1,938	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /día)	0,003312
Hd (cm)	0,992	Ca	0,0200	Hd (cm)	0,986	Ca	0,0500	Hd (cm)	0,974	Ca	0,1000
T100 (min)	48,693	M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /t)	4,000E-02	T100 (min)	64,000	M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /t)	5,716E-01	T100 (min)	64,000	M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /t)	5,000E-02
		k (m/día)	1,96E-04			k (m/día)	1,66E-04			k (m/día)	1,66E-04



Carga (kg) <b>2,00</b>			Carga (kg) <b>4,00</b>			Carga (kg) <b>8,00</b>					
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ):	1,10		2,19		4,37						
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ):	1,90		1,74		2,74						
H <sub>0</sub> (cm)	1,931	C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /min)	0,027	H <sub>0</sub> (cm)	1,875	C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /min)	0,017	H <sub>0</sub> (cm)	1,750	C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /min)	0,022
H100 (cm)	1,883	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /día)	0,003888	H100 (cm)	1,756	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /día)	0,002448	H100 (cm)	1,601	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /día)	0,003168
Hd (cm)	0,954	Ca	0,0100	Hd (cm)	0,908	Ca	110,0000	Hd (cm)	0,838	Ca	0,0500
T100 (min)	52,766	M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /t)	5,271E-01	T100 (min)	64,00	M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /t)	5,763E-01	T100 (min)	54,41	M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /t)	3,649E-01
		k (m/día)	2,05E-03			k (m/día)	1,41E-03			k (m/día)	1,16E-03



Carga (kg) <b>16,00</b>			
Presión de consolidación (kg/cm <sup>2</sup> ):	8,73		
Módulo confinado (t/m <sup>2</sup> ):	3,36		
H <sub>0</sub> (cm)	1,585	C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /min)	0,007
H100 (cm)	1,340	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /día)	0,000936
Hd (cm)	0,731	Ca	1,0000
T100 (min)	99,998	M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /t)	2,975E-01
		k (m/día)	2,78E-04



Laboratorista / Auxiliar de laboratorio: Luis Reyes  
Revisó y Aprobó: [Signature]  
Carolina Ruiz Acero  
Ingeniero de Laboratorio

**PROYECTO:** Exploración AutoNorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Deviorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

**PROYECTO:** Exploración AutoNorte - Cano Jimenez

**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande

**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A

**Dirección:** Oficinas de Deviorte - Peaje Autopista Norte

**Código de Proyecto:** LAB-301-15

**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

**Informe:**

Fecha y hora de entrada al horno: 02-07-2015; 10:00:00

Fecha y hora de salida del horno: 03-07-2015; 06:00:00

SONDEO/AFQUE O TRINCHERA	S-AN-6	S-AN-6
No de Muestra	3	3
Tipo de muestra	SH	SH
Profundidad (m)	2,70-3,30	2,70-3,30
Fecha de recepción de la muestra	16/06/2015	16/06/2015
Descripción de la muestra	Turba madera con materia orgánica color café y negro	Turba madera con materia orgánica color café y negro
Recipiente No.	38A	T2
Peso de recipiente P3(g)	94,50	58,32
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	244,51	105,99
Muestra seca + recipiente P2(g)	119,58	65,29
Humedad W (%)	<b>498,1</b>	<b>498,1</b>

Fecha y hora de entrada al horno: 04-07-2015; 10:00:00

Fecha y hora de salida del horno: 05-07-2015; 16:00:00

SONDEO/AFQUE O TRINCHERA	S-AN-5	S-AN-5
No de Muestra	8	20
Tipo de muestra	SH	SH
Profundidad (m)	11,10-11,70	35-40-36,00
Fecha de recepción de la muestra	16/06/2015	16/06/2015
Descripción de la muestra	Arcilla color habano con presencia de materia orgánica de color negro	Arcilla limosa café con trazas de materia orgánica y café
Recipiente No.	8A	T7
Peso de recipiente P3 (g)	92,96	54,68
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	176,68	242,37
Muestra seca + recipiente P2 (g)	120,22	189,23
Muestra calcinada + recipiente P4 (g)	116,82	182,45
Humedad Natural Wn (%)	<b>207,1</b>	<b>44,9</b>
Humedad Calcinación Winc (%)	<b>250,9</b>	<b>46,9</b>
Contenido de materia orgánica (%)	<b>43,8</b>	<b>2,0</b>

**SONDEO/AFQUE O TRINCHERA**

No de Muestra

Tipo de muestra

Profundidad (m)

Fecha de recepción de la muestra

Descripción de la muestra

Recipiente No.

Peso de recipiente P3(g)

Muestra húmeda + recipiente P1 (g)

Muestra seca + recipiente P2(g)

Humedad W (%)

**SONDEO/AFQUE O TRINCHERA**

No de Muestra

Tipo de muestra

Profundidad (m)

Fecha de recepción de la muestra

Descripción de la muestra

Recipiente No.

Peso de recipiente P3 (g)

Muestra húmeda + recipiente P1 (g)

Muestra seca + recipiente P2 (g)

Muestra calcinada + recipiente P4 (g)

Humedad Natural Wn (%)

Humedad Calcinación Winc (%)

Contenido de materia orgánica (%)

Observaciones: Se realiza ensayo de humedad con secado en el horno a 60°C (recipiente N° 38A) y secado al aire (recipiente T2) corroborando el resultado elevado en el valor de la humedad.

Observaciones:

Laborantista / Auxiliar de laboratorio: Jeimy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

Auxiliar de laboratorio / Laborantista: Jeimy Bohórquez

Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Acero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO BRINDA. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO BRINDA. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FIRMA.







**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
NTC 1527

**PROYECTO:** Exploración Autóctona - Casco Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Cliente:** Camo Jimenez Estudios S.A.  
**Sanidos:** 5-AM-6  
**Tipo de Muestra:** 7  
**Fecha de recepción de la muestra:** 11.2.11.80  
**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Informe:** 03/07/2015

**Dirección:** Oficinas de Drenorte - Paje Autopista Norte  
**No de Muestra:** 7  
**Profundidad (m):** 11.2.11.80  
**Orden de Servicio:** 05-RR-LAB-301-15-01  
**Fecha de ensayo:** 03/07/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla color habano con un cambio en los últimos 10 cm arena

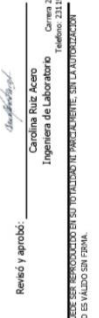
PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	12.69	Peso de la probeta (g)	507.07
Diámetro promedio (cm)	6.03	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	0.448
Relación altura/diámetro	2.10	Muestra húmeda + recipiente (g)	1.339
Área (cm <sup>2</sup> )	28.56	Muestra seca + recipiente (g)	132.10
Volumen (cm <sup>3</sup> )	362.40	Humedad W (%)	115.86

Lectura Deformímetro x 10 <sup>2</sup> psi	Carga (kg)	Deformación longitudinal (%)	Deformación unitaria (%)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000	0.000	29.538	0.000
5	3.84	0.013	0.100	29.538	0.134
10	5.12	0.025	0.200	29.615	0.179
15	6.50	0.038	0.300	29.644	0.227
20	7.35	0.051	0.400	29.673	0.258
25	8.15	0.064	0.500	29.701	0.284
30	9.21	0.076	0.600	29.720	0.321
35	9.93	0.089	0.701	29.739	0.345
40	11.25	0.102	0.801	29.789	0.372
45	12.05	0.117	0.901	29.829	0.398
50	12.05	0.127	1.001	29.846	0.418
60	13.98	0.152	1.201	29.905	0.488
70	15.20	0.176	1.401	29.944	0.528
80	16.60	0.203	1.601	29.923	0.551
90	15.60	0.229	1.801	29.082	0.536
100	15.01	0.254	2.002	29.141	0.515
110	14.57	0.279	2.202	29.201	0.499



**Observaciones:**  
Se presenta falla por plano inclinado. R.P.1, 0.50 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	1.15
<b>Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.531
<b>Resistencia en la falla (%)</b>	1.60
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	1.39
<b>Consistencia</b>	Mediana



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
Ingeniera de Laboratorio  
Código de Proyecto: LAB-301-15-01  
Fecha de ensayo: 03/07/2015

Laborarista / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*  
LABORATORIO IOR  
LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOBRE LA QUE SE EMPLEÓ. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO SIN EL VOUCHER DE IDENTIFICACIÓN EN LA AUTOGRAFÍA.  
BOJITA DEL LABORATORIO QUE LO ENTE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FRMA.

**INFORME DE RESULTADOS: ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**  
NTC 1527

**PROYECTO:** Exploración Autóctona - Casco Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Cliente:** Camo Jimenez Estudios S.A.  
**Sanidos:** 5-AM-6  
**Tipo de Muestra:** 5  
**Fecha de recepción de la muestra:** 6.9.07.80  
**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Informe:** 03/07/2015

**Dirección:** Oficinas de Drenorte - Paje Autopista Norte  
**No de Muestra:** 5  
**Profundidad (m):** 6.9.07.80  
**Orden de Servicio:** 05-RR-LAB-301-15-01  
**Fecha de ensayo:** 03/07/2015

**Descripción de la muestra:** Arcilla café oscuro con pritas habanas y turba madera con poca arena fina.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA			
Altura promedio (cm)	14.15	Peso de la probeta (g)	545.06
Diámetro promedio (cm)	6.28	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.091
Relación altura/diámetro	2.22	Muestra húmeda + recipiente (g)	1.205
Área (cm <sup>2</sup> )	31.97	Muestra seca + recipiente (g)	115.58
Volumen (cm <sup>3</sup> )	452.36	Humedad W (%)	42.38

Lectura Deformímetro x 10 <sup>2</sup> psi	Carga (kg)	Deformación longitudinal (%)	Deformación unitaria (%)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000	0.000	31.969	0.000
5	0.81	0.013	0.090	31.986	0.225
10	1.07	0.025	0.180	32.027	0.323
15	1.25	0.038	0.269	32.055	0.379
20	1.38	0.051	0.359	32.084	0.443
25	1.51	0.064	0.449	32.113	0.497
30	1.68	0.076	0.539	32.142	0.552
35	1.88	0.089	0.629	32.171	0.607
40	1.95	0.103	0.718	32.200	0.665
45	2.10	0.114	0.808	32.230	0.665
50	2.21	0.127	0.898	32.259	0.669
60	2.44	0.152	1.077	32.317	0.776
70	2.60	0.176	1.257	32.376	0.886
80	2.78	0.203	1.436	32.435	0.991
90	2.95	0.229	1.616	32.494	0.991
100	3.09	0.254	1.795	32.554	0.995
110	3.24	0.279	1.975	32.613	0.999
120	3.31	0.305	2.154	32.673	1.010
130	3.41	0.331	2.333	32.732	1.017
140	3.72	0.366	2.512	32.791	1.117
150	3.98	0.402	2.691	32.850	1.117
160	4.11	0.437	2.870	32.909	1.120
170	4.21	0.468	3.049	32.968	1.127
180	4.38	0.509	3.228	33.027	1.132
190	4.57	0.559	3.407	33.086	1.132
200	4.73	0.610	3.586	33.145	1.141
210	4.96	0.711	3.765	33.204	1.147
220	5.06	0.762	3.944	33.263	1.150
230	5.28	0.813	4.123	33.322	1.158
240	5.43	0.864	4.302	33.381	1.159
250	5.63	0.914	4.481	33.440	1.165
260	5.85	1.015	4.660	33.499	1.170
270	6.07	1.067	4.839	33.558	1.176
280	6.21	1.118	5.018	33.617	1.179
290	6.39	1.168	5.207	33.676	1.183
300	6.53	1.219	5.386	33.735	1.187
310	6.68	1.270	5.565	33.794	1.190
320	7.04	1.397	5.924	33.853	1.198
330	7.42	1.524	6.283	33.912	1.207
340	7.79	1.651	6.642	33.971	1.215
350	8.17	1.778	7.001	34.030	1.223
360	8.55	1.905	7.360	34.089	1.231
370	8.84	2.032	7.719	34.148	1.237



**Observaciones:**  
Se presenta falla por abombamiento y agrietamiento vertical R.P.1, 0.00 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Duración del ensayo (min)</b>	6.08
<b>Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.237
<b>Resistencia en la falla (%)</b>	2.36
<b>Tasa de deformación (% por minuto)</b>	2.36
<b>Consistencia</b>	Muy blanda



Revisó y aprobó: *Carolina Ruiz Acero*  
Ingeniera de Laboratorio  
Código de Proyecto: LAB-301-15-01  
Fecha de ensayo: 03/07/2015

Laborarista / Auxiliar de laboratorio: *Jenny B.*  
LABORATORIO IOR  
LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA SOBRE LA QUE SE EMPLEÓ. ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO SIN EL VOUCHER DE IDENTIFICACIÓN EN LA AUTOGRAFÍA.  
BOJITA DEL LABORATORIO QUE LO ENTE. ESTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN FRMA.

**INFORME DE RESULTADOS: CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA POR IGNICIÓN**  
**I.N.V. -121 - 07**

**PROYECTO:** Exploración Autohorte - Cano Jimenez  
**Sitio:** Autopista Norte - Hato grande  
**Cliente:** Cano Jimenez Estudios S.A  
**Sondeo:** S-AN-6  
**Tipo de Muestra:** SH  
**Código de Proyecto:** LAB-301-15  
**Informe:**

**Dirección:** Oficinas de Devolvente - Peaje Autopista Norte  
**No de Muestra:**  
**Profundidad (m):** 11,10-11,70  
**Orden de Servicio:** OS-IGR-LAB-301-15-01

Fecha y hora de entrada al horno: 04-07-2015; 10:00:00  
Fecha y hora de salida del horno: 04-07-2015; 16:00:00

SONDEO/ARQUE O TRINCHERA		S-AN-6	S-AN-6
No de Muestra		4	5
Tipo de muestra		SPT	SH
Profundidad (m)		4,80-5,40	6,90-7,60
Fecha de recepción de la muestra		16/06/2015	16/06/2015
Descripción de la muestra		Turba madera con materia orgánica color negro	Arcilla con limos café con trazas de materia orgánica de color negra y café
Recipiente No.		2A	33A
Peso de recipiente P3 (g)		93,38	92,29
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)		218,69	217,45
Muestra seca + recipiente P2 (g)		120,69	140,54
Muestra calcinada + recipiente P4 (g)		114,08	137,58
Humedad Natural Wn (%)		<b>358,8</b>	<b>159,4</b>
Humedad Calcificación Winc (%)		<b>505,4</b>	<b>176,4</b>
Contenido de materia orgánica (%)		<b>146,5</b>	<b>17,0</b>

SONDEO/ARQUE O TRINCHERA	
No de Muestra	
Tipo de muestra	
Profundidad (m)	
Fecha de recepción de la muestra	
Descripción de la muestra	
Recipiente No.	
Peso de recipiente P3 (g)	
Muestra húmeda + recipiente P1 (g)	
Muestra seca + recipiente P2 (g)	
Muestra calcinada + recipiente P4 (g)	
Humedad Natural Wn (%)	
Humedad Calcificación Winc (%)	
Contenido de materia orgánica (%)	

Observaciones:

Auxiliar de laboratorio / Laborantista: Jenny Bohórquez      Revisó y aprobó: Carolina Ruiz Azero  
Ingeniera de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA CONSIDERADA EN ESTE INFORME. NO SE DEBE USAR ESTOS DATOS EN SU TOTALIDAD NI PARCIALMENTE, SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO QUE LO EMITE. ENTE INFORME NO SE VALIDA SIN FIRMA.