

**DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE COMPACTACIÓN PARA LOS SUELOS DE
LOS BARRIOS JUAN XXIII PARTE ALTA, JURADO Y VALLE DEL ESPÍRITU
SANTO DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER**

JESÚS RAMIRO VILLAMIZAR RIVERA

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS AMBIENTAL, CIVIL Y QUÍMICA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
PAMPLONA
2019**

**DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE COMPACTACIÓN PARA LOS SUELOS DE
LOS BARRIOS JUAN XXII PARTE ALTA, JURADO Y VALLE DEL ESPÍRITU
SANTO DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER**

JESÚS RAMIRO VILLAMIZAR RIVERA

CÓD. 1.094.246.621

Proyecto presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero Civil

DIRECTOR

VÍCTOR HUGO VERJEL TARAZONA

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS AMBIENTAL, CIVIL Y QUÍMICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PAMPLONA

2019

Tabla de contenido

Introducción

1.	Objetivos.....	3
1.1.	Objetivo general	3
1.2.	Objetivos específicos.....	3
2.	Marco referencial.....	4
2.1.	Marco contextual.....	4
2.1.1.	Ubicación geográfica	4
2.1.2.	Descripción geológica del área de estudio.....	5
2.2.	Marco teórico	9
2.2.1.	Colección de muestras de suelo en el terreno	9
2.2.1.1.	Referencias AASHTO T86-76 Y ASTM D420-69.....	9
2.2.2.	Contenido de humedad	10
2.2.2.1.	Contenido de humedad horno a 110°C	10
2.2.2.2.	Determinación de la humedad de suelos empleando un probador (humedómetro Speedy) con carburo de calcio.....	11
2.2.2.3.	Método para determinar la humedad de los suelos usando el horno microondas 13	
2.2.3.	Densidad aparente del suelo método de la parafina.....	14
2.2.4.	Granulometría método mecánico	16
2.2.5.	Límites de Atterberg	21
2.2.5.1.	Determinación del límite líquido con varios puntos de ensayo.....	23
2.2.5.2.	Determinación del límite líquido a partir de un solo punto de ensayo	25
2.2.5.3.	Límite plástico	26
2.2.6.	Sistema unificado de clasificación de suelos	28
2.2.7.	Compactación	30
2.2.8.	Prueba de Proctor modificado.....	32
2.2.9.	Efectos del tipo de suelo	34
2.3.	Marco legal.....	37
2.3.1.	Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 titulo A.	37
2.3.2.	Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 titulo H.	38
3.	Toma, recolección de muestras para determinación de ensayos de laboratorio.....	41

3.1.	Fase de campo para la recolección de las muestras de suelo con las cuales se realizaron los ensayos de laboratorio	41
3.2.	Recolección y toma de muestras	41
3.3.	Transporte y almacenamiento de muestras	45
3.4.	Realización de los laboratorios	46
3.4.1.	Determinación contenido de humedad	46
3.4.1.1.	Determinación del contenido de humedad con horno a 110°C.....	46
3.4.1.2.	Determinación de la humedad de suelos empleando un probador (humedómetro Speedy) con carburo de calcio.....	47
3.4.1.3.	Determinación del contenido de humedad de los suelos usando el horno microondas	53
3.4.2.	Determinación de la densidad de un suelo, método de la parafina.....	55
3.4.3.	Granulometría	57
3.4.4.	Límites de Atterberg	59
3.4.4.1.	Limite liquido varios puntos de ensayo	60
3.4.4.2.	Limite liquido un punto	62
3.4.4.3.	Limite plástico	62
3.4.5.	Clasificación USCS suelos	64
3.4.6.	Compactación	65
3.4.6.1.	Proctor estándar	66
3.4.6.2.	Proctor modificado	68
3.4.6.3.	Pruebas de compactación adicional	70
4.	Análisis y resultados	71
4.1.	Ensayos de laboratorio	71
4.2.	Ensayo de contenido de humedad	73
4.2.1.	Métodos alternativos de determinación del contenido de humedad	76
4.3.	Ensayo de granulometría.....	80
4.4.	Ensayo de límites de Atterberg	84
4.4.1.	Método alternativo de determinar el limite líquido con un punto.	86
4.4.2.	Clasificación de suelos USCS.....	88
4.5.	Ensayo densidad natural método de la parafina.	90
4.6.	Ensayo de compactación	94

5. Conclusiones y recomendaciones	116
6. Bibliografía	121
7. Glosario	122
8. Anexos	127

AGRADECIMIENTOS

A los profesores del programa de Ingeniería civil de la Facultad de ingenierías y arquitectura en especial al director Víctor Hugo Verjel Tarazona por haberme guiado y brindado sus conocimientos para el desarrollo del presente trabajo.

A los estudiantes pertenecientes al semillero de investigación DELTA, por su apoyo en el desarrollo de actividades de campo y laboratorio.

A la Universidad de Pamplona por ser durante los últimos años mi centro de formación profesional, así como préstamo de sus instalaciones, materiales y equipos para llevar a cabo el desarrollo del proyecto de investigación.

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Tabla de numeración y abertura de tamices.</i>	17
Tabla 2. <i>Factores de corrección K.</i>	26
Tabla 3. <i>Especificaciones de la prueba Proctor estándar (basada en la norma ASTM698).</i>	33
Tabla 4. <i>Especificaciones de la prueba Proctor modificado (basada en la norma ASTM1577).</i>	34
Tabla 5. <i>Resumen tipos de compactación.</i>	36
Tabla 6. <i>Estabilización del suelo mediante la introducción de energía.</i>	37
Tabla 7. <i>Cuadro resumen de las exploraciones realizadas.</i>	45
Tabla 8. <i>Contenidos de humedad de las zonas de estudio.</i>	47
Tabla 9. <i>Cantidad de agua a adicionar</i>	48
Tabla 10. <i>Lectura del humidómetro vs humedades del horno</i>	49
Tabla 11. <i>Cuadro de conversión de lectura corregida de humedad.</i>	50
Tabla 12. <i>Cuadro de humedades horno a 110°C vs humidómetro.</i>	52
Tabla 13. <i>Lecturas de pesos y contenido de humedades con el horno microondas.</i>	54
Tabla 14. <i>Densidades método de la parafina</i>	57
Tabla 15. <i>Anexos granulometrías de las zonas de estudio.</i>	59
Tabla 16. <i>Límites de Atterberg</i>	64
Tabla 17. <i>Clasificación de suelos por el sistema unificado de clasificación.</i>	65
Tabla 18. <i>Cuadro de los porcentajes retenidos en el tamiz N° 4</i>	66
Tabla 19. <i>Resultados de los ensayos de Proctor estándar.</i>	68
Tabla 20. <i>Resultados de los ensayos de Proctor modificado.</i>	69
Tabla 21. <i>Resultados ensayos de compactación adicional.</i>	70
Tabla 22. <i>Ensayos realizados.</i>	71
Tabla 23. <i>Coordenadas y alturas de los apiques realizados</i>	72
Tabla 24. <i>Contenido de humedad Juan XXIII Parte alta.</i>	73
Tabla 25. <i>Contenido de humedad Valle del Espíritu Santo.</i>	74
Tabla 26. <i>Contenido de humedad Jurado.</i>	75
Tabla 27. <i>Cuadro comparativo de humedades mediante el Speedy y horno microondas</i>	77
Tabla 28. <i>Granulometría de todas las zonas de estudio.</i>	80
Tabla 29. <i>Límites de Atterberg de las exploraciones realizadas</i>	84
Tabla 30. <i>Grado de plasticidad del suelo</i>	85

Tabla 31. <i>Comparativo limite líquido</i>	86
Tabla 32. <i>Clasificación U.S.C.S zona de Juan XXIII Parte alta</i>	88
Tabla 33. <i>Clasificación U.S.C.S zona de Valle del Espíritu Santo</i>	88
Tabla 34. <i>Clasificación U.S.C.S zona de Jurado</i>	89
Tabla 35. <i>Densidades zona Juan XXIII Parte alta</i>	90
Tabla 36. <i>Densidades Valle del Espíritu Santo</i>	91
Tabla 37. <i>Densidades jurado</i>	93
Tabla 38. <i>Resultados ensayo de Proctor estándar y Proctor modificado para la zona Juan XXIII parte alta</i>	94
Tabla 39. <i>Resultados ensayo de Proctor estándar, Proctor modificado y compactación utilizando el molde 6" Valle del Espíritu Santo</i>	100
Tabla 40. <i>Resultados ensayo de Proctor estándar, modificado y compactación utilizando el molde 6" Jurado</i>	108
Tabla 41. <i>Cuadro resumen del tipo de suelo, sus límites y la forma que presentan</i>	115

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Ubicación de las zonas de estudio..	4
<i>Figura 2.</i> Mapa geológico de las zonas de estudio.....	5
<i>Figura 3.</i> Esquema del principio de Arquímedes..	15
<i>Figura 4.</i> Esquema de los límites de Atterberg..	22
<i>Figura 5.</i> Variación del volumen del suelo con la humedad..	23
<i>Figura 6.</i> Detalles de construcción y dimensiones del aparato de límite líquido.....	24
<i>Figura 7.</i> Herramientas ranuradores.	24
<i>Figura 8.</i> Calibración de altura de caída.....	25
<i>Figura 9.</i> Límite plástico, humedad por debajo de la que no es posible hacer rollos de 3 mm de diámetro	27
<i>Figura 10.</i> Sistema de clasificación de suelos basado en el material que pasa por el tamiz num.75mm.	30
<i>Figura 11.</i> Martillos para la prueba de Proctor estándar y Proctor modificado.	31
<i>Figura 12.</i> Comparación de los martillos para la prueba Proctor estándar (izquierda), modificado (derecha) y moldes de 4",6".....	33
<i>Figura 13.</i> Diferentes tipos de curvas de compactación encontradas en suelos.	35
<i>Figura 14.</i> Ubicación zona de estudio Juan XXIII parte alta.	41
<i>Figura 15.</i> Ubicación zona de estudio Valle del Espíritu Santo el Zulia.	42
<i>Figura 16.</i> Ubicación zona de estudio Jurado.	42
<i>Figura 17.</i> Distancias entre zonas de estudio	43
<i>Figura 18.</i> Muestra inalterada.....	44
<i>Figura 19.</i> Muestra alterada.....	45
<i>Figura 20.</i> Muestras para toma de humedad natural.	46
<i>Figura 21.</i> Grafica de calibración del Speedy.	49
<i>Figura 22.</i> Procedimiento Humedómetro (Speedy).....	51
<i>Figura 23.</i> Horno microondas utilizado en el ensayo VMO-D07BL.....	53
<i>Figura 24.</i> Proceso método de la parafina.	56
<i>Figura 25.</i> Cuarteo de la muestra y lavado tamiz N°200.....	58
<i>Figura 26.</i> Proceso para determinar límite líquido.....	61
<i>Figura 27.</i> Proceso para determinar límite plástico.....	63

<i>Figura 28.</i> Procedimiento ensayo de Proctor.	67
<i>Figura 29.</i> Compactación Proctor modificado 5 capas, 25 golpes por capa y molde de 4".	69
<i>Figura 30.</i> Variación de los contenidos de humedad de la zona de Juan XXIII Parte alta.	73
<i>Figura 31.</i> Variación de los contenidos de humedad de la zona de Valle del Espíritu Santo.	74
<i>Figura 32.</i> Variación de los contenidos de humedad de la zona de Jurado.	75
<i>Figura 33.</i> Tendencia que presenta el método del horno a 110 °C respecto al método del humedómetro (Speedy).	78
<i>Figura 34.</i> Tendencia que presenta el método del horno a 110 °C respecto al método del horno microondas.	79
<i>Figura 35.</i> Granulometrías Juan XXIII Parte alta.	81
<i>Figura 36.</i> Granulometrías Valle del Espíritu Santo.	82
<i>Figura 37.</i> Granulometrías Jurado.	83
<i>Figura 38.</i> Porcentaje del grado de plasticidad de los suelos de estudio.	85
<i>Figura 39.</i> Correlación de datos para limite líquido.	87
<i>Figura 40.</i> Densidades aparentes y densidades secas de los suelos presentes en Juan XXIII Parte alta.	90
<i>Figura 41.</i> Densidades aparentes y densidades secas de los suelos presentes en Valle del Espíritu Santo.	92
<i>Figura 42.</i> Densidades aparentes y densidades secas de los suelos presentes en Jurado.	93
<i>Figura 43.</i> Densidades secas máxima de la zona de Juan XXIII Parte alta.	95
<i>Figura 44.</i> Contenidos de humedad óptimos del ensayo de compactación estándar y modificada de Juan XXIII Parte alta.	96
<i>Figura 45.</i> Curvas de compactación de Proctor estándar para Limos inorgánicos de baja plasticidad ML para el apique JV1.	97
<i>Figura 46.</i> Curvas de compactación de Proctor modificado para Limos inorgánicos de baja plasticidad ML para el apique JV1.	97
<i>Figura 47.</i> Curvas de compactación de Proctor estándar para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Juan XXIII Parte alta.	99
<i>Figura 48.</i> Curvas de compactación de Proctor modificado para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Juan XXIII Parte alta.	99

<i>Figura 49.</i> Densidades secas máximas de los ensayos de Proctor estándar, modificado y compactación molde de 6" Valle del Espíritu Santo.	101
<i>Figura 50.</i> Contenidos de humedad óptimos 3 métodos Valle del Espíritu Santo.	102
<i>Figura 51.</i> Curvas de compactación de Proctor estándar para Limos inorgánicas de baja plasticidad ML presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.....	103
<i>Figura 52.</i> Curvas de compactación de Proctor modificado para Limos inorgánicas de baja plasticidad ML presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.....	104
<i>Figura 53.</i> Curvas de compactación molde de 6" para Limos inorgánicas de baja plasticidad ML presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.	104
<i>Figura 54.</i> Curvas de compactación de Proctor estándar, Proctor modificado y compactación molde de 6" para Limos inorgánicas de alta plasticidad MH presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.....	105
<i>Figura 55.</i> Curvas de compactación de Proctor estándar para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.....	106
<i>Figura 56.</i> Curvas de compactación de Proctor modificado para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.....	107
<i>Figura 57.</i> Curvas de compactación molde de 6" para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.	107
<i>Figura 58.</i> Densidades secas máximas Proctor estándar, Proctor modificado y compactación molde 6" 3 capas sector de Jurado.	109
<i>Figura 59.</i> Contenidos de humedad óptimos de Proctor estándar, Proctor modificado y compactación molde 6" 3capas del sector de Jurado.....	110
<i>Figura 60.</i> Curvas de compactación arenas limosas con limite liquido mayor a 30%, sector Jurado.....	111
<i>Figura 61.</i> Curvas de compactación Proctor estándar para Arenas limosas con limite liquido inferior a 30% sector de Jurado.	112
<i>Figura 62.</i> Curvas de compactación Proctor modificado para Arenas limosas con limite liquido inferior a 30% sector de Jurado.	113
<i>Figura 63.</i> Curvas de compactación molde de 6" para Arenas limosas con limite liquido inferior a 30% sector de Jurado.	113

Figura 64. Curvas de compactación para Linos inorgánicos de alta plasticidad MH de la zona se
Jurado..... 114

Resumen

Mediante apiques de campo se toman muestras de suelos para determinar las curvas de compactación estudiadas por Lee y Suedkamp en (1972). Se seleccionaron tres zonas del municipio de Pamplona en las que se llevaron a cabo exploraciones con el fin de obtener muestras inalteradas y alteradas de cada uno de los puntos seleccionados, donde se determina en laboratorio propiedades físico mecánicas como humedad natural, densidad aparente, granulometría, clasificación USCS y ensayo de compactación de Proctor estándar y Proctor modificado y de esta forma conocer la variación de los contenidos de humedad óptimos y las densidades secas máximas, además de evidenciar el comportamiento en su forma. Se determinaron contenidos de humedad con dos métodos alternativos, el humidómetro (Speedy) y el horno microondas para comparar la efectividad de los datos, comparándolos con el secado en horno a 110°C por 24 horas, método más confiable y usado en determinación del porcentaje de humedad (%w).

El límite líquido se determinó con dos metodologías, el de varios puntos de ensayo y con un solo punto descrito en la norma INVIAS E-125-13 para determinar el porcentaje de error y la línea de tendencia de los resultados arrojados.

Los resultados de este estudio confirman la existencia de curvas de compactación de forma irregular como lo establecido por Lee y Suedkamp en 1972 quienes clasificaron en 4 tipos de curvas de compactación que depende de los límites líquidos que presentan los suelos y de su composición mineralógica.

Introducción

La mecánica de suelos es un área fundamental de estudio que permite al ingeniero civil mediante la experimentación, ensayos y procedimientos, determinar las propiedades del terreno con el objeto de analizar los suelos como material de soporte para las obras de ingeniería civil.

Para la clasificación de los suelos se tiene en cuenta la norma USCS (Unified Soil Classification System), la clasificación se realiza principalmente por características como el tamaño, la forma de las partículas y su composición.

Los suelos están constituidos por una serie de partículas de material sólido de distinto tipo, generalmente con materia orgánica en menor medida entre estas partículas quedan espacios que pueden estar total o parcialmente ocupados por agua o en otros casos por aire.

Se denomina compactación al proceso mecánico en el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo o deformación, por lo general el proceso implica una reducción más o menos rápida, como consecuencia de las transformaciones que ocurren en el suelo, fundamentalmente ligados a los cambios de volumen de aire por lo general no se expulsa agua de los vacíos durante el proceso de compactación.

La resistencia del suelo depende básicamente de su compactación y en consecuencia de su densidad. Cuanto más compacto y denso sea un suelo este será más resistente. La finalidad del ensayo de Proctor es determinar la cantidad óptima de agua de un suelo que permita una mejor compactación para una energía dada. Este proceso está basado en el hecho de que la compactación de un suelo es proporcional a la densidad del suelo seco.

Las arcillas presentan plasticidad en grado variable. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg, quien por medio de estos límites separó los estados de consistencia de los suelos. Dichos límites son: límite líquido, límite plástico y límite de contracción a través de ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio. Para el uso adecuado y eficiente del suelo resulta especialmente importante el estudio de las propiedades físicas que tienen relación con su aptitud en actividades de la construcción y la ingeniería. Los suelos están constituidos por materiales sólidos, líquidos y gaseosos. La materia sólida está formada por partículas minerales y orgánicas, cuyo tamaño y proporción determinan la textura de los suelos que se clasifican según su tamaño y forma. Aún cuando las propiedades físicas de un suelo están íntimamente relacionadas con la textura, no existe una relación directa entre las unas y la otras, es sabido, por ejemplo, que mientras más finas son las partículas de un suelo mayor será la proporción de humedad que puede retener contra la fuerza de la gravedad y mayor en consecuencia su capacidad de retención de agua.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Determinar las curvas de compactación para los suelos de los barrios Juan XXIII parte alta, Jurado y Valle del Espíritu Santo del municipio de Pamplona Norte de Santander.

1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los suelos mediante el análisis de laboratorio para determinar las curvas de compactación que estos presentan.
- Determinar la humedad natural del suelo.
- Realizar el análisis granulométrico mediante el lavado sobre tamiz # 200.
- Establecer los límites o estados de consistencias de los suelos y clasificarlos mediante los parámetros de la USCS (Unified Soil Classification System).
- Definir la densidad natural por el método de la parafina.
- Realizar el ensayo de compactación a través del ensayo de Proctor estándar y Proctor modificado para determinar el comportamiento mediante la curva de compactación.
- Comparar el método del humidómetro (Speedy) y horno microondas con el horno a 110° como métodos alternativos para determinar contenidos de humedad.

2. Marco referencial

2.1. Marco contextual

2.1.1. Ubicación geográfica

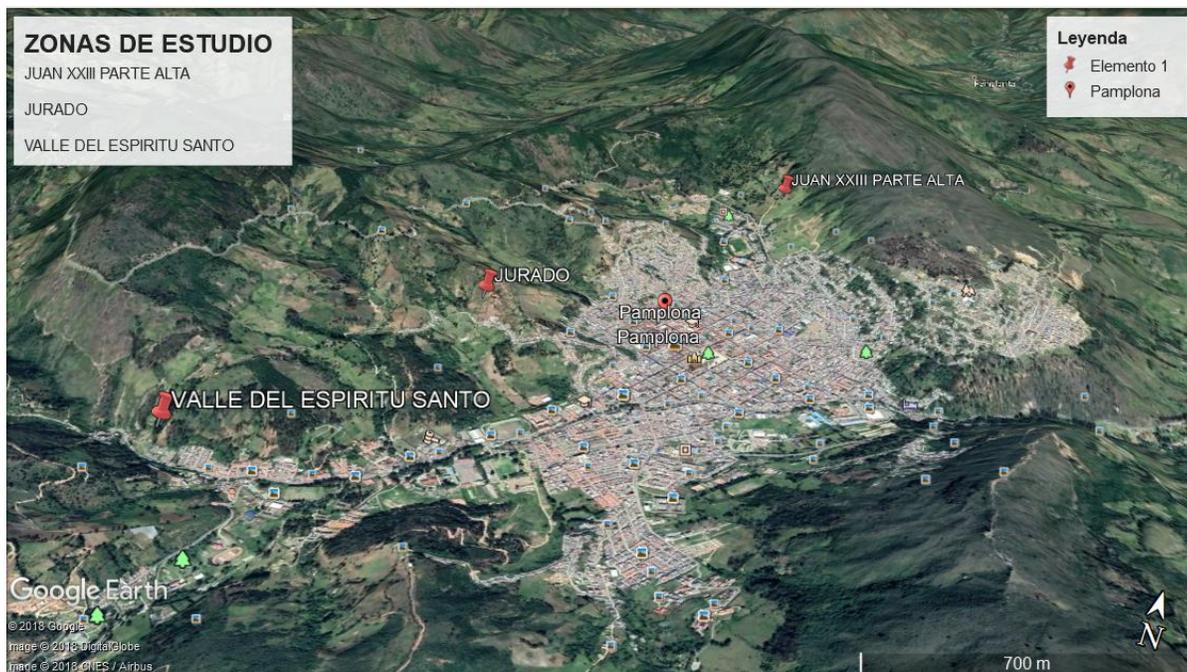


Figura 1. Ubicación de las zonas de estudio. Fuente: Google Earth Pro 2018.

El análisis de suelos se encuentra ubicado en el municipio de Pamplona Norte de Santander específicamente en zonas aledañas al barrio Juan XXIII parte alta, Jurado y Valle del Espíritu Santo en la zona de la montaña. El terreno seleccionado para el apique se puede describir como un suelo ligeramente inclinado con una superficie de cobertura vegetal, observando a los alrededores se evidencian patrones comunes los cuales pueden ser encontrados en las zonas de estudio. (Plan Básico Ordenamiento Territorial municipio de Pamplona, 2015).

2.1.2. Descripción geológica del área de estudio

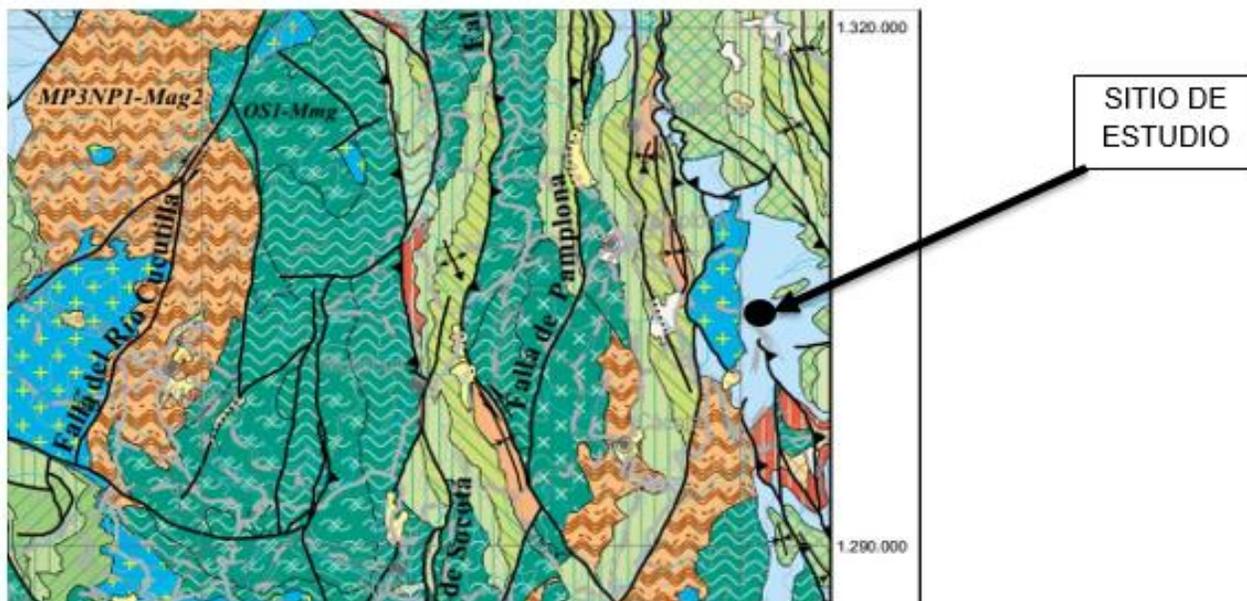


Figura 2. Mapa geológico de las zonas de estudio. Atlas geológico Colombia plancha 506.

A nivel general el municipio de Pamplona y su casco urbano, según el plan básico de ordenamiento territorial se encuentra ubicado sobre una zona de depósitos cuaternarios de origen fluvio-lacustre, lo que indicaría que en dicha zona hubo movimiento, deslizamiento o transporte de tierra por cuenta de ríos y quebradas en este caso Monteadentro, El volcán, Navarro y El Buque, incluyendo muy posiblemente materiales finos y gruesos como limo, arcilla, arena y grava suficientes para formar un valle amplio de topografía plana a ondulada con pendientes suaves de 6-12% y pronunciadas de 13 a 30%.

Estos depósitos se encuentran sobre rocas ígneas de tipo gneis cuarzomonzonítico pertenecientes a la unidad ortogneis, es decir que presentan bandas con capas alternas de

minerales claros y oscuros siendo sus principales componentes los mismos que los del granito: cuarzo, feldespato y mica.

El municipio de Pamplona cuenta con las siguientes formaciones que se estiman del periodo cretáceo: Aguardiente, que corresponde a rocas sedimentarias tipo areniscas de grano grueso a medio de color gris claro de composición cuarzosa, glauconítica y calcárea con intercalaciones de lodolitas grises en delgadas capas. La formación presenta afloramientos en El Escorial y en el cerro Cristo Rey, donde se desarrolla el urbanismo de los barrios Cristo Rey, Arenales y Villa Cristina. (Plan Básico Ordenamiento Territorial municipio de Pamplona, 2015).

Tibú-Mercedes, se encuentra al sur-este de Pamplona, siguiendo el tren estructural de la secuencia cretácea, se lleva a cabo donde el barrio el progreso desarrolla su urbanismo. También se presentan afloramientos, cubiertos por el urbanismo en los barrios Humilladero y el Camellón.

Para el casco urbano se presentan las siguientes fallas de tipo inverso que consiste en una falla de 30° respecto a la horizontal, en la que el bloque que se desplaza hacia arriba genera una saliente, la de Pamplona que se constituye como el principal accidente tectónico del municipio y el sistema de fallas de Chitagá, así como fallas de tipo normal que es de aproximadamente 60° y el movimiento de los bloques no generan una saliente, es decir que cada bloque se desplaza en su propio sentido: la falla de Cristo Rey y la quebrada del Escorial. (Plan Básico Ordenamiento Territorial municipio de Pamplona, 2015).

Se produce fracturamiento debido a la fuerte tectónica que afecta los macizos de roca de la unidad ortogneis. Las principales estructuras tectónicas dentro del casco urbano de Pamplona son: La Falla Cristo Rey, Falla de tipo normal, con rumbo este-oeste que genera un paisaje de

origen estructural denudacional, la estructura afecta parte del territorio donde reposan los depósitos de ladera tipo coluvión, donde se desarrolla el urbanismo de los barrios Juan XXIII parte alta y baja. La Falla El Escorial, siendo un sistema de fallas con rumbo este-oeste, cortadas por una falla de contacto. La falla afecta rocas de la formación Aguardiente y de la formación Tibú Mercedes y parte de algunos afloramientos de la formación Girón que afecta los depósitos presentes en el valle de la quebrada El Escorial.

Adicionalmente se evidencian procesos morfo dinámicos que alteran el relieve y el paisaje entre ellos, la erosión y los fenómenos de remoción en masa. Para el municipio los procesos de erosión se encuentran avanzados en lo que respecta a las laderas y colinas que rodean el río Pamplonita compuesto principalmente por limos y arcillas, no obstante, estos fenómenos se ven acelerados por sucesos como la deforestación producto de actividades del ser humano y urbanismo. (Plan Básico Ordenamiento Territorial municipio de Pamplona, 2015).

El plan de ordenamiento territorial del municipio identifica varios tipos de riesgo basados principalmente en la presión que ha ejercido el ser humano en estas zonas donde lleva a cabo sus actividades. La amenaza por erosión se ve generada por el desgaste que sufre el suelo por aguas de escorrentía y manejo inadecuado de aguas lluvias y aquellas usadas como riego que se ven en aumento debido a actividades como minería y tala de árboles en el casco urbano y sus alrededores, Las zonas más vulnerables a este tipo de amenaza la constituye, las áreas con pendientes que varían de pronunciadas a escarpadas, el área de riesgo, bajo este tipo de amenaza se localiza en la periferia y en los barrios Cristo Rey, Villa Cristina, Cariongo, El Progreso, El Escorial, Los Alpes, Las Margaritas y nuevo Amanecer. (Plan Básico Ordenamiento Territorial municipio de Pamplona, 2015).

En lo que tiene que ver con actividad sísmica se destaca la Cabecera municipal debido a su ubicación dentro de un depósito de ladera y cercano a las fallas geológicas a través de las cuales las ondas sísmicas se transmiten con más facilidad, resultando en una Amenaza para la infraestructura de las viviendas las cuales en su mayoría son construidas en tapia pisada y la alta pendiente del depósito puede generar la activación de fenómenos de Remoción en Masa como deslizamientos y flujos terrosos entre otros.

Finalmente, el riesgo por inundación que está dado por intensos aguaceros de larga duración que sobrepasen la capacidad de retención de humedad del suelo y los cauces, asociado con la presencia de depresiones inundables en zonas de planicie aluvial, específicamente en las vegas de los ríos y en las terrazas bajas hecho que se ve agravado por la ausencia de cubierta vegetal original que regula el régimen hídrico como resultado de la deforestación y los procesos erosivos de origen. (Plan Básico Ordenamiento Territorial municipio de Pamplona, 2015).

Los terreno objeto de estudio y donde se realizará el apique se encuentra ubicado en el barrio Juan XXIII con coordenadas latitud $7,388437^{\circ}$ longitud $-72,647624^{\circ}$ y a una altura de 2447 msnm, Jurado con coordenadas latitud $7,375070^{\circ}$ longitud $-72,656355^{\circ}$ y altura 2420 msnm y Valle del Espíritu Santo latitud $7,364756^{\circ}$ longitud $-72,662428^{\circ}$ y altura 2396 msnm son suelo aparentemente con historial agrícola y pecuario, se encuentra constituido por depósitos de tipo coluvial, es decir, Corresponde a material acumulado por procesos gravitacionales formando taludes y conos de derrubios al pie de escarpes, la topografía es de loma con pendientes pronunciadas de entre 13-30% y escarpadas $> 70\%$ con variedad de espesor.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Colección de muestras de suelo en el terreno

2.2.1.1. Referencias AASHTO T86-76 Y ASTM D420-69.

Para determinar las propiedades de un suelo es necesario contar con muestras representativas del material para realizar los ensayos de laboratorio, una muestra adecuada y representativa, proporcionara resultados adecuados con márgenes de error mínimos, de aquí la importancia de hacer una buena recolección de material cumpliendo toda la normatividad.

- **Tipos de muestra**

Las muestras pueden ser de dos tipos inalteradas y alteradas.

- **Muestras inalteradas**

Estas muestras son extraídas del suelo con el cuidado de no alterar su estado natural, sirven para la identificación del suelo, determinación de la densidad, humedad y demás ensayos donde se requieren muestras inalteradas.

El tamaño de estas muestras es generalmente de 30cm*30cm*30cm.

- **Muestras alteradas**

El propósito de esta muestra, es el de determinar una representación del perfil de todo el suelo, o del material contenido.

La toma de muestra se puede realizar:

- **Superficialmente:** A mano con herramientas menores

- **Poco profundas:** Dentro de pozos o galerías con herramientas menores.
- **Profundas:** Por medio de sondeos con saca testigos.

2.2.2. Contenido de humedad

2.2.2.1. Contenido de humedad horno a 110°C

Referencias ASTM D2216-71 (Método estándar de determinación en laboratorio del contenido de humedad del suelo).

La determinación del contenido de humedad es un ensayo rutinario de laboratorio para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco, Como una definición.

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde W_w es el peso de agua presente en la masa de suelo y W_s es el peso de los sólidos en el suelo. Podría definirse el contenido de humedad como la relación del peso de agua presente y el total de peso de la muestra (peso de agua más suelo); sin embargo, esto daría una cantidad en el denominador de la fracción que podría depender de la cantidad de agua presente:

$$\omega' = \frac{W_w}{W_s + W_w} = \frac{W_w}{W_t} = \frac{\text{Pesos del agua}}{\text{Peso total}}$$

Y esto no es deseable pues el contenido de humedad estaría de esa forma relacionado a una cantidad variable y no a una cantidad constante. Esto puede verse fácilmente pues W_w aparece en ambos, numerador y denominador de la fracción. El contenido de humedad expresa algunas veces en función del volumen como:

$$\theta = \frac{V_w}{V_s + V_w} = \frac{V_w}{V_t} = \frac{\text{Volumen del agua}}{\text{Volumen total}}$$

El cual luego de una manipulación adecuada, puede reescribirse como

$$\theta = v: \gamma_d$$

Donde

$V_w = \text{Volumen de agua presente en la masa del suelo}$

$V_v = \text{Volumen de los vacíos del suelo}$

$V_s = \text{Volumen de los sólidos}$

$\gamma_d = \text{Densidad seca del suelo (volumétrica)}$

Esta definición de contenido de humedad es muy raramente usada.

2.2.2.2. Determinación de la humedad de suelos empleando un probador (humedómetro Speedy) con carburo de calcio.

Referencia INV E – 150 – 13. Este método de ensayo se emplea para determinar la humedad de suelos mediante un probador en el cual el agua disponible en una muestra de suelo de masa especificada reacciona químicamente con un volumen determinado de carburo de calcio, produciendo un gas cuya presión es medida por el manómetro del humedómetro. (INVIAS, 2012).

Este método de ensayo es aplicable a casi todo suelo arenoso y fino. El carburo de calcio usado como reactivo, reacciona con el agua a medida que se mezcla con el suelo cuando se sacude y agita con ayuda de esferas de acero que se encuentran dentro del probador. Para producir resultados precisos, el reactivo debe reaccionar con toda el agua que no se ha hidratado químicamente con minerales o compuestos del suelo. Algunos suelos arcillosos altamente

plásticos o suelos que no son suficientemente desmenuzables, pueden producir resultados que no son representativos, debido a que parte del agua puede estar atrapada dentro de los terrones de suelo y no entrar en contacto con el reactivo. Puede haber algunos suelos con contenidos de ciertos componentes o químicos que reaccionan impredeciblemente con el reactivo, dando lugar a resultados erróneos. Cualquiera de estos problemas se hará evidente en el momento de la calibración o al hacer las contrapruebas con la norma de ensayo INV E-122. Algunos suelos que contienen componentes o minerales que se deshidratan con el calor (como el yeso), los cuales deben tener un control especial de temperatura cuando se prueban con la norma de ensayo INV-122, pueden no ser afectados (deshidratados) cuando se ensayan de acuerdo con el carburo de calcio. (INVIAS, 2012).

Este método de ensayo está limitado al empleo del equipo de prueba de humedad de carburo de calcio para especímenes de suelo de 20 g o más, cuyas partículas no sean mayores de 4.75 mm.

- **Resumen del método con Speedy**

Un volumen determinado de carburo de calcio, en exceso del necesario para reaccionar con el agua, se coloca dentro del probador junto con dos esferas de acero y una muestra representativa del suelo sin partículas mayores de 4.75 mm, cuya masa sea la especificada por el fabricante del aparato. Una vez cerrado, el probador se sacude vigorosamente en un movimiento rotatorio que hace que el carburo entre en contacto con el agua del suelo, produciéndose gas acetileno en cantidad proporcional al agua disponible. El contenido aparente de agua se puede leer, entonces, en un manómetro adaptado al probador, el cual está calibrado para que la lectura

que entrega sea, directamente, el contenido de agua de la masa especificada de suelo. (INVIAS, 2012).

Se debe desarrollar una curva de calibración para cada probador y cada tipo de suelo, dibujando curvas que relacionen las lecturas del manómetro con los contenidos de agua determinados con la norma de ensayo INV E-122, empleando muestras representativas del suelo. La curva de calibración se usa para determinar un contenido de agua corregido, en ensayos subsecuentes sobre el mismo tipo de suelo. (INVIAS, 2012).

2.2.2.3. Método para determinar la humedad de los suelos usando el horno microondas

Referencia INV E – 135 – 13. Este método de ensayo se puede usar en reemplazo del descrito en la norma INV E-122(determinación de la humedad con horno a 110°C), cuando se deseen obtener resultados con mayor rapidez, con el fin de acelerar la realización de otras fases del control y siempre que se consideren aceptables unos resultados algo menos precisos. (INVIAS, 2012).

Este método de ensayo es aplicable a la mayor parte de los suelos. Para algunos, tales como aquellos con alto contenido de haloisita, mica, montmorillonita, yeso u otros materiales hidratados, suelos altamente orgánicos, o suelos en los cuales en agua de los poros contiene sólidos disueltos (tales como sal en depósitos marinos), este método de ensayo puede dar resultados del contenido de agua carentes de confiabilidad. (INVIAS, 2012).

- **Resumen del método**

Se coloca una muestra de suelo húmedo dentro de un recipiente apropiado y se determina su masa. Se coloca luego, en un horno microondas, donde se somete a un intervalo de secado, se retira del horno y se determina de nuevo su masa. El procedimiento se repite hasta que la masa sea aproximadamente constante. (INVIAS, 2012).

La diferencia entre la masa de la muestra húmeda y la de la muestra seca es considerada como masa del agua contenida originalmente en la muestra de suelo. El contenido de agua se determina dividiendo la masa de agua por la masa de la muestra de suelo seco y multiplicando por 100. Para un determinado suelo y tamaño de muestra, el tiempo para alcanzar una masa constante se puede anotar y usar como un tiempo de secado para posteriores ensayos, empleando un espécimen del mismo suelo y del mismo tamaño. (INVIAS, 2012).

El contenido de agua de un suelo se usa para toda práctica de ingeniería geotécnica, ya sea en el laboratorio o en el terreno. El empleo del método descrito en la norma INV E-122 para determinar la humedad puede ser muy lento y hay ocasiones en las cuales es necesario el uso de un método más expedito. El empleo de un horno microondas es uno de estos métodos. (INVIAS, 2012).

2.2.3. Densidad aparente del suelo método de la parafina

La densidad aparente de los suelos se puede calcular a partir de su masa y su volumen. El volumen se puede determinar mediante el recubrimiento del suelo con una sustancia conocida impermeable al agua en este caso parafina y paseándolo tanto al aire como sumergido en agua de densidad conocida y haciendo uso del principio de Arquímedes. (Krassik, 2013).

El principio de Arquímedes consiste en que los cuerpos que se sumergen en un fluido experimentan un empuje vertical y con dirección hacia arriba que es igual al peso de la ausencia del fluido, o sea, el fluido desalojado. Esta fuerza sobre la que hablaba Arquímedes es llamada empuje hidrostático o de Arquímedes. (Krassik, 2013)

Arquímedes llegó a esta conclusión luego de que intentaba determinar el volumen de los distintos tipos de sólidos, lo cual es conocido como medición de volumen por desplazamiento en cuanto a líquidos refiere. Esto explicado de una forma simple sería: el volumen de un cuerpo es igual a la cantidad de espacio que ocupa. Pero para demostrar esto existen varias maneras, por lo cual medir el volumen de estos cuerpos tiene algunas variantes. (Krassik, 2013).

El descubrimiento por el científico griego es muy útil para medir el volumen en los cuerpos que no son permeables al agua. (Krassik, 2013).

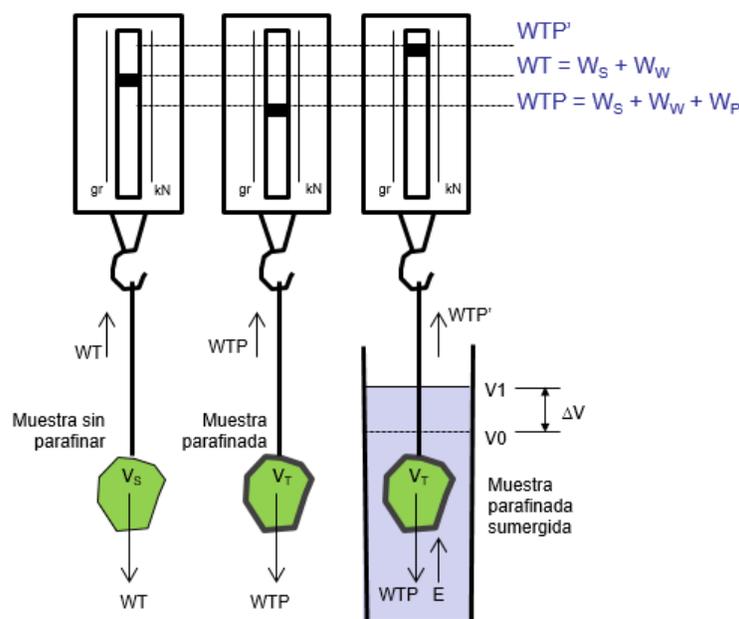


Figura 3. Esquema del principio de Arquímedes. (Cano, et al., 2013).

$$\text{Densidad aparente} = \rho = \left(\frac{WT}{WTP - WTP' - \left(\frac{WTP - WT}{\rho_{\text{parafina}}} \right)} \right)$$

$$\text{Densidad seca} = \rho_d = \frac{\rho}{1 + \frac{\omega}{100}}$$

WT: Masa total de la muestra = $W_s + W_w$

WTP: Masa total de la muestra parafinada = $W_s + W_w + W_p$

WTP': Masa total de la muestra parafinada sumergida = $WTP - E$

ρ_{parafina} : densidad de la parafina (g/cm^3)

ω : Humedad natural del suelo determinada por secado en estufa (%)

2.2.4. Granulometría método mecánico

Referencias AASHTO T87-70 (Preparación de la muestra); AASHTO T88-70 (Procedimientos de prueba). ASTM D421-58 Y D422-63.

La finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o USCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases o subbases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc., depende de este análisis. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente. Para suelos con tamaño de partículas mayor a 0,074 mm. (74 micrones) se utiliza el método de análisis mecánico mediante tamices de abertura y numeración indicado en la tabla. Para suelos de tamaño inferior, se utiliza el método del hidrómetro, basado en la ley de Stokes. (Bowles, 1981).

Tabla 1.
 Tabla de numeración y abertura de tamices.

Tamiz (ASTM)	Tamiz (N) (mm.)	Abertura real (mm.)	Tipo de suelo
3 "	80	76,12	
2 "	50	50,80	
1 1/2 "	40	38,10	
1 "	25	25,40	GRAVA
3/4 "	20	19,05	
3/8 "	10	9,52	
Nº 4	5	4,76	ARENA GRUESA
Nº 10	2	2,00	
Nº 20	0,90	0,84	ARENA MEDIA
Nº 40	0,50	0,42	
Nº 60	0,30	0,25	
Nº 140	0,10	0,105	ARENA FINA
Nº 200	0,008	0,074	

Fuente: Bowles 1981

Todos los sistemas de clasificación utilizan el tamiz No 200 como un punto divisorio, las clasificaciones se basan generalmente en términos de la cantidad retenida o la cantidad que pasa a través del tamiz No 200. Ocasionalmente es deseable conocer la escala aproximada de partículas de suelo menores que el tamiz 200. Cuando se presenta esta necesidad se utiliza el método del hidrómetro. (Bowles, 1981).

El proceso de tamizado no provee información sobre la forma de los granos de suelo si ellos son angulares o redondeados. Solamente da información sobre los granos que pueden pasar, o que orientación adecuada pasa, a través de una malla de abertura rectangular de un cierto tamaño. Obviamente en muestras de un cierto tamaño no siempre es posible que todas las partículas pasen a través del tamiz respectivo, ya que es posible que no se puedan orientar adecuadamente para pasar a través del tamiz correspondiente. Las partículas más pequeñas podrían no haber sido totalmente separadas en el proceso de pulverización, e incluso las partículas más finas especialmente la fracción menor que el tamiz 200 en tamaño pueden adherirse a las partículas mayores y no pasar a través del tamiz adecuado. (Bowles, 1981).

La información obtenida del análisis granulométrico se representa en forma de curva para poder comparar suelos y visualizar más fácilmente la distribución de los tamaños de granos presentes, y como una masa de suelo típica puede tener partículas que varíen en tamaños de 2.00mm y 0.075mm las más pequeñas (tamiz No 200), por lo cual sería necesario recurrir a una escala muy grande para poder dar el mismo peso y precisión de lectura a todas las medidas, es necesario recurrir a una representación logarítmica para los tamaños de las partículas. Los procedimientos patrones utilizan el porcentaje que pasa (también llamado porcentaje mas fino) como la ordenada de la escala natural de la curva de distribución granulométrica. (Bowles, 1981).

A partir de la curva de distribución granulométrica, se pueden obtener diámetros característicos tales como el D10, D85, D60, etc. El D se refiere al tamaño del grano, o diámetro aparente, de las partículas de suelo y el subíndice (10,85,60) denota el porcentaje de material más fino. Por ejemplo, D10=0,15mm significa que el 10% de los granos de la muestra son menores en diámetro que 0,15mm. El diámetro D10 es también llamado el tamaño efectivo de un suelo. (Bowles, 1981).

Una indicación de la variación (o rango) del tamaño de los granos presentes en la muestra se obtienen mediante el coeficiente de uniformidad C_u definido como:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \text{Coeficiente de curvatura}$$

Un valor muy grande en este parámetro C_u indica que los diámetros D60 y D10 difieren en tamaños apreciables. No asegura, sin embargo, que no exista un vacío de gradación, como el que se presenta cuando falta por completo o solamente existe una muy pequeña cantidad de

diámetros de un determinado tamaño. El coeficiente de concavidad C_c es una medida de forma de la curva entre D_{60} y el D_{10} , y se define de la siguiente forma. (Bowles, 1981).

$$C_u = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} = \text{Coeficiente de uniformidad}$$

Valore de C_c muy diferentes de 1,0 indican que falta una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D_{10} y el D_{60} . (Bowles, 1981).

Las condiciones de uniformidad los da el C_u un suelo que tiene una buena distribución de tamaños de granos dentro de una escala amplia de valores se llama suelo bien gradado los cuales permite una buena compactación. (Bowles, 1981).

Mal gradados D_{10} Y D_{60} juntos.



Curva granulométrica de un suelo mal gradado. Fuente: (Coral, 2006).

Bien gradados D_{10} Y D_{60} separados.



Curva granulométrica de un suelo bien gradado. Fuente: (Coral, 2006).

Los suelos suelen ser mal gradados por los siguientes aspectos:

Por tener carencia de tamaño de los granos intermedios

Por ser uniforme en tamaños

Condiciones suelos gruesos

- a) Cascajo bien gradado $Cu > 4$ $1 < Cc < 3$.
- b) Cascajo uniforme $Cu < 4$ $1 < Cc < 3$.
- c) Arena gravosa mal gradada $Cu > 6$ $1 < Cc < 3$.
- d) Grava bien gradada $Cu > 4$ $1 < Cc < 3$.
- e) Arena bien gradada $Cu > 6$ $1 < Cc < 3$.

Si o se cumple alguna de las dos condiciones o ninguna el suelo es mal gradada. (Bowles, 1981).

2.2.5. Límites de Atterberg

Referencias AASHTO T89-69 Y T90-70, ASTM423-66 (Limite liquido) y D424-59 (limite plástico).

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS). Fueron originalmente ideados por un sueco de nombre Atterberg especialista en agronomía y posteriormente redefinidos por Casagrande para fines de mecánica de suelos de la manera que hoy se conocen. Para obtener estos límites se requiere remodelar (manipular) la muestra de suelo destruyendo su estructura original y por ello es que una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria y complementaria. Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm). Esto quiere decir que no solo se trabaja con la parte fina del suelo (< malla #200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina. (Bowles, 1981).

Los límites líquido y plástico tratados aquí son sólo dos de los 5 “límites” propuestos por Atterberg, un científico sueco dedicado a la agricultura (ca. 1911). Estos límites son:

- *Límite de cohesión*
- *Límite de pegajosidad*
- *Límite de contracción*
- *Límite plástico*
- *Límite líquido*

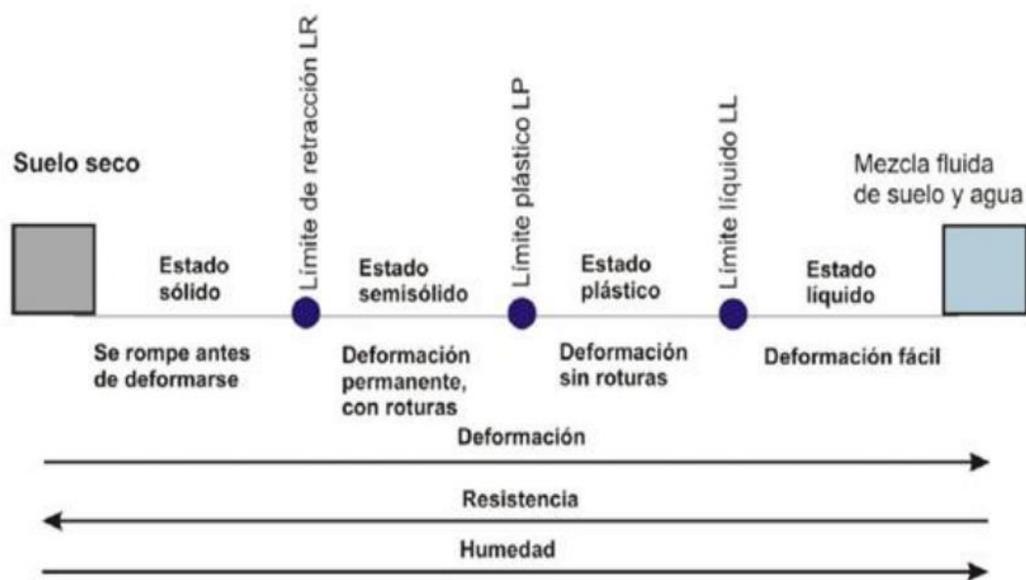


Figura 4. Esquema de los límites de Atterberg. (Matías Sánchez, 2010).

La frontera entre el estado sólido y semisólido se llama límite de contracción o de retracción y se define como la humedad presente al haber añadido agua suficiente para llenar todos los huecos de una pastilla de suelo seca. Se trata de la humedad máxima de un suelo para la cual una pérdida de humedad no causa disminución de volumen del mismo. La frontera entre los estados semisólido y plástico se llama límite plástico, y se obtiene midiendo el contenido de humedad del suelo cuando comienzan a agrietarse pequeños cilindros de suelo de 3 mm de diámetro. A la frontera entre el estado plástico y líquido se le llama límite líquido y se determina colocando el suelo en un aparato normalizado y midiendo la humedad que contiene cuando con 25 golpes se cierra una ranura de 13 mm de longitud ejecutada en la muestra.

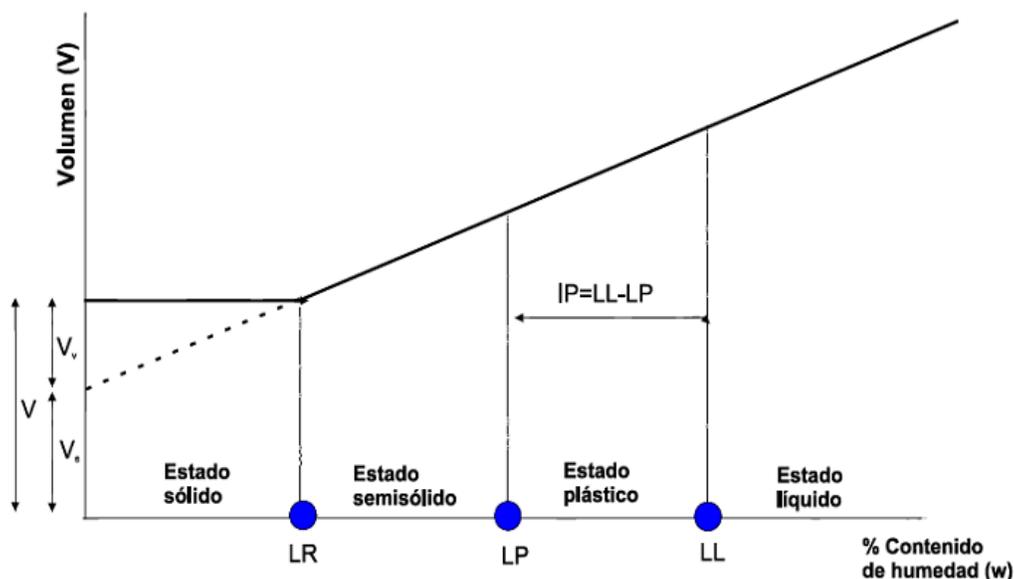


Figura 5. Variación del volumen del suelo con la humedad. Fuente: (Matías Sánchez, 2010).

2.2.5.1. Determinación del límite líquido con varios puntos de ensayo

El límite líquido (LL) se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, y según Atterberg es de 25 g/cm². La cohesión de un suelo en el límite líquido es prácticamente nula. (Crespo Villalaz, 2007).

Para la determinación del límite líquido se ha utilizado tradicionalmente un aparato conocido con el nombre de “cuchara o copa de Casagrande”. El procedimiento comienza por amasar, con agua destilada, una muestra de suelo seco que pasen por el tamiz n° 40. El operador trata de añadir la cantidad de agua necesaria para acercarse lo más posible al límite líquido. La masa se coloca con una espátula en la cuchara de modo que ocupe la parte inferior de ella. Se abre un surco con un acanalador y se comienza a dar vueltas a la manivela, a razón de dos por segundo,

con lo cual, por medio de una excéntrica, se levanta la cuchara y se deja caer desde una altura de un centímetro. Se prosigue hasta que las paredes del surco se unan por su fondo en una longitud de unos 13 mm. Si esto ocurre después de dar exactamente 25 vueltas a la manivela, el suelo tiene el contenido de humedad correspondiente al límite líquido. Los equipos utilizados para el ensayo del límite líquido se muestran a continuación.

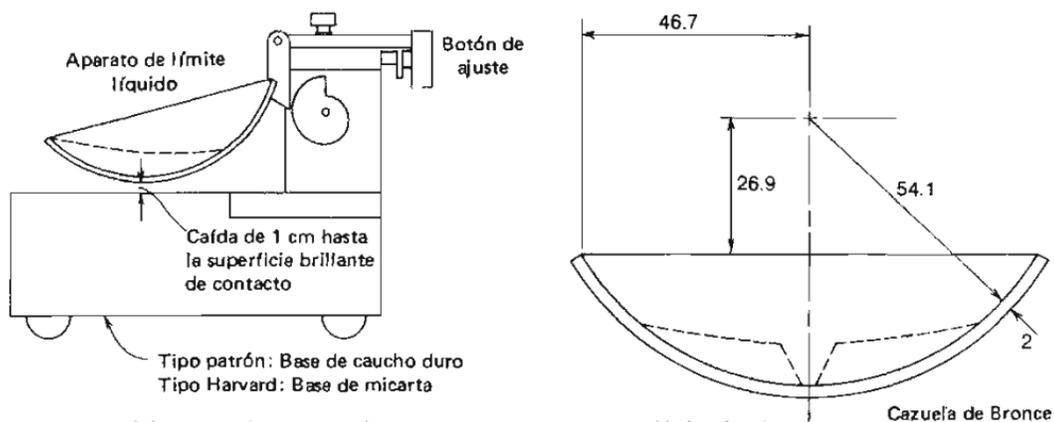


Figura 6. Detalles de construcción y dimensiones del aparato de límite líquido. (Bowles,1981).

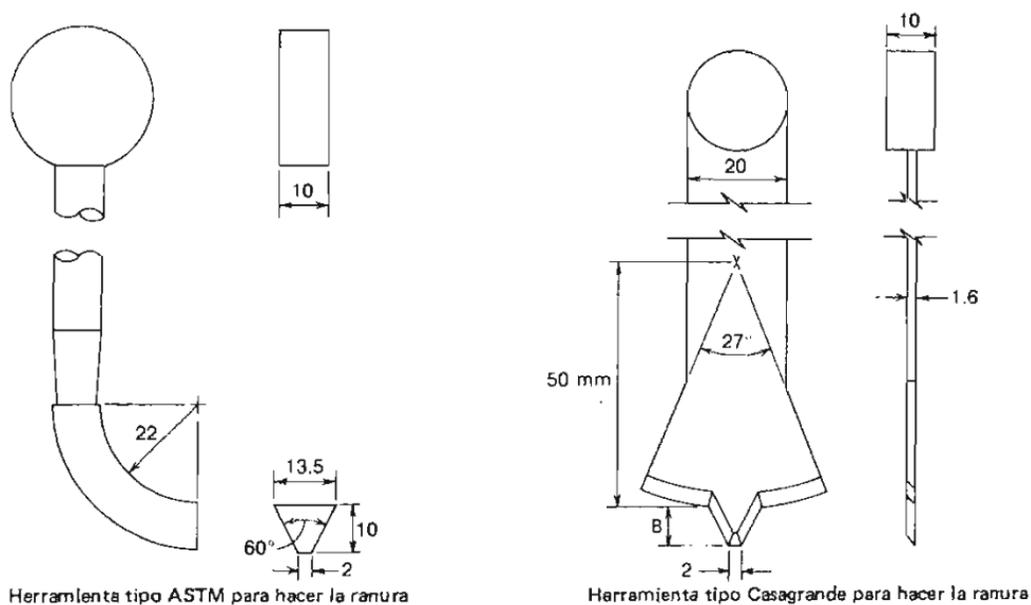


Figura 7. Herramientas ranuradores. (Bowles,1981).

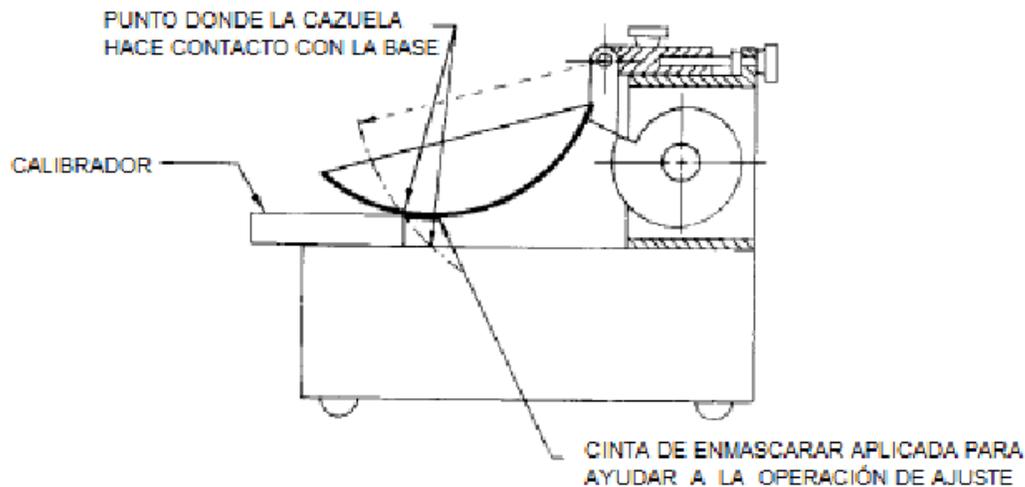


Figura 8. Calibración de altura de caída. (INVIAS 2012).

2.2.5.2. Determinación del límite líquido a partir de un solo punto de ensayo

La U.S. Waterways Experiment Station realizó un estudio sobre 767 ensayos de límite líquido correspondientes a suelos de depósitos aluviales y suelos costeros del Valle de Mississippi. La fórmula general desarrollada como resultado del estudio fue:

$$WL = \omega \left(\frac{N}{25} \right)^{\tan \beta}$$

Donde tangente de β es la pendiente de la curva de flujo en escala doble logarítmica y ω es la humedad correspondiente al número de golpes N obtenido en la determinación de un punto mediante la cuchara de Casagrande. (Bowles, 1981). Para esta serie de valores de límite líquido, se encontró que $\tan \beta = 0.121$ resultó una buena aproximación, de donde se puede expresar la anterior ecuación como:

$$WL = \omega \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121}$$

El valor de tangente de β no es 0.121 para todos los suelos; sin embargo, se puede generalmente obtener buenos resultados a partir de esta ecuación, si el contenido de humedad w utilizado en la fórmula se determina para un número N de golpes entre 20 y 30. Lo anterior puede explicarse debido a que en un rango tan pequeño de la curva de flujo el cambio en movimiento vertical (contenido de humedad) es pequeño aún para curvas muy pendientes. (Bowles, 1981).

Tabla 2.
Factores de corrección K.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LIMITE LIQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Fuente: INVIAS, 2012

2.2.5.3. Límite plástico

El límite plástico (LP) se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el que los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico, representando el punto en el cual el suelo empieza a perder su cohesión por falta de humedad. (Bowles, 1981).

El ensayo se realiza con la fracción de suelo que pasa por el tamiz número 40. Para determinar el límite plástico, generalmente se hace uso del material que, mezclado con agua, ha sobrado de la prueba del límite líquido y al cual se le evapora humedad por mezclado hasta tener una mezcla plástica que sea moldeable, formando una bola con el suelo sin que se resquebraje. (Bowles, 1981).

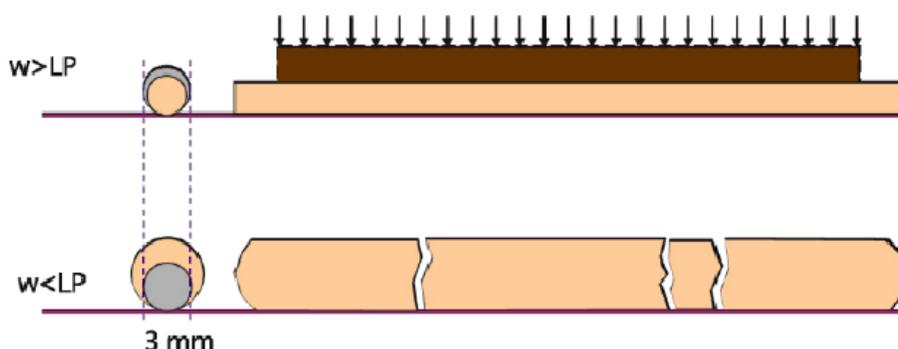


Figura 9. Límite plástico, humedad por debajo de la que no es posible hacer rollos de 3 mm de diámetro. (Matías Sánchez, 2010).

La determinación del límite plástico interviene en varios sistemas de clasificación de suelos, dado que contribuye en la caracterización de la fracción fina de ellos. El límite plástico, solo o en conjunto con el límite líquido y el índice de plasticidad, se usa con otras propiedades del suelo para establecer correlaciones sobre su comportamiento ingenieril, tales como la compresibilidad, la permeabilidad, la compactibilidad, los procesos de expansión y contracción y la resistencia al corte. (INVIAS 2012).

Los límites líquido y plástico de un suelo, junto con su contenido de agua, se usan para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez. Además, el índice de plasticidad, junto con

el porcentaje de partículas menores de 2 μm , permite estimar la actividad de la fracción fina de un suelo. (INVIAS, 2012).

a) Contenido de humedad (w): Razón entre peso del agua y peso del suelo seco de una muestra.

$$\text{Se expresa en porcentaje: } w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

donde:

W_w : peso agua

W_s : peso suelo seco

b) Límite Líquido (w_L ó LL): contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semilíquido y plástico.

c) Límite Plástico (w_p ó LP): es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semisólido y plástico.

d) Índice de Plasticidad (IP): es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico:

$$IP = LL - LP$$

Es el más importante, expresa la amplitud de rango de humedades dentro de los cuales el suelo se comporta como plástico, de manera que los suelos más plásticos tienen mayor índice de plasticidad.

2.2.6. Sistema unificado de clasificación de suelos

La forma original de este sistema fue propuesta por Casagrande en 1948 para su uso en los trabajos de construcción del aeródromo realizado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército durante la Segunda Guerra Mundial. En colaboración con el U.S. Bureau of Reclamation, este sistema fue

revisado en 1952. En la actualidad, es ampliamente utilizado por los ingenieros (Norma ASTM D-2487). El Sistema Unificado de Clasificación se presenta a continuación, y clasifica los suelos en dos grandes categorías:

- Suelos de grano grueso que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso.
- Suelos de grano fino con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

Otros símbolos que también se utilizan para la clasificación son:

W: bien clasificado.

P: mal clasificado

L: baja plasticidad (límite líquido menor de 50)

H: alta plasticidad (límite líquido mayor de 50).

a				b							
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN USCS				SISTEMA DE CLASIFICACIÓN USCS							
FINOS (≥ 50% pasa 0,08 mm)				GRUESOS (< 50% pasa 0,08 mm)							
Tipo de Suelo	Símbolo	Lím. Liq. WL	Índice de Plasticidad IP *	Tipo de Suelo	Símbolo	% Ret. en 5 mm	% Pasa* 0,08 mm	CU	CC	**IP	
Limos Inorgánicos	ML	< 50	< 0,73 (wL - 20) ó < 4	Gravas	GW	≥ 50% de lo Ret. en 0,08 mm	< 5	> 4	1 a 3	Si no cumple requisitos de GW es GP.	
	MH	> 50	< 0,73 (wL - 20)		GP						
Arcillas Inorgánicas	CL	< 50	> 0,73 (wL - 20) y > 7		GM						< 0,73 (wL - 20) ó < 4
	CH	> 50	> 0,73 (wL - 20)		GC						> 0,73 (wL - 20) y > 7
Limos o Arcillas orgánicas	OL	< 50	** wL seco al horno ≤ 75% del wL seco al aire	Arenas	SW	< 50% de lo Ret. en 0,08 mm	< 5	> 6	1 a 3	Si no cumple requisitos de SW es SP.	
	OH	> 50			SP						
Altamente Orgánicos	Pt	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente			SM						< 0,73 (wL - 20) ó < 4
					SC						> 0,73 (wL - 20) y > 7
* Si IP ≅ 0,73 (wL - 20) ó si IP entre 4 y 7 e IP > 0,73 (wL - 20), usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH				* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC							
** Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente wL seco al horno				** Si IP ≅ 0,73 (wL - 20) ó si IP entre 4 y 7 e IP > 0,73 (wL - 20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC							
En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej.: CH-MH en vez de CL - ML				En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej.: GW-GM en vez de GW-GC							
Si wL = 50; CL-CH ó ML-MH				$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$				$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$			

Figura 10. Sistema de clasificación de suelos basado en el material que pasa por el tamiz num.75mm. (Coral, 2006).

2.2.7. Compactación

Referencias AASHTO T99-70(estándar) y T180-70 (modificado). ASTM D698-70 Y D1557-70.

Prueba de Proctor estándar

El ensayo estándar consiste en tomar 3 kg de suelo, pasarlos a través del tamiz No. 4 añadir agua, y compactarlos en un molde $943.3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ en tres capas con 25 golpes por capa de

un martillo de compactación de $24.4 \cdot 10^{-3}$ kN con caída de 0.3048 m en el suelo. Esto libera una energía nominal de compactación al suelo. (Bowles, 1981).

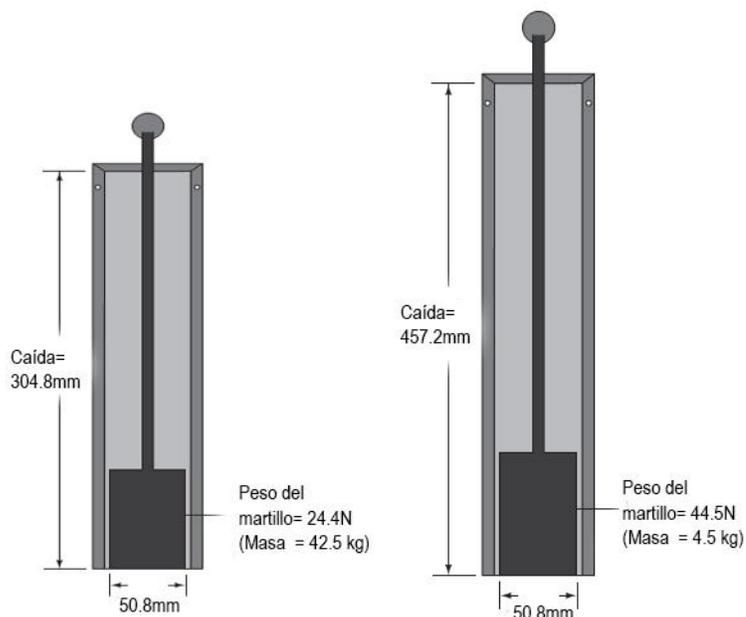


Figura 11. Martillos para la prueba de Proctor estándar y Proctor modificado. (Braja, 2013)

La energía de compactación por unidad de volumen, E , usada en la prueba Proctor estándar

$$E = \frac{(\text{número de golpes por capa}) * (\text{numero de capas}) * (\text{pesos del martillo}) * (\text{altura de caída del martillo})}{\text{volumen del molde}}$$

$$E = \frac{(25) * (3) * (24.4 * 10^{-3} \text{ kN}) * (0.3048 \text{ m})}{943.3 * 10^{-6} \text{ m}^3} = 591.3 \text{ kN} - \text{m/m}^3$$

Luego de compactada de esta manera la muestra es removida del molde y desbaratada nuevamente hasta obtener grumos de tamaño aproximado del tamiz No. 4 de acuerdo con estimación visual, se toman muestras para contenido de humedad, se añade más agua, se mezcla cuidadosamente el suelo, y se procede a compactar nuevamente el suelo en el molde. Esta

secuencia se repite un número de veces suficiente para obtener datos que permitan dibujar una curva de densidad seca contra contenido de humedad con un punto de pendiente 0 (un valor máximo) y suficientes puntos alrededor de ese máximo para definir adecuadamente su localización. La ordenada de este diagrama es la densidad seca. La ordenada máxima de este diagrama se conoce como la densidad máxima, y el contenido de humedad al cual se presenta esta densidad se denomina con tenido de humedad óptimo (CHO). (Bowles, 1981).

2.2.8. Prueba de Proctor modificado

Con el desarrollo de rodillos pesados y su uso en la compactación en campo, la prueba Proctor estándar fue modificada para representar mejor las condiciones de campo. Esto se refiere a veces como la prueba Proctor modificada (Norma ASTM D-1557 y Norma AASHTO T 180). Para la realización de la prueba Proctor modificada se utiliza el mismo molde, con un volumen de $943.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$, como en el caso de la prueba Proctor estándar. Sin embargo, el suelo es compactado en 5 capas por un martillo que pesa $44.5 \cdot 10^{-3} \text{ kN}$ (masa 4.536 kg) y tiene una caída de 0.4572 m. El número de golpes de martillo para cada capa se mantiene en 25, como en el caso de la prueba Proctor estándar. (Braja, 2013).

La energía de compactación por unidad de volumen de suelo en la prueba modificada puede ser calculada mediante.

$$E = \frac{(25 \text{ golpes/capa}) * (5 \text{ capas}) * (44.5 * 10^{-3} \text{ kN}) * (0,4572 \text{ m})}{943,3 * 10^{-6} \text{ m}^3} = 2696 \text{ kN} - \text{m/m}^3$$

Una comparación entre los martillos utilizados en las pruebas Proctor estándar y modificada se muestra a continuación.



Figura 12. Comparación de los martillos para la prueba Proctor estándar (izquierda), modificado (derecha) y moldes de 4",6".

Tabla 3.

Especificaciones de la prueba Proctor estándar (basada en la norma ASTM698).

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm ó (4")	101.6 mm ó (4")	152.4 mm ó (6")
Volumen del mode	943.3 cm ³	943.3 cm ³	2124 cm ³
Peso del martillo	24.4 N	24.4 N	24.4 N
Altura de caída del martillo	304.8 mm	304.8 mm	304.8 mm
Número de golpes del martillo por cada capa	25	25	56
Número de capas de compactación.	3	3	3
Energía de compactación	591.3 Kn-m/m ³	591.3 Kn-m/m ³	591.3 Kn-m/m ³
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm (3/8"). Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm (3/8").	Porción que pasa el tamiz de 19 mm (3/4"). Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm (3/8") y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm (3/4").

Fuente: Braja 2013

Tabla 4.
Especificaciones de la prueba Proctor modificado (basada en la norma ASTM1577).

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm ó (4")	101.6 mm ó (4")	152.4 mm ó (6")
Volumen del mode	943.3 cm ³	943.3 cm ³	2124 cm ³
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes del martillo por cada capa	25	25	56
Número de capas de compactación.	5	5	5
Energía de compactación	2696 Kn-m/m ³	2696 Kn-m/m ³	2696Kn-m/m ³
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm (3/8"). Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm (3/8").	Porción que pasa el tamiz de 19 mm (3/4"). Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm (3/8") y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm (3/4").

Fuente: Braja 2013

2.2.9. Efectos del tipo de suelo

El tipo de suelo, es decir, la distribución de tamaño de grano, forma con los granos del suelo el peso específico de sólidos del suelo, y la cantidad y tipo de minerales de arcilla presentes tiene una gran influencia en la unidad de peso seco máxima y el contenido de humedad óptimo.

Lee y Suedkamp (1972) estudiaron las curvas de compactación de 35 muestras de suelo diferentes. Se observaron cuatro tipos diferentes de curvas de compactación las cuales son:

Las curvas de compactación tipo A son las que tienen un solo pico. Este tipo de curva se encuentra generalmente en los suelos que tienen un límite líquido entre 30 y 70. (Braja,2013).

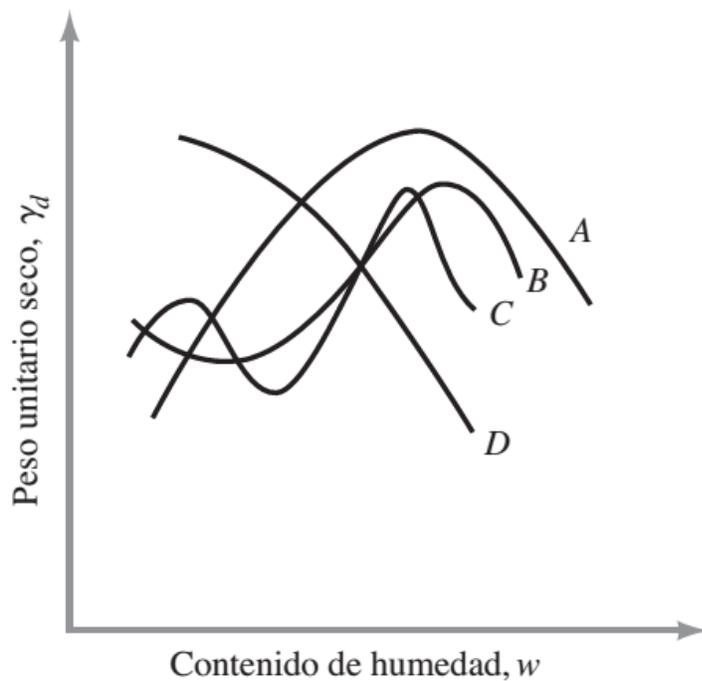


Figura 13. Diferentes tipos de curvas de compactación encontradas en suelos. (Braja, 2013)

El tipo de curva B es con un pico y medio, y el tipo de curva C es una curva de doble pico. Las curvas de compactación de los tipos B y C se pueden encontrar en los suelos que tienen un límite líquido inferior a aproximadamente 30. Las curvas de compactación de tipo D son las que no tienen un pico definido. Se denominan de forma extraña. Los suelos con un límite líquido mayor que aproximadamente 70 pueden exhibir curvas de compactación de suelos de tipos C o D. Los suelos que producen curvas tipos C y D no son muy comunes. (Braja, 2013).

Tabla 5.
Resumen tipos de compactación.

CURVA DE COMPACTACIÓN TIPO	FORMA	LIMITE LIQUIDO
A	Un solo pico	30 -70
B	Pico y medio	< 30
C	Doble pico	<30 o >70
D	No tienen pico definido	>70

Fuente: Braja 2013

La compactación de suelos en general es el método más barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas indeseables del suelo para obtener una estructura, resistencia al corte, y relación de vacíos, deseables. Existen muchos métodos para estabilizar suelos utilizando materia química como cal, mezclas de cal y cenizas, cemento, y compuestos de ácido fosfórico, pero estos métodos usualmente son más costosos y pueden utilizar métodos de compactación adicionalmente a las mezclas, pues al incorporar el material químico en la masa de suelo se produce una gran perturbación de su estructura. (Bowles, 1981).

La compactación produce estabilización del suelo mediante la introducción de energía en el suelo de la siguiente forma:

Tabla 6.
Estabilización del suelo mediante la introducción de energía.

Método	En laboratorio	En el terreno
Impacto	Practica-patrón de compactación	Nada comparable
Accione de amasamiento vibración.	Aparato miniatura de Harvard, método Hveem.	Rodillo tipo pata de cabra, rueda balanceante
Compresión estática (o dinámica)	Mesa vibratoria. Máquinas de compresión.	Rodillos vibratorios y compactadores. Rodillos de rueda lisa

Fuente: Bowles, 1981

Generalmente el esfuerzo de compactación imparte al suelo:

- ✓ Un incremento en la resistencia al corte pues ella es función de la densidad (las otras variables son estructura, (\emptyset y c).
- ✓ Un incremento en el potencial de expansión.
- ✓ Un incremento en la densidad (γ).
- ✓ Una disminución de la contracción.
- ✓ Una disminución en la permeabilidad (k).
- ✓ Una disminución en la compresibilidad (S).

2.3. Marco legal

Para el desarrollo del estudio se tuvo en cuenta normatividad la vigente que reglamenta cada uno de los procesos que se llevaron a cabo en el trabajo de investigación:

2.3.1. Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 título A.

— ESTUDIOS GEOTÉCNICOS — Debe realizarse una exploración del subsuelo en el lugar en que se va a construir la edificación, complementada con una consideración de sus alrededores para detectar, de ser el caso, movimientos de suelo. El alcance de la exploración y el programa de ensayos de laboratorio se establecen en el Título H — Estudios Geotécnicos. El

ingeniero geotecnista debe elaborar un informe en el cual relacione la exploración y los resultados obtenidos en el laboratorio, se den las recomendaciones que debe seguir el ingeniero estructural en el diseño de la cimentación y obras de contención, la definición de los efectos sísmicos locales, los procedimientos constructivos que debe emplear el constructor, y los aspectos especiales a ser tenidos en cuenta por el supervisor técnico. En el reporte se deben indicar los asentamientos esperados, su variabilidad en el tiempo y las medidas que deben tomarse para no afectar adversamente las construcciones vecinas. El reporte debe ir firmado, o rotulado, por un ingeniero civil facultado para este fin de acuerdo con la Ley 400 de 1997. (NSR 10. Título A).

2.3.2. Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 título H.

— Estudio geotécnico

H.2.1.1 — Definición — Conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas.

H.2.1.1.1 — Investigación del Subsuelo — Comprende el estudio y el conocimiento del origen geológico, la exploración del subsuelo (apiques, trincheras, perforación y sondeo y otros) y los ensayos y pruebas de campo y laboratorio necesarios para identificar y clasificar los diferentes suelos y rocas y cuantificar las características físico-mecánicas e hidráulicas del subsuelo.

H.2.1.1.2 — *Análisis y Recomendaciones* — Consiste en la interpretación técnica conducente a la caracterización del subsuelo y la evaluación de posibles mecanismos de falla y de deformación para suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de los sistemas de cimentación y contención y de otras obras en el terreno influenciadas por factores geotécnicos.

H.2.2 — Tipos de estudios

H.2.2.1 — Estudio geotécnico preliminar — Conjunto de actividades necesarias para aproximarse a las características geotécnicas de un terreno, con el fin de establecer las condiciones que limitan su aprovechamiento, los problemas potenciales que puedan presentarse, los criterios geotécnicos y parámetros generales para la elaboración de un proyecto.

El estudio debe presentar en forma general el entorno geológico y geomorfológico, características del subsuelo y recomendaciones geotécnicas para la elaboración del proyecto incluyendo la zonificación del área, amenazas de origen geológico, criterios generales de cimentación y obras de adecuación del terreno. Este estudio no es de presentación obligatoria, pero es recomendable para proyectos especiales o de magnitud considerable, en los que pueda orientar el proceso de planeamiento. Su realización no puede reemplazar, bajo ninguna circunstancia, al estudio geotécnico definitivo.

H.2.2.2 — Estudio geotécnico definitivo — Trabajo realizado para un proyecto específico, en el cual el ingeniero Geotecnista debe precisar todo lo relativo a las condiciones físico-mecánicas del subsuelo y las recomendaciones particulares para el diseño y construcción de todas las obras relacionadas, conforme a este Reglamento y en especial los Títulos A y H. Su presentación es obligatoria ya que en este se definen el tipo de suelo, el diseño y las

recomendaciones de la cimentación y del proceso constructivo. (Asociación colombiana de ingeniería sísmica)

Otras normas a tener en cuenta:

- AASHTO T86-76 Y ASTM D420-69 Recolección de muestras de suelo en el terreno.
- ASTM D2216-71 (Método estándar de determinación en laboratorio del contenido de humedad del suelo).
- INV E – 150 – 13 Determinación de la humedad de suelos empleando un probador (humedómetro Speedy) con carburo de calcio.
- INV E – 135 – 13 Método para determinar la humedad de los suelos usando el horno microondas.
- AASHTO T87-70 (Preparación de la muestra); AASHTO T88-70 (Procedimientos de prueba). ASTM D421-58 Y D422-63 Granulometría método mecánico.
- AASHTO T89-69 Y T90-70, ASTM D423-66 (Limite liquido) y ASTM D424-59 (limite plástico).
- AASHTO T 180– 01: Método AASTHO Standard T-180 Normas ensayo de compactación: humedad optima y densidad máxima.
- ASTM D 698 – 00: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort.

3. Toma, recolección de muestras para determinación de ensayos de laboratorio

El estudio se llevó a cabo en fases de campo y laboratorio en las que se realizaron ensayos para detrmnacion de las carcteristicas de los suelos.

3.1. Fase de campo para la recolección de las muestras de suelo con las cuales se realizaron los ensayos de laboratorio

Se inspecciono los apiques llevados a cabo por los estudiantes de la asignatura Mecánica de suelos I en los puntos de estudio, Juan XXIII parte alta, Valle del Espíritu Santo y Jurado sectores del municipio de Pamplona, se verifico que estos se hubieran realizado bajo las condiciones apropiadas de profundidad y bajo los parametros establecidos para una toma de muestras efectivas e inalteradas de 2 x 2 x 2 metros.

3.2. Recolección y toma de muestras

Para la zona de estudio correspondiente a Juan XXIII parte alta se eligieron 8 puntos a una distancia entre ellos de aproximadamente 50 m como se observa en la imagen satelital de google earth pro.

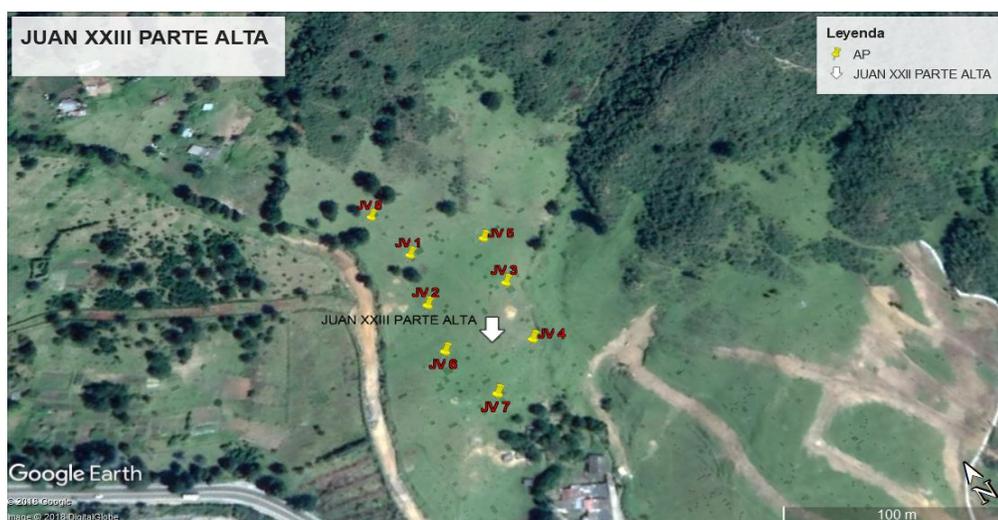


Figura 14. Ubicación zona de estudio Juan XXIII parte alta. (Google Earth Pro, 2018)

Otra zona de estudio corresponde a Valle del Espíritu Santo del barrio el Zulia se tomaron 4 puntos manteniendo la distancia entre apiques de 50 m.



Figura 15. Ubicación zona de estudio Valle del Espíritu Santo el Zulia. Fuente (Google Earth Pro, 2018)

Para la zona de estudio correspondiente a Jurado se seleccionaron 5 puntos para las correspondientes exploraciones con una distancia entre ellos como los anteriores de 50m.



Figura 16. Ubicación zona de estudio Jurado. Fuente: Google Earth Pro 2018



Figura 17. Distancias entre zonas de estudio. Fuente: Google Earth Pro 2018

Una vez finalizada la excavación con un profundidad de 2 m se inicio el proceso de toma de medidas de cada uno de los estratos presentes en la exploracion, iniciando con la capa vegetal y tomando los espesores de cada estrato que se presente. Ademas se registraron las coordenadas de cada apique con su respectiva altura sobre el nivel del mar para ser registradas posteriormente en los formatos de laboratorio y notas de campo.

Para cada uno delos apiques ubicados en las diferentes zonas de estudio se tomaron muestras alteradas de 20 kg por cada estrato según la norma AASTHO T86-76 y ASTM D420-69, como muestras inalteradas probetas de 1”x1”x1” pulgadas para su respectivo analisis y determinación de propiedades físico mecánicas en el laboratorio.

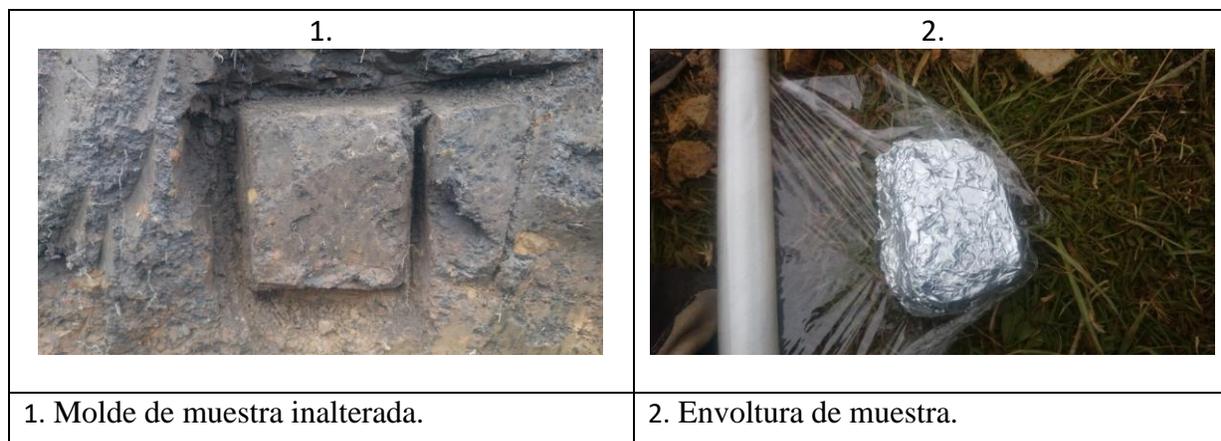


Figura 18. Muestra inalterada

Se tomaron las muestras inalteradas probeta de 1"x1"x1" pulgadas para la realización de los ensayos de densidad natural y humedad, dichas muestras se extrajeron de las paredes del apique, fueron envueltas en papel aluminio y después en papel vinipel con el fin de mantener las condiciones naturales de cada uno de los lugares de exploración.

Para las muestras alteradas se tomaron 20 kg de cada uno de los estratos para la realización de los análisis y ensayos de laboratorio correspondientes a la muestra extraída de las paredes del apiques.

Las muestras se empacaron y almacenaron en bolsas tipo ziplock con cierre hermetico para su conservación, se identificaron con una etiqueta con datos básicos referentes al sitio: peso, fecha de colección, etc, el tamaño de la muestra fue de 20 kg de suelo por apique por cada uno de los estratos resultantes en los apiques realizados.



Figura 19. Muestra alterada

Finalizados los apiques se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 7.

Cuadro resumen de las exploraciones realizadas.

ZONA	NÚMERO DE APIQUES	NÚMERO DE ESTRATOS
Juan XXIII parte alta	8	9
Valle del espíritu santo	4	6
Jurado	5	7
Total	17	22

3.3. Transporte y almacenamiento de muestras

Luego de colectadas y embaladas las muestras fueron transportadas y almacenadas en laboratorio de suelos de la universidad de Pamplona.

Las muestras alteradas se secaron a temperatura ambiente para así bajar la humedad natural y poder realizar los ensayos de laboratorio.

3.4. Realización de los laboratorios

Cada uno de los ensayos se llevó a cabo teniendo en cuenta la normatividad mencionada en el marco legal.

3.4.1. Determinación contenido de humedad

3.4.1.1. Determinación del contenido de humedad con horno a 110°C

De las paredes del apique para cada uno de los estratos se recolecto una muestra como lo determina el ensayo número 1 del Manual de laboratorio de ingeniería civil de Joseph E. Bowles. Ver tabla 8.



Figura 20. Muestras para toma de humedad natural.

Tabla 8.
Contenidos de humedad de las zonas de estudio

SITIO	APIQUE Nº	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Juan XXIII Parte alta	JV1	28,1	Ver anexo 1	
	JV2	40,9	Ver anexo 9	
	JV3	25,1	Ver anexo 17	
	JV4	19,8	Ver anexo 25	
	JV5	28,8	Ver anexo 33	
	JV6	27,0	Ver anexo 41	
	JV7	23,2	Ver anexo 49	
	JV8.1	23,3	Ver anexo 57	
	JV8.2	32,0	Ver anexo 65	
	Valle del Espíritu Santo- Zulia	Z1	35,5	Ver anexo 73
Z2.1		30,1	Ver anexo 82	
Z2.2		22,7	Ver anexo 91	
Z3.1		24,9	Ver anexo 100	
Z3.2		24,0	Ver anexo 109	
Z4		22,5	Ver anexo 118	
Jurado		J1.1	42,5	Ver anexo 127
		J1.2	48,7	Ver anexo 136
	J2	13,3	Ver anexo 145	
	J3	8,2	Ver anexo 154	
	J4.1	10,0	Ver anexo 163	
	J4.2	18,2	Ver anexo 172	
	J5	37,8	Ver anexo 181	

3.4.1.2. Determinación de la humedad de suelos empleando un probador (humedómetro Speedy) con carburo de calcio.

Curva de calibración del humidómetro Speedy

Se tomaron 6 muestras de 100 gr cada una para la calibración. Se inicio tomando la lectura de humedad 0% con el humidómetro y registrando su valor.

Tabla 9.
Cantidad de agua a adicionar

PESO DE MUESTRA	% HUMEDAD	CONTENIDO DE AGUA (ml)
100gr	0	0
100gr	2	2
100gr	4	4
100gr	6	6
100gr	8	8
100gr	10	10
100gr	12	12

Al adicionar el agua se homogenizó muy bien la muestra de suelo para garantizar el mismo contenido de humedad entre sus partículas.

El orden correcto para la determinación del contenido de humedad %w con el Speedy se agrega inicialmente la muestra de suelo, seguidamente de las esferas metálicas las cuales garantizan una pulverización del suelo en el caso de presentar partículas unidas, luego se colocó reactivo en la tapa se cierra el equipo el cual debe estar inclinado para evitar el contacto directo del reactivo con la muestra y generando un error en la lectura. Se debe sellar herméticamente la tapa para evitar que los gases que produce la reacción de escape por la tapa. Este proceso se repitió con humedades de 0%, 2%,4%,6%,8%,10%y 12%.

Se realizaron movimientos constantes en forma circular al equipo en 3 periodos de 1 minuto revisando, cada minuto se revisó la lectura y verificó que esta no bajara. El tiempo del ensayo fue de 3 min o antes si se presentaba un descenso en la lectura.

Aparte se registraron testigos de cada una de las pruebas realizadas para llevarlas al horno durante 24 horas y así poder realizar la curva de calibración. Los datos obtenidos fueron.

Tabla 10.

Lectura del humidómetro vs humedades del horno

	X	Y
% de H ₂ O	SPEEDY (Lectura directa del manómetro).	HORNO
0	0,2	0
2	1,9	1,99
4	3,5	3,76
6	5,4	5,86
8	7,3	7,99
10	9,3	9,94
12	10,2	11,88

Los datos recolectados se graficaron, en las abscisas la lectura del Speedy y en las ordenadas las humedades obtenidas con el horno.

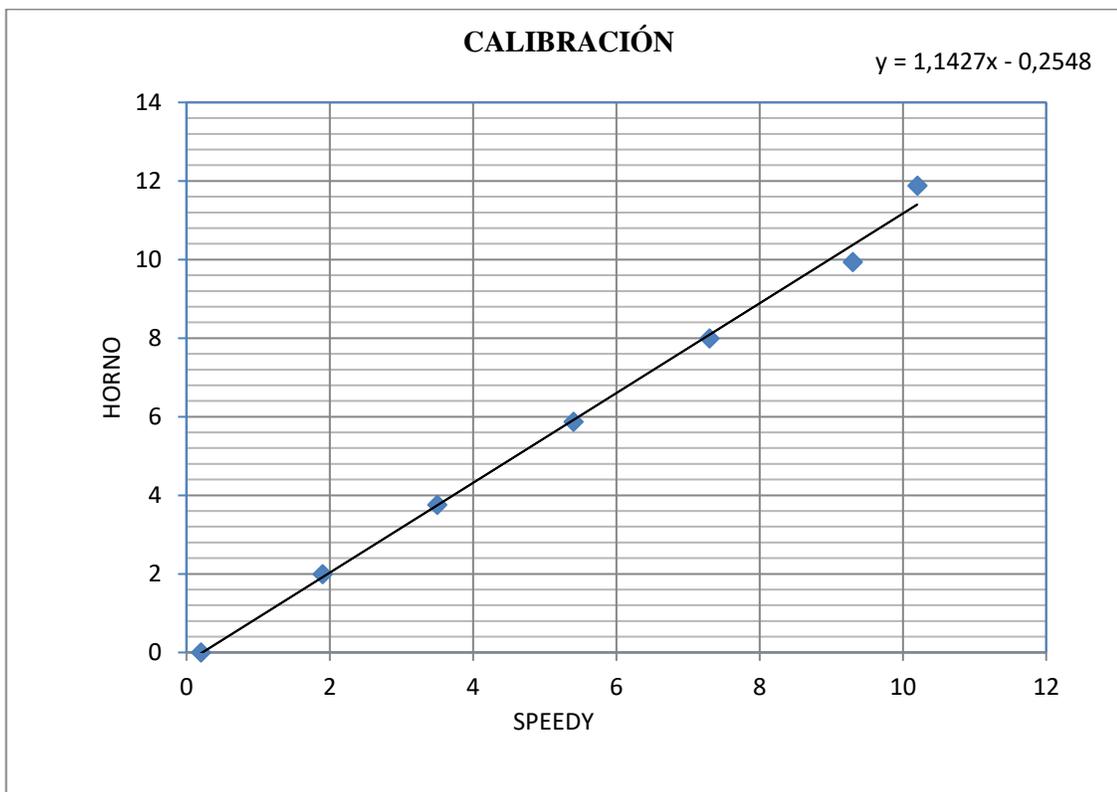


Figura 21. Grafica de calibración del Speedy.

Con la regresión lineal $y=1.1427X-02548$ con una confiabilidad del 99,6% las lecturas corregidas de la humedad son:

Tabla 11.
Cuadro de conversión de lectura corregida de humedad

CUADRO DE CONVERSION							
Lectura Speedy	Lectura Corregida	Lectura Speedy	Lectura Corregida	Lectura Speedy	Lectura Corregida	Lectura Speedy	Lectura Corregida
0,4	0,20	5,4	5,92	10,4	11,63	15,4	17,34
0,6	0,43	5,6	6,14	10,6	11,86	15,6	17,57
0,8	0,66	5,8	6,37	10,8	12,09	15,8	17,80
1	0,89	6	6,60	11	12,31	16	18,03
1,2	1,12	6,2	6,83	11,2	12,54	16,2	18,26
1,4	1,34	6,4	7,06	11,4	12,77	16,4	18,49
1,6	1,57	6,6	7,29	11,6	13,00	16,6	18,71
1,8	1,80	6,8	7,52	11,8	13,23	16,8	18,94
2	2,03	7	7,74	12	13,46	17	19,17
2,2	2,26	7,2	7,97	12,2	13,69	17,2	19,40
2,4	2,49	7,4	8,20	12,4	13,91	17,4	19,63
2,6	2,72	7,6	8,43	12,6	14,14	17,6	19,86
2,8	2,94	7,8	8,66	12,8	14,37	17,8	20,09
3	3,17	8	8,89	13	14,60	18	20,31
3,2	3,40	8,2	9,12	13,2	14,83	18,2	20,54
3,4	3,63	8,4	9,34	13,4	15,06	18,4	20,77
3,6	3,86	8,6	9,57	13,6	15,29	18,6	21,00
3,8	4,09	8,8	9,80	13,8	15,51	18,8	21,23
4	4,32	9	10,03	14	15,74	19	21,46
4,2	4,54	9,2	10,26	14,2	15,97	19,2	21,69
4,4	4,77	9,4	10,49	14,4	16,20	19,4	21,91
4,6	5,00	9,6	10,72	14,6	16,43	19,6	22,14
4,8	5,23	9,8	10,94	14,8	16,66	19,8	22,37
5	5,46	10	11,17	15	16,89	20	22,60
5,2	5,69	10,2	11,40	15,2	17,11		

El humidómetro es un equipo de lectura rápida que consta de un manómetro análogo con lectura hasta 20%. Este equipo se utilizó como una alternativa mucho más rápida de conseguir la humedad de muestras de suelo de manera inmediata.



Figura 22. Procedimiento Humedómetro (Speedy).

Lo primero que se realizó con este equipo fue una curva de calibración que se obtuvo mediante el empleo del horno 110°C esto, con el fin de conocer el desfase que presenta el equipo con respecto al testigo, el cual debería proporcionar el dato más exacto. ver *Figura 23*.

Para realizar la curva de calibración primero se tomó una muestra de suelo secada previamente al horno con el fin de comenzar a adicionar humedad con respecto al peso de la muestra.

La cantidad de muestra a utilizar para cada uno de los ensayos es el que el fabricante del equipo determino.

La cantidad de carburo de calcio que es la sustancia que reacciona con el agua produciendo una presión dentro de la capsula y haciendo que el lector registre los datos, fue de 3 copas con la cuchara de muestra. Esta muestra se depositó en la tapa de la capsula.

Tabla 12.

Cuadro de humedades horno a 110°C vs humidómetro.

HORNO A 110°C	HUMEDÓMETRO	HORNO A 110°C	HUMEDÓMETRO
<i>Contenido de Humedad Norma ASTM D2216-71</i>	<i>Lectura corregida Norma INV E-150-13</i>	<i>Contenido de Humedad Norma ASTM D2216-71</i>	<i>Lectura corregida Norma INV E-150-13</i>
%	%	%	%
1,99	1,92	15,47	13,46
3,76	3,74	15,48	14,60
5,86	5,92	16,91	15,86
7,89	8,09	17,24	15,51
8,80	7,97	17,74	15,74
9,08	9,12	17,75	15,97
9,94	10,37	17,81	15,97
11,23	10,72	17,85	16,66
11,48	10,94	17,89	14,14
11,66	11,40	18,25	17,23
12,03	11,86	18,89	17,34
12,26	11,63	19,21	18,49
12,31	11,17	19,23	17,91
12,42	10,94	19,61	16,43
12,69	11,52	20,32	19,51

HORNO A 110°C	HUMEDÓMETRO	HORNO A 110°C	HUMEDÓMETRO
<i>Contenido de Humedad Norma ASTM D2216-71</i>	Lectura corregida Norma INV E-150-13	<i>Contenido de Humedad Norma ASTM D2216-71</i>	Lectura corregida Norma INV E-150-13
12,75	11,74	20,89	18,37
13,41	12,54	22,44	19,51
13,62	12,77	24,11	20,54
14,33	13,46	24,16	20,31
14,62	11,63	24,18	21,69
14,72	13,57	25,75	22,71
14,75	13,23	28,21	22,14
14,98	12,66	28,53	23,51
15,10	14,14	29,71	23,51
15,20	14,37	31,14	26,48

3.4.1.3. Determinación del contenido de humedad de los suelos usando el horno microondas

El uso del horno microondas como método para determinar la humedad es un método muy rápido que permite resultados confiables. Se tomaron muestras de suelos con diferente contenido de humedad para luego ser comparada con los métodos anteriormente mencionados. El horno microondas utilizado tiene las siguientes características: Potencia de 700W, 0,7 pies cúbicos, 10 niveles de potencia.



Figura 23. Horno microondas utilizado en el ensayo VMO-D07BL

Se registró el peso de las muestras húmedas con la gramera digital en total 50.

Lectura de humedades en el horno microondas

Tabla 13.

Lecturas de pesos y contenido de humedades con el horno microondas.

Lecturas de tiempos para el horno microondas						
Peso muestra húmeda gr	Ensayo 1 Peso muestra seca 1 2min	Ensayo 2 Peso muestra seca 2 2min	Ensayo 3 Peso muestra seca 3 2min	Ensayo 4 Peso muestra seca 4 2min	Contenido de Humedad %	Tiempo total de secado en minutos
15,47	15,34	15,21	15,18	15,17	1,98	8
14,56	14,42	14,15	14,06	14,04	3,70	8
13,87	13,64	13,17	13,11	13,11	5,80	8
11,2	10,56	10,4	10,38	10,38	7,90	8
11,4	11,11	10,65	10,46	10,47	8,88	8
17,72	17,22	16,57	16,25	16,25	9,05	8
16,84	16,33	15,68	15,43	15,33	9,85	8
11,83	11,14	10,84	10,65	10,65	11,08	8
21,2	19,45	19,06	18,98	18,99	11,64	8
10,77	10,08	9,78	9,63	9,64	11,72	8
8,23	8,02	7,64	7,35	7,35	11,97	8
11,95	11,45	10,76	10,66	10,66	12,10	8
11,25	10,86	10,09	9,95	10,01	12,39	8
14,26	14,11	12,75	12,74	12,7	12,28	8
14,97	14,18	13,75	13,25	13,27	12,81	8
6,82	6,35	6,15	6,05	6,04	12,91	8
13,45	13,08	12,95	11,86	11,85	13,50	8
12,98	12,19	11,68	11,46	11,44	13,46	8
13,66	13,14	12,29	11,89	11,93	14,50	8
5,04	4,89	4,51	4,41	4,39	14,81	8
5,56	5,42	5,01	4,87	4,85	14,64	8
10,68	10,36	9,88	9,36	9,32	14,59	8
12,7	12,01	11,54	11,08	11,05	14,93	8
11,23	10,86	10,11	9,75	9,75	15,18	8
18,71	16,34	16,18	16,15	16,22	15,35	8
16,85	16,14	15,26	14,65	14,62	15,25	8
12,56	12,08	11,58	10,86	10,86	15,65	8
6,24	6,11	5,78	5,37	5,34	16,85	8
18,61	17,52	16,37	15,82	15,85	17,41	8
15,52	14,36	13,8	13,23	13,21	17,49	8
15,41	14,66	14,09	13,12	13,11	17,54	8
17,72	16,85	15,36	15,14	15,07	17,58	8
15,57	15,03	14,68	13,21	13,21	17,87	8
11,25	10,89	10,05	9,58	9,56	17,68	8
17,86	17,09	16,55	15,06	15,07	18,51	8
11,61	11,26	10,44	9,74	9,76	18,95	8
12,33	11,86	11,11	10,39	10,36	19,02	8
9,36	9,11	7,95	7,85	7,85	19,24	8
21,42	18,26	17,87	17,83	17,88	19,80	8
17,94	17,18	15,56	14,97	14,94	20,08	8

Peso muestra húmeda gr	Ensayo 1 Peso muestra seca 1 2min	Ensayo 2 Peso muestra seca 2 2min	Ensayo 3 Peso muestra seca 3 2min	Ensayo 4 Peso muestra seca 4 2min	Contenido de Humedad %	Tiempo total de secado en minutos
14,88	13,87	13,11	12,35	12,32	20,78	8
13,6	11,65	11,2	11,12	11,12	22,30	8
17,7	14,7	14,47	14,25	14,25	24,21	8
11,68	11,19	10,25	9,37	9,39	24,39	8
13,75	13,12	11,43	11,05	11,05	24,43	8
11,73	10,89	9,76	9,36	9,35	25,45	8
18,35	17,55	15,36	14,25	14,27	28,59	8
11,23	10,86	9,38	8,74	8,74	28,49	8
13,71	11,39	10,72	10,6	10,6	29,34	8
16,25	15,36	13,84	12,33	12,35	31,58	8

3.4.2. Determinación de la densidad de un suelo, método de la parafina

El método de la parafina nos permite determinar la densidad del suelo en estado natural es un método muy eficiente y rápido para obtener datos confiables.

Con la muestra inalterada recolectada en cada uno de los apiques y de cada estrato se extrajo una probeta de suelo 1"x1"x1" pulg.

Se tomó una muestra de suelo para conocer su humedad utilizando el método numero 1 del manual de laboratorio esta muestra se llevó al horno durante 24 horas y se registraron los respectivos pesos.

La parafina se lleva en un molde metálico hasta el punto de fusión sin exceder una temperatura alta para evitar que la muestra al ser sumergida en la parafina no creara un choque térmico y redujera la humedad del suelo conllevando a resultados erróneos.

La probeta de suelo se sumerge el suelo de tal forma que se cubriera todo su volumen y se sellara toda la superficie del mismo, para mínimo dos capas de parafina garantizan que la muestra no pierda humedad durante el ensayo.

Una vez preparada la probeta de suelo con parafina se toma el peso tanto sumergido, como el peso de la muestra con parafina, habiendo antes tomado el peso de la muestra de suelo antes de parafinar.

Una vez tomado los datos en laboratorio se procede a calcular la densidad natural del suelo según las ecuaciones descritas en el numeral 2.2.5

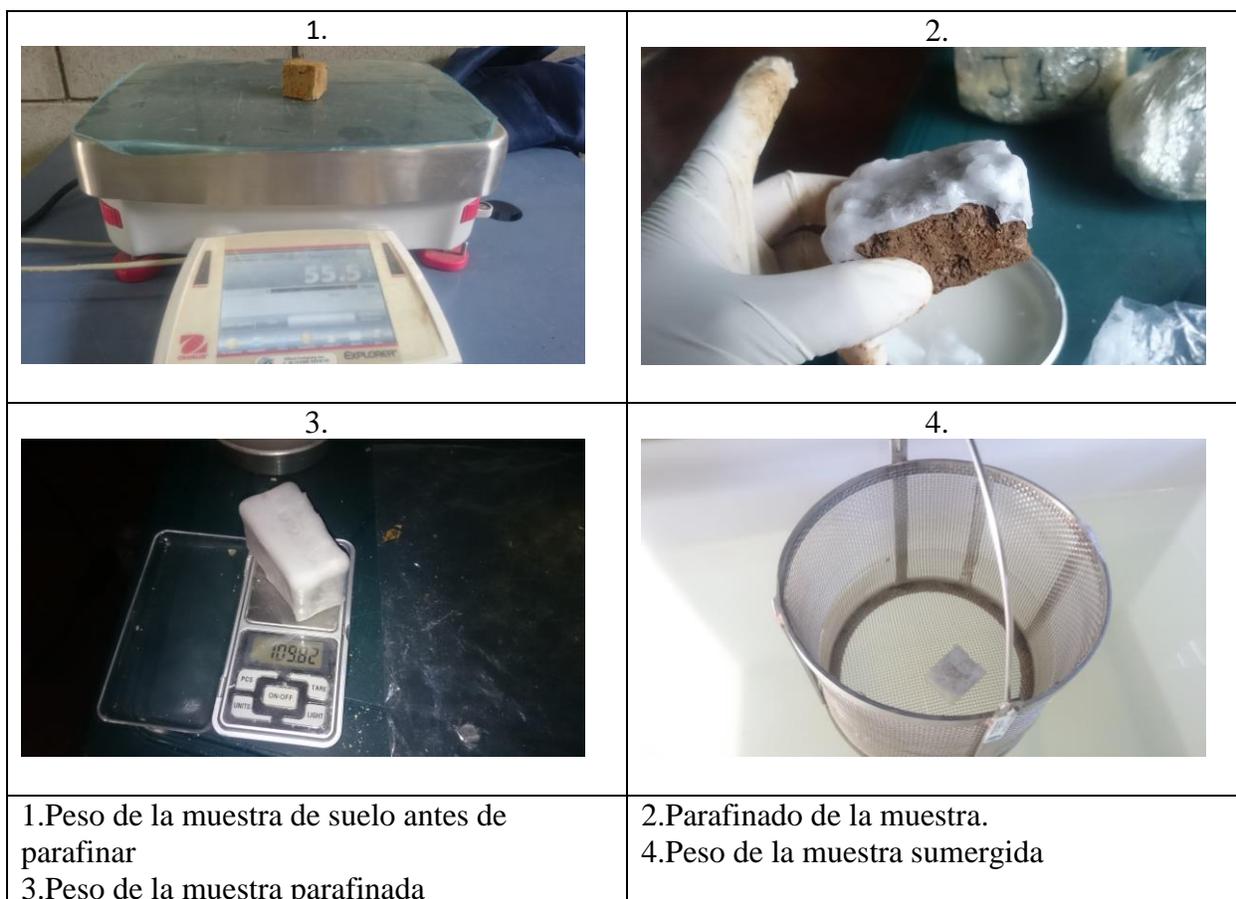


Figura 24. Proceso método de la parafina.

Este registró de cada uno de los pesos correspondientes de las tres zonas estudiadas y se analizaron en los formatos de laboratorio correspondientes anexos.

Tabla 14.

Densidades método de la parafina

SITIO	APIQUE N°	METODO DE LA PARAFINA		
		DENSIDAD APARENTE (Kn/m3)	DENSIDAD SECA (Kn/m3)	
Juan XXIII Parte alta	JV1	17,45	13,63	Ver anexo 2
	JV2	22,85	16,22	Ver anexo 10
	JV3	18,63	14,89	Ver anexo 18
	JV4	19,29	16,11	Ver anexo 26
	JV5	16,87	13,10	Ver anexo 34
	JV6	18,39	14,48	Ver anexo 42
	JV7	19,62	15,93	Ver anexo 50
	JV8.1	18,08	14,67	Ver anexo 58
	JV8.2	18,33	13,89	Ver anexo 66
	Valle del Espíritu Santo-Zulia	Z1	18,17	13,41
Z2.1		17,82	13,71	Ver anexo 83
Z2.2		18,54	15,11	Ver anexo 92
Z3.1		18,40	14,73	Ver anexo 101
Z3.2		18,83	15,18	Ver anexo 110
Z4		17,30	14,13	Ver anexo 119
Jurado	J1.1	15,75	11,05	Ver anexo 128
	J1.2	16,92	11,38	Ver anexo 137
	J2	15,33	13,53	Ver anexo 146
	J3	14,83	13,70	Ver anexo 155
	J4.1	18,18	16,53	Ver anexo 164
	J4.2	18,84	15,94	Ver anexo 173
	J5	17,64	12,80	Ver anexo 182

3.4.3. Granulometria

Se homogenizó cuidadosamente el total de la muestra en estado natural (desmenuzándola con un mazo), tratando de evitar romper sus partículas individuales, especialmente si se trataba de un material blando, piedra arenosa u otro similar.

Se redujo por cuarteo hasta obtener una submuestra de 1kg a la cual se le tomo el análisis granulométrico según la norma AASHTO T87-70 y AASHTO T88-70.

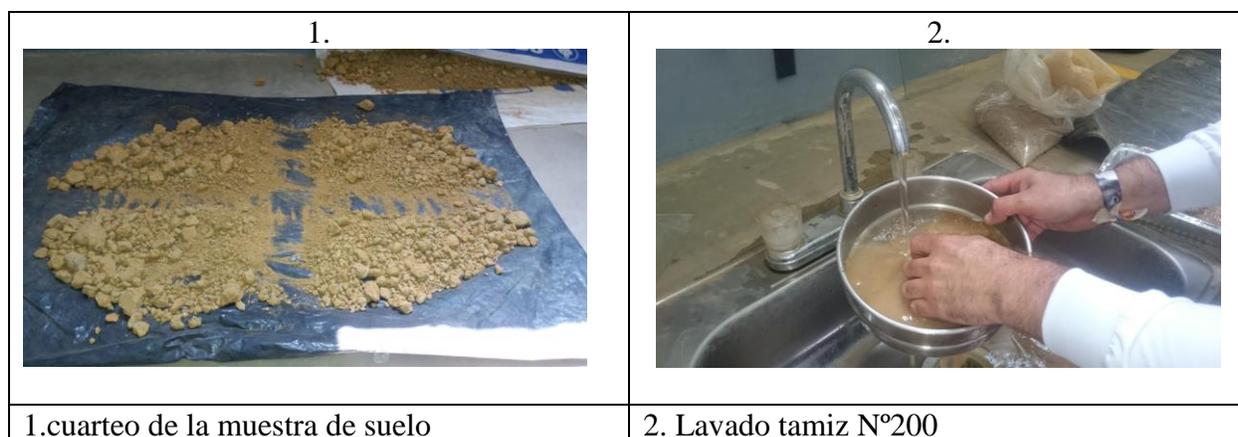


Figura 25. Cuarteo de la muestra y lavado tamiz N°200.

El lavado tamiz N° 200 se realiza para eliminar los finos del suelo. El lavado se realizó hasta que el agua saliente por la parte de abajo del tamiz saliera de color claro siendo el punto que indica que el lavado ha finalizado. Después de lavar las muestras se depositaron en un recipiente para llevarlo al horno durante 24 horas.

Después de tener las muestras secas se registró su peso y se realizó la diferencia del peso inicial antes del lavado y el peso después del lavado. El suelo que se pierde en el lavado equivale a los finos de la muestra estos se le sumaron al fondo en el análisis de datos. Al material sobrante del lavado y seco se le realizó la granulometría con la siguiente serie de tamices.

Se realizó el tamizado de forma mecánica mediante la tamizadora con ciclos de 5min cada tamizada. Después del tamizado se registró el peso retenido más el tamiz de cada muestra de suelo. Los resultados de los análisis se registraron y tabularon en el formato de laboratorio ver anexo correspondiente.

Tabla 15.
Anexos granulometrías de las zonas de estudio.

SITIO	APIQUE N°	
Juan XXIII Parte alta	JV1	Ver anexo 5
	JV2	Ver anexo 13
	JV3	Ver anexo 21
	JV4	Ver anexo 29
	JV5	Ver anexo 37
	JV6	Ver anexo 45
	JV7	Ver anexo 53
	JV8.1	Ver anexo 61
	JV8.2	Ver anexo 69
	Valle del Espíritu Santo- Zulia	Z1
Z2.1		Ver anexo 86
Z2.2		Ver anexo 95
Z3.1		Ver anexo 104
Z3.2		Ver anexo 113
Z4		Ver anexo 122
Jurado	J1.1	Ver anexo 131
	J1.2	Ver anexo 140
	J2	Ver anexo 149
	J3	Ver anexo 158
	J4.1	Ver anexo 167
	J4.2	Ver anexo 176
	J5	Ver anexo 185

3.4.4. Límites de Atterberg

Para el ensayo de límites de Atterberg se tomó para cada estrato 250gr de muestra pasada por el tamiz N° 40.

3.4.1.4. Limite liquido varios puntos de ensayo

Se calibró la cazuela de Casagrande antes de iniciar el ensayo verificando la altura de caída de 1cm y que cumpliera con todos los implementos como ranurador, calibrador, atomizador, espátula y recipientes para muestras de humedad.

Con la muestra ya tamizada se tomaron 250gr y se depositaron en un recipiente metálico adicionando humedad con el atomizar de forma moderada.

Los intervalos que se determinó a trabajar son de 30-40 golpes, 25-30 golpes, 20-25golpes,15-20golpes como se describe en el manual de laboratorio de Joseph E. Bowles ensayo número 3. Se inició determinando el rango más alto que era de 30-40 golpes adicionando humedad para ir bajando el número de golpes. Se colocó la muestra en la cazuela con la espátula o una cuchara de tal forma que quedara de uniforme y con un espesor de 10mm que es la altura de la punta del ranurador y así evitar que cuando se pasara, trajera consigo la muestra si tenía una altura superior.

Se pasó el ranurador el cual se introdujo en la muestra 10mm, y se realiza una división de la muestra de suelo en dos partes iguales. Comenzando a girar la manivela con giros constantes y llevando la cantidad de golpes necesarios para cerrar la ranura 12,7mm.



Figura 26. Proceso para determinar límite líquido.

Se tomó la porción donde se cerró la muestra y se llevó a uno de los recipientes, registrando su peso para luego llevarla al horno durante 24 horas y así determinar su humedad.

Este procedimiento se realizó con cada uno de los intervalos propuesto. Y con cada uno de los estratos de las zonas de estudio. Ver resultados en la tabla 16.

3.4.1.5. Limite liquido un punto

La determinación del limite liquido con un punto de ensayo es un metodo que permite obtener un dato con un menor tiempo y confiable. Se tomo un solo intervalo de analisis, que estuviera entre 20-30 golpes el cierre de la ranura de 12,7mm de acuerdo a la norma INV E 125-13.

Se inicio ensayo consiguiendo que el numero de golpes concordara con el rango establecido, se tomaron dos muestras verificando que en la segunda toma el numero de golpes no fuera superior en 2 al anterior si esto pasaba se debía remezclar la muestra y realizar el ensayo nuevamente. Se tomaron muestras para determinar el contenido de humedad.

Con las humedades y conociendo el numero de golpes se aplicó un factor de corrección el cual mayora o disminuye la humedad dependiendo del numero de golpes que se tuviera, si el numero de golpes es menor de 25 el factor disminuye la humedad aplicando un factor de corrección menor que 1, y si el numero de golpes es mayor que 25 el factor de corrección mayora la humedad con un factor multiplicador mayor a 1.

3.4.1.6. Limite plástico

Para determinar el limite plástico se tomó una porción de la muestra mezclada en el ensayo para limite líquido del intervalo es 20-30 golpes, se tomó en este rango ya que la muestra se encontraba en un punto intermedio entre los estados líquido y plástico. Se tomaron de 20gr a 30 gr de muestra y sobre una placa de vidrio se hacen cilindros con un diámetro de 3mm, si la muestra estaba muy húmeda y no se dejaba moldear con las manos o papel periódico se le

quitaba humedad hasta que esta se deje moldear, caso contrario si está muy seca se procede a agregar humedad con el rociador, teniendo cuidado de no humedecer demasiado la muestra.



Figura 27. Proceso para determinar límite plástico.

El límite plástico es el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro se rompe o se resquebraja cuando se enrolla a un diámetro de 3mm. Presentó grietas y fisuras Al doblar a 90°.

Se realizaron varios cilindros, registrando el peso y se llevaron al horno durante 24 horas después de esto se registró nuevamente el peso seco para determinar la humedad. Ver tabla 16

Los datos se registraron en el formato de laboratorio ver anexos.

Tabla 16.
Límites de Atterberg

SITIO	APIQUE Nº	LIMITE LIQUIDO VARIOS PUNTOS DE ENSAYO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	LIMITE LIQUIDO UN PUNTO %	
Juan XXIII Parte alta	JV1	31,50	25,23	32,66	Anexo 3-4
	JV2	31,00	19,21	32,25	Anexo 11-12
	JV3	40,60	23,09	40,34	Anexo 19-20
	JV4	31,10	21,07	30,34	Anexo 27-28
	JV5	37,90	26,30	38,20	Anexo 35-36
	JV6	35,20	24,62	35,00	Anexo 43-44
	JV7	35,80	24,99	35,76	Anexo 51-52
	JV8.1	39,50	25,70	40,77	Anexo 59-60
Valle del Espíritu Santo- Zulia	JV8.2	39,60	24,19	38,90	Anexo 67-68
	Z1	42,90	26,81	42,96	Anexo 75-76
	Z2.1	44,40	26,05	44,10	Anexo 84-85
	Z2.2	39,40	23,50	39,21	Anexo 93-94
	Z3.1	50,40	32,11	50,52	Anexo 102-103
	Z3.2	47,00	30,33	46,77	Anexo 111-112
	Z4	46,60	28,31	47,03	Anexo 120-121
	Jurado	J1.1	41,30	29,83	40,52
J1.2		27,00	24,22	27,96	Anexo 138-139
J2		26,10	23,91	27,46	Anexo 147-148
J3		24,23	21,19	24,46	Anexo 156-157
J4.1		23,40	21,17	22,93	Anexo 165-166
J4.2		24,20	21,80	24,06	Anexo 174-175
J5		53,80	34,15	54,27	Anexo 184

3.4.5. Clasificación USCS suelos

Conociendo los resultados de granulometría y límites de consistencia de cada uno de los estratos de suelo presente en cada una de las zonas de estudio se clasificó mediante el sistema de clasificación unificado USCS, cumpliendo con la *Figura 10*.

Tabla 17.
Clasificación de suelos por el sistema unificado de clasificación.

SITIO	APIQUE N°	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN USCS	
		SIMBOLO	TIPO DE SUELO
Juan XXIII Parte alta	JV1	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV2	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	JV3	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	JV4	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	JV5	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV6	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV7	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV8.1	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV8.2	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	Valle del Espíritu Santo-Zulia	Z1	ML
Z2.1		CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
Z2.2		CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
Z3.1		MH	Limos inorgánicos de alta plasticidad
Z3.2		ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
Z4		ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
Jurado		J1.1	SM
	J1.2	SM	Arenas limosas
	J2	SM	Arenas limosas
	J3	SM	Arenas limosas
	J4.1	SM	Arenas limosas
	J4.2	SM	Arenas limosas
	J5	MH	Limos inorgánicos de alta plasticidad

3.4.6. Compactación

Una vez determinada la granulometría de los suelos para cada uno de los estratos de suelo se determinó que método utilizar tanto para Proctor estándar como Proctor modificado de acuerdo a la tabla 3 y tabla 4. En los siguientes cuadros se resume cada uno de los métodos y las condiciones que debían cumplir.

5.4.6.1. Proctor estándar

Todos los estratos tanto de Juan XXIII parte alta, Valle del Espíritu Santo y Jurado cumplieron con el método A, ya que las granulometrías cumplieron la condición de que menos del 20% del material fue retenido en el tamiz N° 4.

Tabla 18.

Cuadro de los porcentajes retenidos en el tamiz N° 4

SITIO	APIQUE	%RETENIDO TAMIZ		METODO A
	N°	N°4		
JXXIII Parte alta	JV1	1,28	< 20	Cumple
	JV2	0,38	< 20	Cumple
	JV3	0,2	< 20	Cumple
	JV4	1,36	< 20	Cumple
	JV5	1,08	< 20	Cumple
	JV6	0,16	< 20	Cumple
	JV7	1,7	< 20	Cumple
	JV8.1	1,12	< 20	Cumple
Valle del Espíritu Santo- Zulia	JV8.2	0,18	< 20	Cumple
	Z1	0,67	< 20	Cumple
	Z2.1	0,63	< 20	Cumple
	Z2.2	0,3	< 20	Cumple
	Z3.1	0,34	< 20	Cumple
	Z3.2	2,62	< 20	Cumple
Jurado	Z4	0,92	< 20	Cumple
	J1.1	4,32	< 20	Cumple
	J1.2	2,97	< 20	Cumple
	J2	0,06	< 20	Cumple
	J3	0,56	< 20	Cumple
	J4.1	2,41	< 20	Cumple
	J4.2	3,79	< 20	Cumple
	J5	0,47	< 20	Cumple



Figura 28. Procedimiento ensayo de Proctor.

Se adicionó humedad en incrementos de 2% en 2% a la muestra de suelo con respecto a su peso para la primera muestra corresponde el 2% de 3 kg es decir 60ml de agua. Se homogenizó la muestra y se inició el proceso de compactación. Finalizada las 3 capas de 25 golpes para un total de 75 golpes aplicado a la muestra de suelo y una energía de compactación de 591.3 Kn-m/m³, se ensasó la muestra de acuerdo a la norma AASHTO T99-70.

Tabla 19.
Resultados de los ensayos de Proctor estándar.

SITIO	APIQUE N°	
Juan XXIII Parte alta	JV1	Anexo 6
	JV2	Anexo 14
	JV3	Anexo 22
	JV4	Anexo 30
	JV5	Anexo 38
	JV6	Anexo 46
	JV7	Anexo 54
	JV8.1	Anexo 62
Valle del Espíritu Santo- Zulia	JV8.2	Anexo 70
	Z1	Anexo 78
	Z2.1	Anexo 87
	Z2.2	Anexo 96
	Z3.1	Anexo 105
	Z3.2	Anexo 114
Jurado	Z4	Anexo 123
	J1.1	Anexo 132
	J1.2	Anexo 141
	J2	Anexo 150
	J3	Anexo 159
	J4.1	Anexo 168
	J4.2	Anexo 177
	J5	Anexo 186

5.4.6.2. Proctor modificado

Para el ensayo de Proctor modificado y realizando el mismo procedimiento descrito anteriormente se seleccionó el método de acuerdo a la granulometría de las muestras, para este ensayo se seleccionó el método A ya que todos los estratos de suelo cumplieron con la condición ver tabla 9 basado en la norma AASTHO T180-70.

Se utilizó material para el ensayo pasa tamiz N°4 en total 3kg y se hicieron adiciones de humedad de 2% con respecto al peso. Se homogenizó bien la mezcla. Se inició el proceso de

compactación de Proctor modificado con 5 capas, 25 golpes por capa para un total de 125 golpes para compactar la muestra de suelo con una energía de compactación de 2696 Kn-m/m³.



Figura 29. Compactación Proctor modificado 5 capas, 25 golpes por capa y molde de 4".

Se registró el peso del molde más muestra y se tomaron dos muestras de humedad de la parte superior e inferior llevándolas al horno durante 24 horas. Ver anexos resultados y ensayo de compactación.

Tabla 20.

Resultados de los ensayos de Proctor modificado

SITIO	APIQUE N°	
Juan XXIII Parte alta	JV1	Anexo 7
	JV2	Anexo 15
	JV3	Anexo 23
	JV4	Anexo 31
	JV5	Anexo 39
	JV6	Anexo 47
	JV7	Anexo 55
	JV8.1	Anexo 63
Valle del Espíritu Santo- Zulia	JV8.2	Anexo 71
	Z1	Anexo 79
	Z2.1	Anexo 88
	Z2.2	Anexo 97
	Z3.1	Anexo 106
	Z3.2	Anexo 115
	Z4	Anexo 124

	J1.1	Anexo 133
	J1.2	Anexo 142
	J2	Anexo 151
Jurado	J3	Anexo 160
	J4.1	Anexo 169
	J4.2	Anexo 178
	J5	Anexo 187

5.4.6.3. Pruebas de compactación adicional

Se realizaron pruebas adicionales de compactación utilizando el molde de 6 pulgadas con el fin de analizar el contenido de humedad óptimo y los gamas secos máximos γd_{max} estos ensayos no aplican para ninguno de los métodos establecidos por la normatividad para esto se utilizó el molde de 6 pulgadas variando el número de capas para la primera muestras de la zona de Valle del Espíritu Santo se utilizaron 5 capas y para la zona de Jurado 3 capas y con el martillo de Proctor modificado para una energía de compactación de $1197.4 \text{ kN} \frac{\text{m}}{\text{m}^3}$.

Los datos de laboratorio colectados se registraron en el formato de compactación.

Tabla 21.

Resultados ensayos de compactación adicional

SITIO	APIQUE N°	
Valle del Espíritu Santo- Zulia	Z1	Ver anexo 80
	Z2.1	Ver anexo 89
	Z2.2	Ver anexo 98
	Z3.1	Ver anexo 107
	Z3.2	Ver anexo 116
	Z4	Ver anexo 125
	J1.1	Ver anexo 134
	J1.2	Ver anexo 143
Jurado	J2	Ver anexo 152
	J3	Ver anexo 161
	J4.1	Ver anexo 170
	J4.2	Ver anexo 179
	J5	Ver anexo 188

4. Análisis y resultados

4.1. Ensayos de laboratorio

Finalizada las excavaciones y siguiendo lo establecido en la ASTM D420-69 para recolección de muestras inalteradas y alteradas se extrajo la cantidad suficiente de material para realizar los respectivos ensayos de laboratorio. Los ensayos se realizaron usando las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad de Pamplona.

Se realizaron ensayos de laboratorio a cada uno de los estratos que se presentaron durante la exploración geotécnica para determinar las propiedades mecánicas y físicas, para esto se analizaron muestras inalteradas y alteradas.

A continuación, se detalla cada uno de los laboratorios realizados y el total de ellos.

Tabla 22.
Ensayos realizados.

ENSAYO	TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICADA	TOTAL, ENSAYOS
Contenido de humedad (Estratos)	Inalterada	ASTM D2216-71	22
Densidad método de la parafina	Inalterada	-	22
Granulometría	Alterada	ASTM D421-58 Y D422-63	22
Límites de Atterberg	Alterada	ASTM 423-66 Y D424-59	22
Limite líquido a partir de un solo punto	Alterada	INV E-125-13	22
Compactación estándar	Alterada	ASTM D698-70	22
Compactación modificada	Alterada	ASTM D 1557-70	22
Compactación comparativa	Alterada	-	13
Contenido humedad horno a 110°C	Alterada	ASTM D2216-71	50
Contenido humedad Humedómetro	Alterada	INV E-150-13	50
Contenido humedad horno microondas	Alterada	INV E-135-13	50
Total, ensayos de laboratorio			317

En total se realizaron 317 ensayos de laboratorio para las 3 zonas de estudio.

Tabla 23.
Coordenadas y alturas de los apiques realizados

SITIO	APIQUE N°	COORDENADAS		
		LATITUD	LONGITUD	ALTURA (msnm)
Juan XXIII Parte alta	JV1	7,38872	-72,647719	2443
	JV2	7,388401	-72,647781	2430
	JV3	7,388299	-72,647366	2435
	JV4	7,387908	-72,64744	2424
	JV5	7,388602	-72,64733	2448
	JV6	7,388099	-72,647839	2417
	JV7	7,387737	-72,647744	2410
	JV8.1	7,389052	-72,647793	2452
	JV8.2	7,389052	-72,647793	2452
	Valle del Espíritu Santo-Zulia	Z1	7,365129	-72,66318
Z2.1		7,364761	-72,662883	2409
Z2.2		7,364761	-72,662883	2409
Z3.1		7,364558	-72,662798	2400
Z3.2		7,364558	-72,662798	2400
Z4		7,364565	-72,663084	2405
Jurado	J1.1	7,374898	-72,657165	2412
	J1.2	7,374898	-72,657165	2412
	J2	7,374282	-72,657256	2401
	J3	7,373825	-72,657434	2403
	J4.1	7,373645	-72,656856	2385
	J4.2	7,373645	-72,656856	2385
	J5	7,373883	-72,656454	2374

La zona de Juan XXIII Parte alta presenta alturas sobre el nivel del mar que van desde los 2410 msnm hasta los 2452 msnm con una diferencia de alturas desde la zona más alta hasta la más baja de 42 m, Valle del Espíritu Santo está en la zona más alta a 2420 msnm y el apique de la zona más baja a 2400 msnm presentando una diferencia de cotas de 20m, el apique de Jurado más alto está a 2412 msnm y la parte más baja a 2374 msnm con una diferencia de alturas de 38m.

4.2. Ensayo de contenido de humedad

La siguiente tabla muestra los porcentajes de humedad de cada uno de los apiques realizados en la zona de Juan XXIII Parte alta.

Tabla 24.

Contenido de humedad Juan XXIII Parte alta

SITIO	APIQUE N°	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Juan XXIII Parte alta	JV1	28,1
	JV2	40,9
	JV3	25,1
	JV4	19,8
	JV5	28,8
	JV6	27,0
	JV7	23,2
	JV8.1	23,3
	JV8.2	32,0

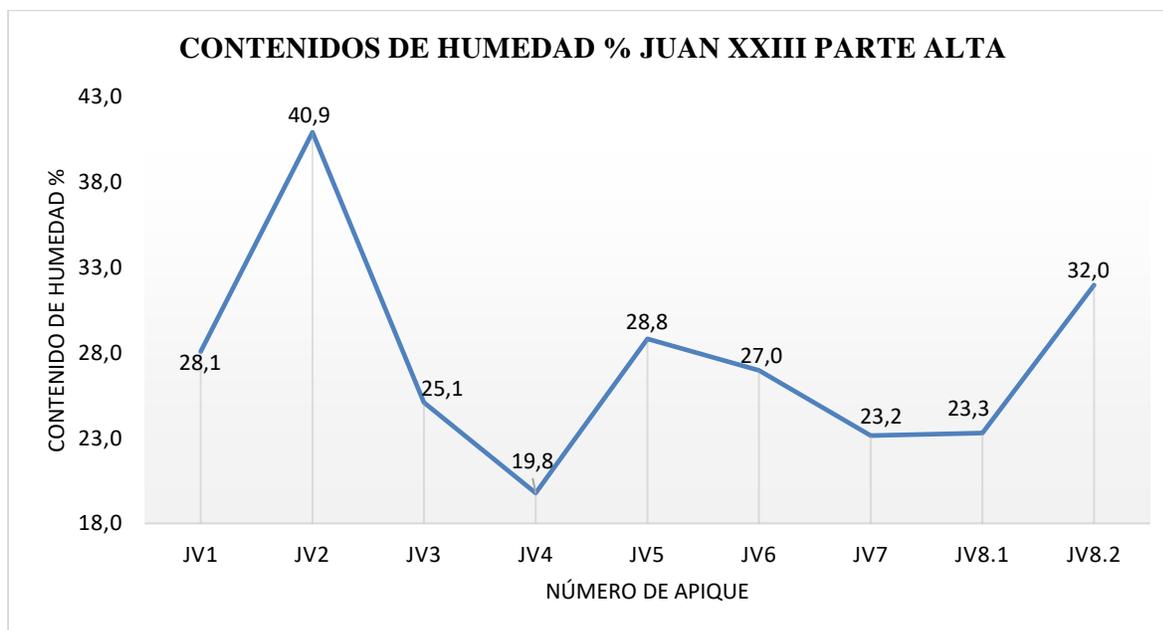


Figura 30. Variación de los contenidos de humedad de la zona de Juan XXIII Parte alta.

Los contenidos de humedad de la zona de Juan XXIII Parte alta presentan en el apique JV2 su mayor valor con 40.9% debido a una altura sobre el nivel de mar de 2430 este apique presento nivel freático a 1.50m y un mínimo en el apique JV4 con 19.8% a una altura de 2424 metros sobre el nivel del mar. Para la zona del Valle del Espíritu Santo del Zulia se presentaron las siguientes humedades.

Tabla 25.

Contenido de humedad Valle del Espíritu Santo.

SITIO	APIQUE N°	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Valle del Espíritu Santo- Zulia	Z1	35,5
	Z2.1	30,1
	Z2.2	22,7
	Z3.1	24,9
	Z3.2	24,0
	Z4	22,5

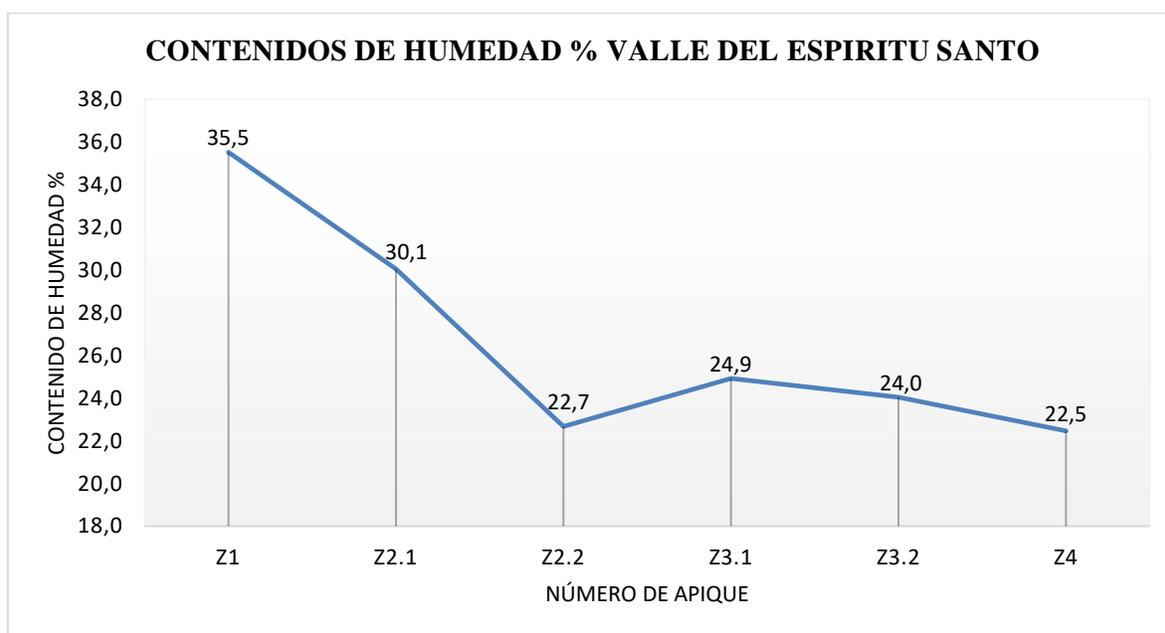


Figura 31. Variación de los contenidos de humedad de la zona de Valle del Espíritu Santo.

Las humedades en Valle del Espíritu Santo se presentan humedades de forma decreciente desde la parte más alta del apique Z1 a 2420 msnm con una humedad de 35.5% hasta la parte más baja del apique Z4 a 2400 msnm con una humedad de 22.5%.

Para la zona de Jurado se obtuvieron las siguientes humedades

Tabla 26.

Contenido de humedad Jurado.

SITIO	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	APIQUE N°	(%)
Jurado	J1.1	42,5
	J1.2	48,7
	J2	13,3
	J3	8,2
	J4.1	10,0
	J4.2	18,2
	J5	37,8

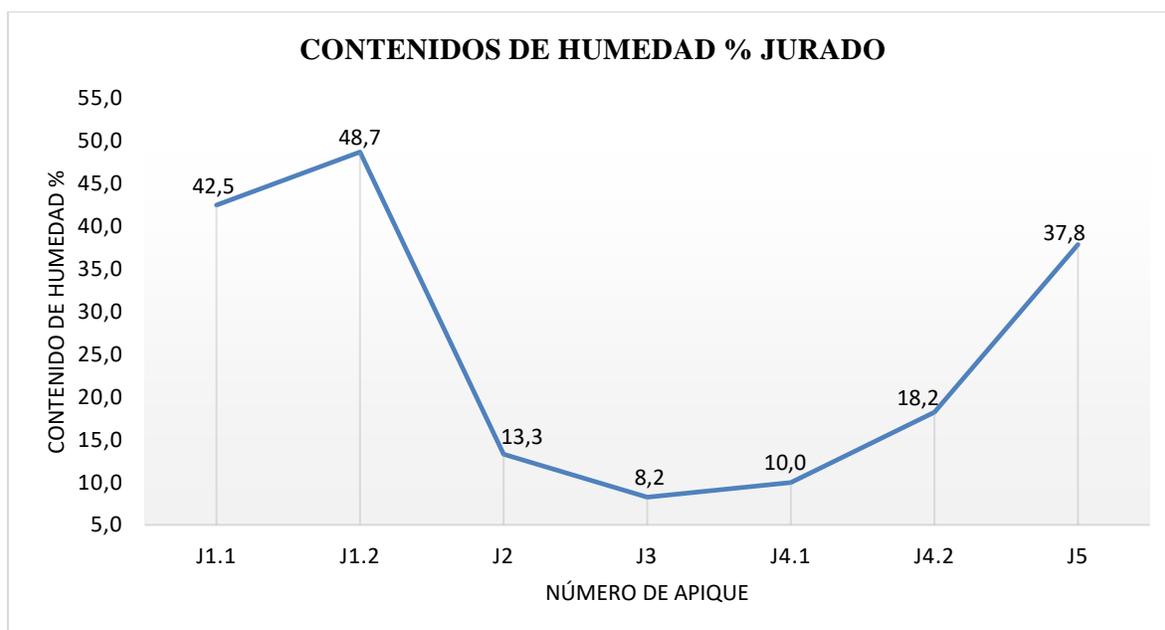


Figura 32. Variación de los contenidos de humedad de la zona de Jurado.

Las humedades más altas se presentaron en la zona con alturas 2412 msnm correspondiente al apique J1.1 estrato 1 y J1.2 estrato 2 con humedades de 42.5% y 48.7%, y presentando humedades más bajas en los apiques J3 con 8.2% y J4.1 estrato 1 con 10%.

4.2.1. Métodos alternativos de determinación del contenido de humedad

La humedad es un dato muy importante que debe ser un valor determinado de forma exacta, esta exactitud la proporciona el horno durante 24 horas a 110°C.

Se compararon dos métodos alternativos para determinar la humedad que permita disminuir tiempos a la hora de conocer un resultado, el primero el método con carburo de calcio Speedy y el segundo mediante horno microondas colocando muestras de suelo durante tiempos determinados para registrar el peso de la muestra, después de varias pruebas se determinó que el tiempo adecuado era de 2 min ya que si se manejan tiempos más altos las muestras podrían estallarse debido a la composición mineralógica que estas presentaban. Después de pesadas se llevaron al horno durante 2 minutos y se registró su peso nuevamente. Este proceso se repitió hasta que los pesos se mantuvieron constantes es decir que no disminuyera. Para el ensayo se determinó que al realizar 4 ciclos de 2min los pesos permanecían constantes. Es decir que con 8 minutos en el horno microondas ya se obtiene un dato. Se tomaron 50 humedades con cada método y se determinó la humedad y el porcentaje de error que arrojó cada método alternativo. Los ensayos realizados se hicieron a diferentes tipos de suelos con humedades variantes.

Tabla 27.

Cuadro comparativo de humedades mediante el Speedy y horno microondas

HORNO A 110°C	HUMEDOMETRO		HORNO MICROONDAS	
<i>Contenido de Humedad Norma ASTM D2216-71</i>	<i>Lectura corregida Norma INV E 150-13</i>	<i>% Error Speedy vs Horno 110 °C</i>	<i>Contenido de Humedad Norma INV E 135-13</i>	<i>% Error Microondas vs Horno 110 °C</i>
%	%	%	%	%
1,99	1,92	3,55	1,98	0,47
3,76	3,74	0,29	3,70	1,38
5,86	5,92	0,88	5,80	1,15
7,89	8,09	2,50	7,90	0,13
8,80	7,97	9,45	8,88	0,89
9,08	9,12	0,36	9,05	0,40
9,94	10,37	4,37	9,85	0,88
11,23	10,72	4,57	11,08	1,33
11,48	10,94	4,71	11,64	1,34
11,66	11,40	2,20	11,72	0,55
12,03	11,86	1,41	11,97	0,45
12,26	11,63	5,14	12,10	1,29
12,31	11,17	9,23	12,39	0,65
12,42	10,94	11,87	12,28	1,08
12,69	11,52	9,26	12,81	0,96
12,75	11,74	7,87	12,91	1,31
13,41	12,54	6,43	13,50	0,72
13,62	12,77	6,23	13,46	1,16
14,33	13,46	6,06	14,50	1,22
14,62	11,63	20,44	14,81	1,29
14,72	13,57	7,78	14,64	0,52
14,75	13,23	10,32	14,59	1,08
14,98	12,66	15,51	14,93	0,33
15,10	14,14	6,34	15,18	0,52
15,20	14,37	5,46	15,35	0,99
15,47	13,46	12,99	15,25	1,38
15,48	14,60	5,66	15,65	1,15
16,91	15,86	6,24	16,85	0,34
17,24	15,51	10,01	17,41	1,00
17,74	15,74	11,26	17,49	1,43
17,75	15,97	10,00	17,54	1,15
17,81	15,97	10,30	17,58	1,24
17,85	16,66	6,66	17,87	0,11
17,89	14,14	20,95	17,68	1,20

18,25	17,23	5,61	18,51	1,43
18,89	17,34	8,20	18,95	0,33
19,21	18,49	3,77	19,02	1,02
19,23	17,91	6,85	19,24	0,03
19,61	16,43	16,24	19,80	0,95
20,32	19,51	3,98	20,08	1,19
20,89	18,37	12,08	20,78	0,55
22,44	19,51	13,02	22,30	0,59
24,11	20,54	14,78	24,21	0,43
24,16	20,31	15,91	24,39	0,96
24,18	21,69	10,33	24,43	1,04
25,75	22,71	11,78	25,45	1,13
28,21	22,14	21,52	28,59	1,34
28,53	23,51	17,57	28,49	0,13
29,71	23,51	20,85	29,34	1,24
31,14	26,48	14,94	31,58	1,42

El horno a 110°C durante 24 horas da la mayor confiabilidad con respecto a este dato se compararon tanto el método del Speedy como el del horno microondas.

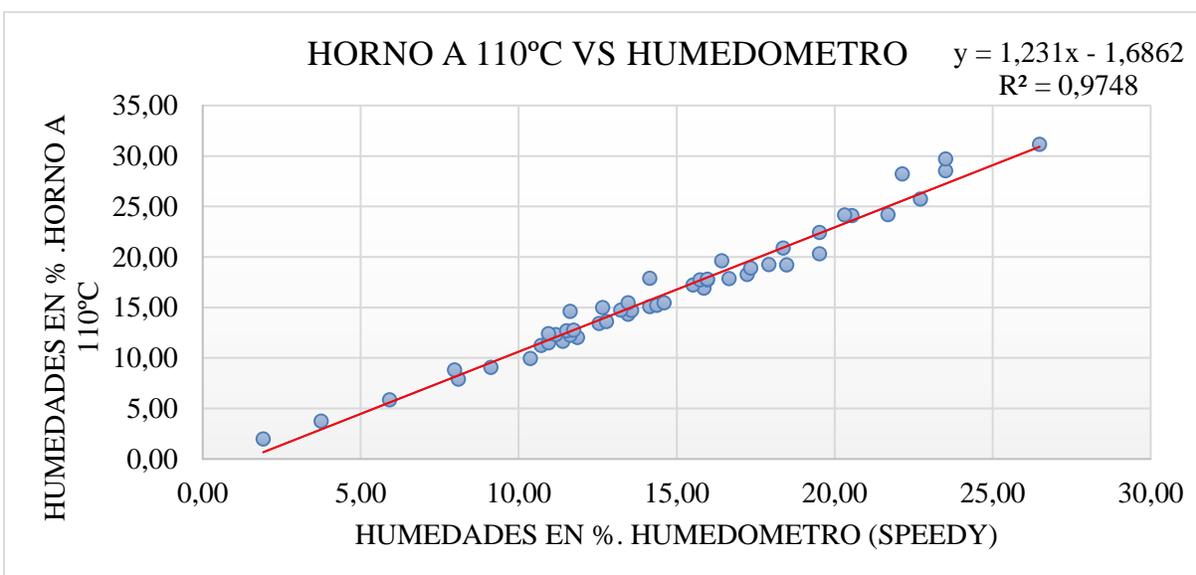


Figura 33. Tendencia que presenta el método del horno a 110 °C respecto al método del humidómetro (Speedy).

Al utilizar el humidómetro Speedy para determinar contenidos de humedad se observa gráficamente que el equipo funciona con resultados confiables a humedades bajas y a medida que las humedades van aumentando los puntos se van alejando más de la línea de tendencia aumentando el error. Presentando un error máximo de 21,52% en humedades superiores a 20% y un valor de error min de 0.29% en humedades bajas.

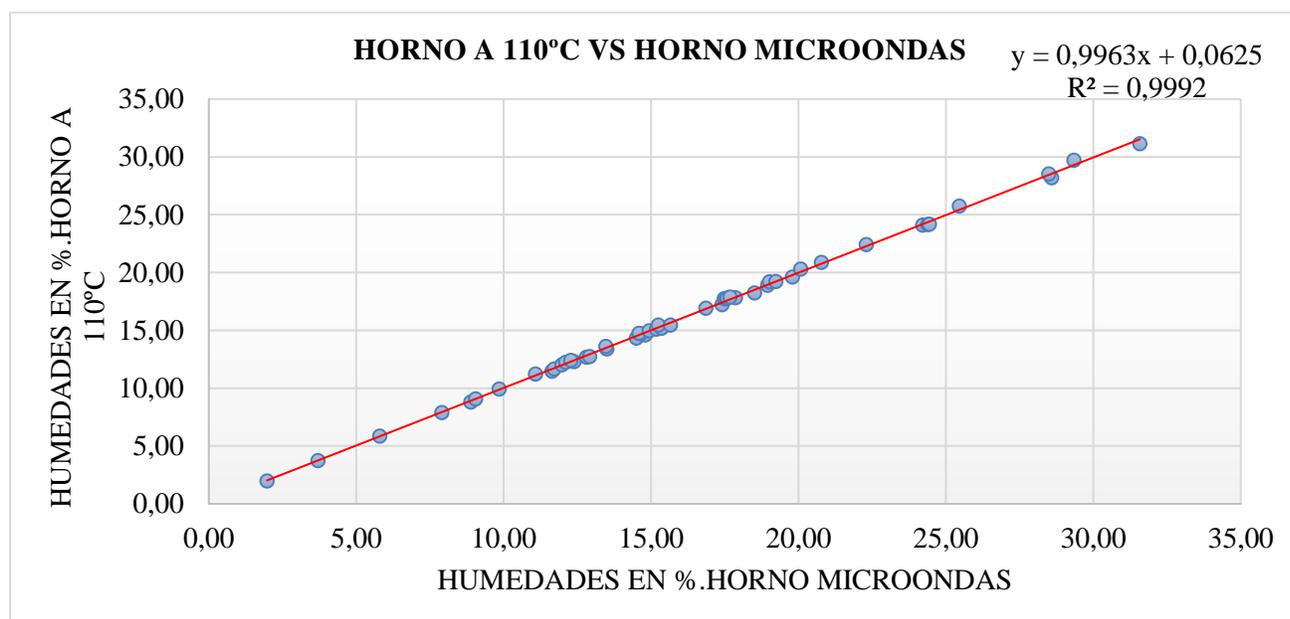


Figura 34. Tendencia que presenta el método del horno a 110 °C respecto al método del horno microondas.

El horno microondas con 700W de potencia proporciona datos muy cercanos comparados con el horno a 110°C con error máximo de 1,43% y mínimo de 0,03% es un método confiable, los datos presentan una confiabilidad del 99,9% y gráficamente se observa como los puntos están cercanos a la línea de tendencia.

4.3. Ensayo de granulometría

A cada una de las granulometrías se le realizó lavado tamiz N°200 para determinar la el porcentaje de finos presente en cada uno de los suelos.

Tabla 28.

Granulometría de todas las zonas de estudio

SITIO	APIQUE N°	% GRAVAS	%ARENAS	%FINOS
Juan XXIII Parte alta	JV1	1,28	25,42	73,30
	JV2	0,54	41,92	57,54
	JV3	0,20	25,56	74,24
	JV4	1,54	45,00	53,46
	JV5	1,18	47,62	51,20
	JV6	0,16	40,16	59,68
	JV7	2,22	43,86	53,92
	JV8.1	2,26	38,14	59,60
	JV8.2	0,18	32,90	66,92
	Valle del Espíritu Santo-Zulia	Z1	0,67	13,64
Z2.1		0,63	27,00	72,37
Z2.2		0,30	27,95	71,75
Z3.1		0,34	18,82	80,84
Z3.2		3,49	20,24	76,27
Z4		0,92	31,44	67,64
Jurado	J1.1	5,49	50,96	43,55
	J1.2	4,04	52,32	43,64
	J2	0,06	61,14	38,80
	J3	1,12	66,54	32,35
	J4.1	4,94	68,79	26,27
	J4.2	6,36	61,12	32,52
	J5	0,80	34,20	65,00

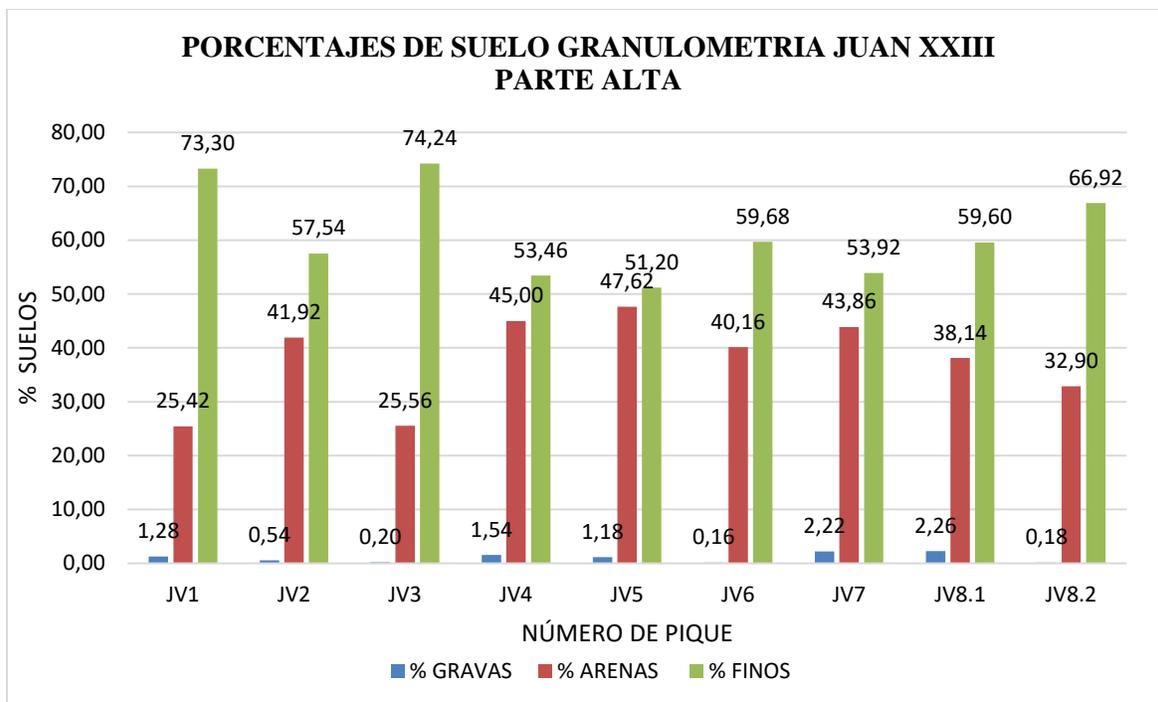


Figura 35. Granulometrías Juan XXIII Parte alta.

Juan XXIII Parte alta se presentaron en un 100% suelos finos ya que más del 50% de la muestra se perdió en el lavado con porcentajes de finos que van desde 51,20% hasta 74,24%, con arenas con porcentajes menores entre 25,42% y 47,62% y gravas con porcentajes pequeños menores a 2,26%.

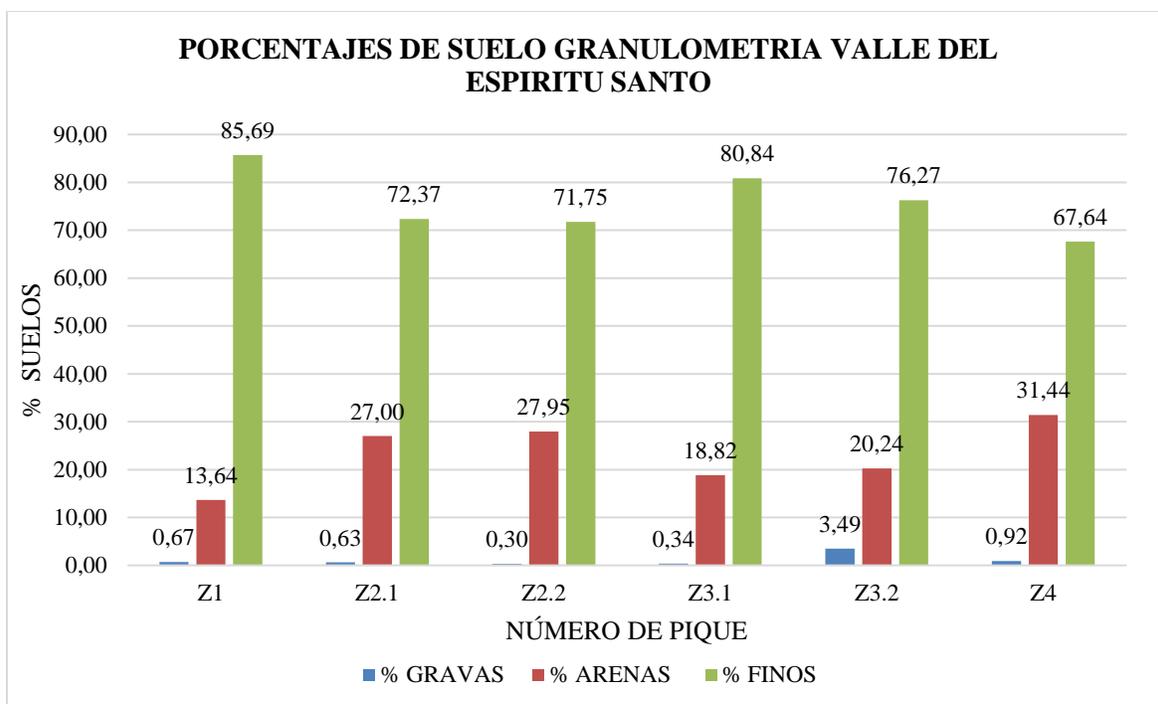


Figura 36. Granulometrías Valle del Espíritu Santo.

Valle del Espíritu Santo presento suelos finos en un 100% de las exploraciones realizadas con porcentajes de gravas menores al 3,49%, arenas con porcentajes menores a 31,44% y finos con los mayores porcentajes que van desde 67,64% en el apique Z4 hasta el 85,69% en el apique Z1.

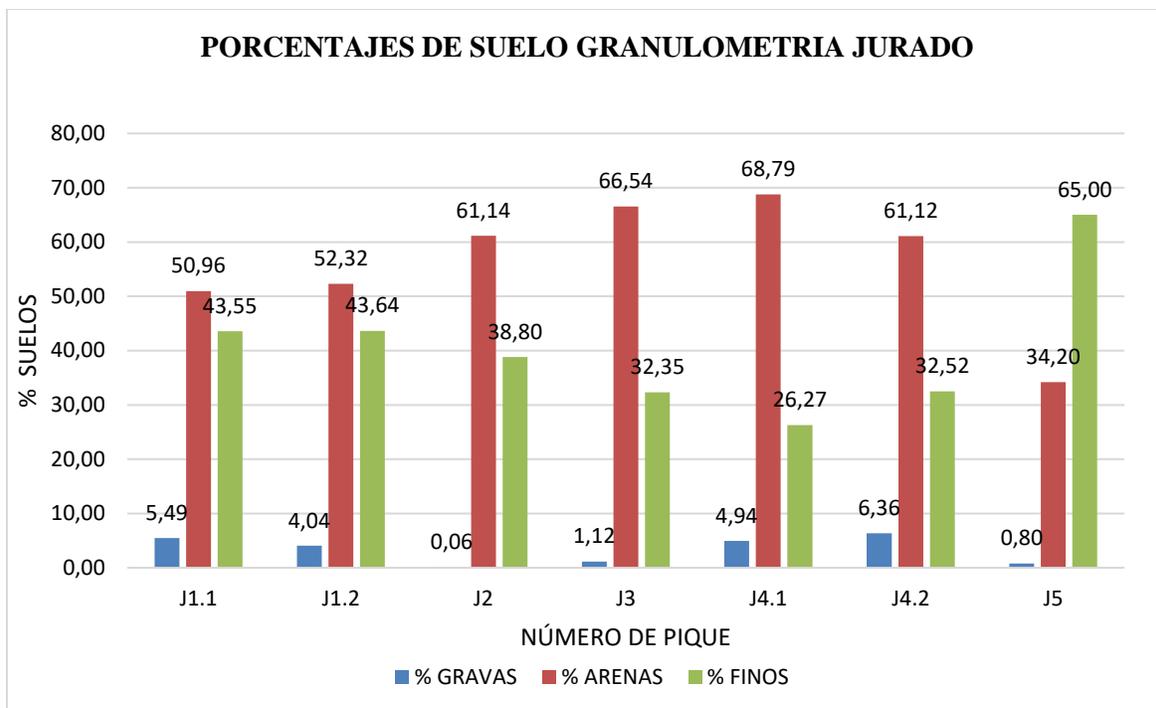


Figura 37. Granulometrías Jurado.

En Jurado se presentó una variación en el tipo de suelos donde el 85,71% de las exploraciones fueron suelos gruesos donde más del 50% del material fue retenido en el tamiz N° 200 y un 14,29% fueron suelos finos.

Los porcentajes más altos lo tienen las arenas en los apiques J1.1, J1.2, J2, J3, J4.1 y J4.2 con porcentajes de arenas entre 50,96% hasta 68,79% y solo el apique J5 presento que es un suelo fino con un 65%.

4.4. Ensayo de límites de Atterberg

Tabla 29.

Límites de Atterberg de las exploraciones realizadas

SITIO	APIQUE N°	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	GRADO DE PLASTICIDAD
Juan XXIII Parte alta	JV1	31,50	25,23	6,27	Baja plasticidad
	JV2	31,00	19,21	11,79	Mediana plasticidad
	JV3	40,60	23,09	17,51	Mediana plasticidad
	JV4	31,10	21,07	10,03	Mediana plasticidad
	JV5	37,90	26,30	11,60	Mediana plasticidad
	JV6	35,20	24,62	10,58	Mediana plasticidad
	JV7	35,80	24,99	10,81	Mediana plasticidad
	JV8.1	39,50	25,70	13,80	Mediana plasticidad
	JV8.2	39,60	24,19	15,41	Mediana plasticidad
	Valle del Espíritu Santo-Zulia	Z1	42,90	26,81	16,09
Z2.1		44,40	26,05	18,35	Mediana plasticidad
Z2.2		39,40	23,50	15,90	Mediana plasticidad
Z3.1		50,40	32,11	18,29	Mediana plasticidad
Z3.2		47,00	30,33	16,67	Mediana plasticidad
Z4		46,60	28,31	18,29	Mediana plasticidad
Jurado	J1.1	41,30	29,83	11,47	Mediana plasticidad
	J1.2	27,00	24,22	2,78	Ligeramente plástico
	J2	26,10	23,91	2,19	Ligeramente plástico
	J3	24,23	21,19	3,04	Ligeramente plástico
	J4.1	23,40	21,17	2,23	Ligeramente plástico
	J4.2	24,20	21,80	2,40	Ligeramente plástico
	J5	53,80	34,15	19,65	Mediana plasticidad

Los límites de Atterberg no solo indican el tipo de fino contenido en una muestra de suelo cualquiera, sino también se clasifica según su grado de plasticidad, (CRESPO

VILLALAZ,2008) sugiere la siguiente clasificación.

Tabla 30.
Grado de plasticidad del suelo

IP	DESCRIPCIÓN
0	No plástico
1 -- 5	Ligeramente plástico
5 -- 10	Baja plasticidad
10 -- 20	Mediana plasticidad
20 -- 40	Alta plasticidad
> 40	Muy alta plasticidad

Fuente: Crespo villalaz,2008

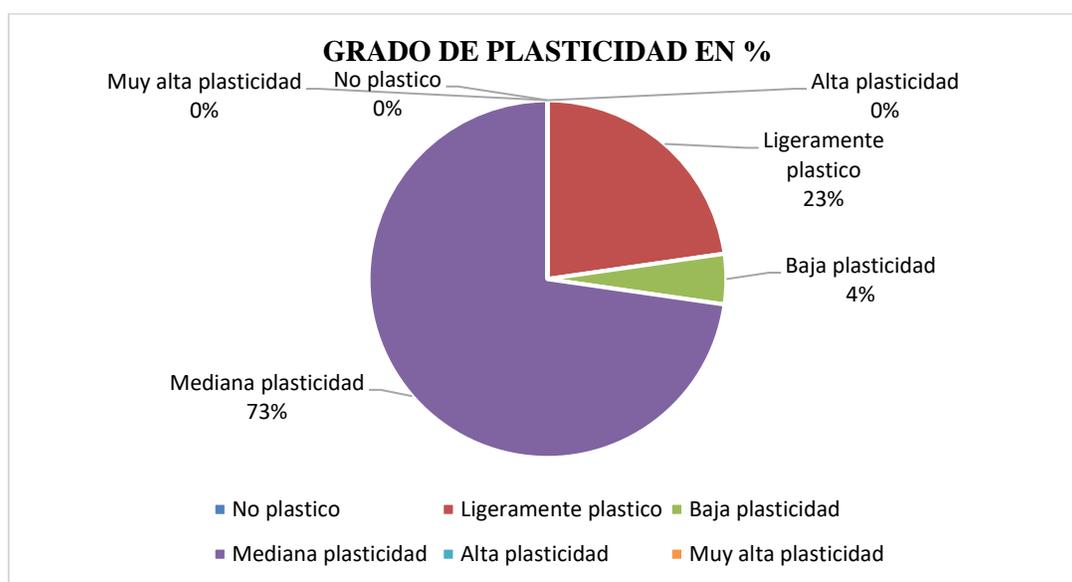


Figura 38. Porcentaje del grado de plasticidad de los suelos de estudio. .

De los 22 estratos analizados el 73% corresponden a suelos de mediana plasticidad cuyo índice de plasticidad esta entre 10% - 20%, le siguen los suelos ligeramente plásticos con un 23% de las muestras con índice de plasticidad 1% - 5% y finalmente con un 4% suelos de baja plasticidad con índice entre 5% - 10%. No se presentaron suelos en ninguno de los sitios de estudio con muy alta plasticidad, alta plasticidad y no plásticos con porcentajes de 0%.

4.4.1. Método alternativo de determinar el límite líquido con un punto.

Este método permite determinar el límite líquido obteniendo un punto que se encuentre entre 20 y 30 golpes que permita el cierre de la ranura en 12.7mm y con un factor de corrección que me mayora o disminuye la humedad tendremos el resultado. Este método se comparó con el método de varios puntos de ensayo. Ver tabla 31

Tabla 31.
Comparativo límite líquido

SITIO	APIQUE N°	LIMITE LIQUIDO VARIOS PUNTOS DE ENSAYO (%)	LIMITE LIQUIDO UN PUNTO %	% ERROR VARIOS PUNTO DE ENSAYO Y UN PUNTO
Juan XXIII Parte alta	JV1	31,50	31,78	0,89
	JV2	31,00	31,28	0,92
	JV3	40,60	40,34	0,64
	JV4	31,10	31,03	0,22
	JV5	37,90	38,20	0,80
	JV6	35,20	35,00	0,58
	JV7	35,80	35,76	0,12
	JV8.1	39,50	39,46	0,10
Valle del Espíritu Santo-Zulia	JV8.2	39,60	39,93	0,82
	Z1	42,90	42,96	0,14
	Z2.1	44,40	44,10	0,67
	Z2.2	39,40	39,21	0,49
	Z3.1	50,40	50,52	0,23
	Z3.2	47,00	46,77	0,49
Jurado	Z4	46,60	47,03	0,92
	J1.1	41,30	41,56	0,62
	J1.2	27,00	27,23	0,87
	J2	26,10	26,22	0,48
	J3	24,23	24,46	0,96
	J4.1	23,40	23,28	0,52
	J4.2	24,20	24,06	0,57
	J5	53,80	54,27	0,86

El error que presenta el método para determinar límite líquido con un punto es bajo es menor del 1% indicando que los resultados que obtenidos son confiables, este método ahorra tiempo valioso a la hora de realizar el laboratorio de límite líquido.

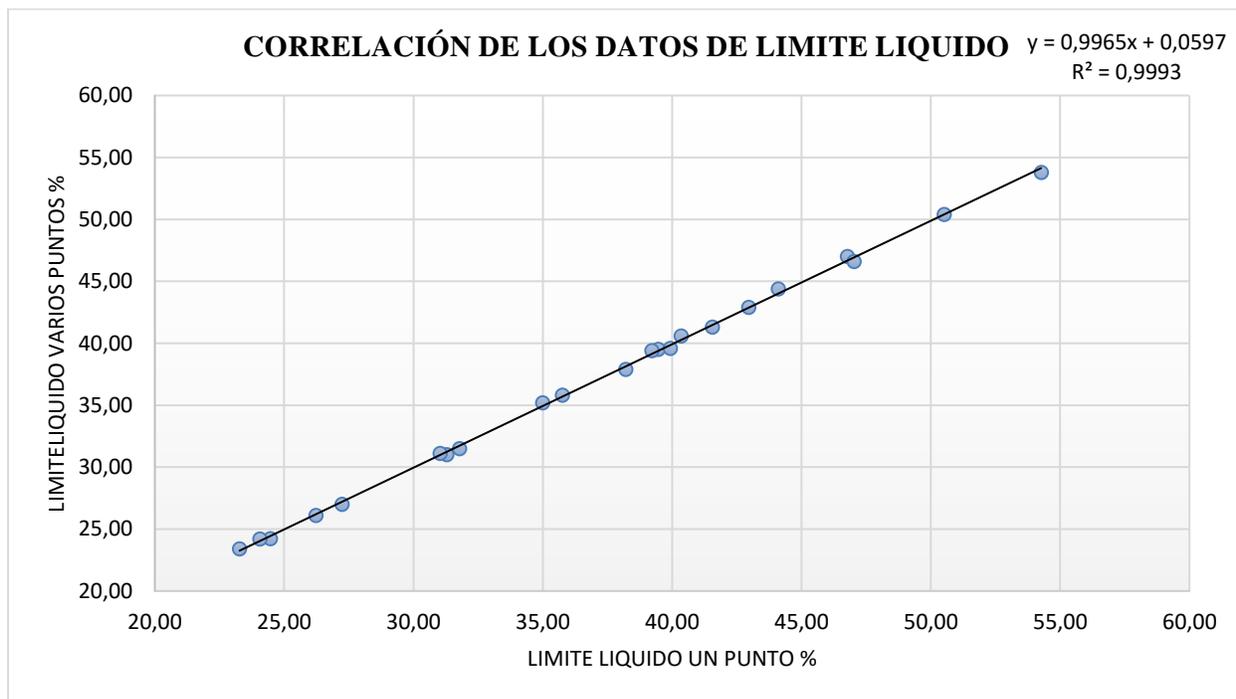


Figura 39. Correlación de datos para límite líquido.

los datos se ajustan en un modelo lineal, ya que se encuentran agrupados en la línea de tendencia, además de tener un r^2 de 99,9% lo que indica la confiabilidad del modelo. Para correlacionar los datos se elige el modelo lineal porque es el que más se ajusta al comportamiento de los datos, además se ve una estrecha relación entre las dos formas de determinación del Límite líquido tanto por método de varios puntos de ensayo como por un punto, es decir que no existe diferencia significativa entre los datos obtenidos mediante los dos métodos lo que indica que el método alternativo es válido frente al que se había venido implementando tradicionalmente.

4.4.2. Clasificación de suelos USCS

Se realizó la clasificación bajo las especificaciones y parámetros establecidas por el sistema unificado de suelos (U.S.C.S) los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 32.
Clasificación U.S.C.S zona de Juan XXIII Parte alta

SITIO	APIQUE N°	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN USCS	
		SIMBOLO	TIPO DE SUELO
Juan XXIII Parte alta	JV1	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV2	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	JV3	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	JV4	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	JV5	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV6	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV7	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV8.1	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	JV8.2	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad

En la zona de Juan XXIII se presentaron 2 tipos de suelos, donde predomina limos inorgánicos de baja plasticidad ML con un 56% presente en 5 estratos y con un porcentaje más bajo las arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL con un 44%.

Tabla 33.
Clasificación U.S.C.S zona de Valle del Espíritu Santo.

SITIO	APIQUE N°	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN USCS	
		SIMBOLO	TIPO DE SUELO
Valle del Espíritu Santo-Zulia	Z1	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	Z2.1	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	Z2.2	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
	Z3.1	MH	Limos inorgánicos de alta plasticidad
	Z3.2	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad
	Z4	ML	Limos inorgánicos de baja plasticidad

Valle del Espíritu Santo se presentaron 3 tipo de suelos de los cuales el 50% fueron limos inorgánicos de baja plasticidad ML, el 17% limos inorgánicos de alta plasticidad MH Y EL 33% arcillas inorgánicas.

En esta zona se presentó en el apique 2 donde se encontraron 2 estratos denominados Z2.1 con un color amarillento y el Z2.2 con tonalidad gris respecto a su color son diferentes pero que al clasificarlo resulto ser el mismo suelo un CL arcillas inorgánicas de baja plasticidad esto indica que no siempre el color es un patrón que indique que son suelos diferentes.

Tabla 34.

Clasificación U.S.C.S zona de Jurado

SITIO	APIQUE N°	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN USCS	
		SIMBOLO	TIPO DE SUELO
Jurado	J1.1	SM	Arenas limosas
	J1.2	SM	Arenas limosas
	J2	SM	Arenas limosas
	J3	SM	Arenas limosas
	J4.1	SM	Arenas limosas
	J4.2	SM	Arenas limosas
	J5	MH	Limos inorgánicos de alta plasticidad

Jurado fue la única zona donde se presentaron suelos gruesos de los 5 apiques realizados y 7 estratos el 86% corresponden a arenas limosas SM y solo un apique el J5 presento variación con un porcentaje del 14% correspondiente a limos inorgánicos de alta plasticidad MH.

En los apiques 1 y apique 4 denominados J1.1, J1.2, J4.1, J4.2 donde se presentaron 2 estratos de diferente apariencia visual en tonalidad se determinó que eran el mismo tipo de suelo arenas limosas SM tienen características similares de granulometría y valores muy cercanos de límites de Atterberg.

4.5. Ensayo densidad natural método de la parafina.

Con las muestras inalteradas proveniente de cada zona de estudio se determinó la densidad aparente y densidad seca a cada uno de los estratos.

Tabla 35.

Densidades zona Juan XXIII Parte alta

SITIO	APIQUE N°	METODO DE LA PARAFINA	
		DENSIDAD APARENTE (Kn/m3)	DENSIDAD SECA (Kn/m3)
Juan XXIII Parte alta	JV1	17,45	13,63
	JV2	22,85	16,22
	JV3	18,63	14,89
	JV4	19,29	16,11
	JV5	16,87	13,10
	JV6	18,39	14,48
	JV7	19,62	15,93
	JV8.1	18,08	14,67
	JV8.2	18,33	13,89

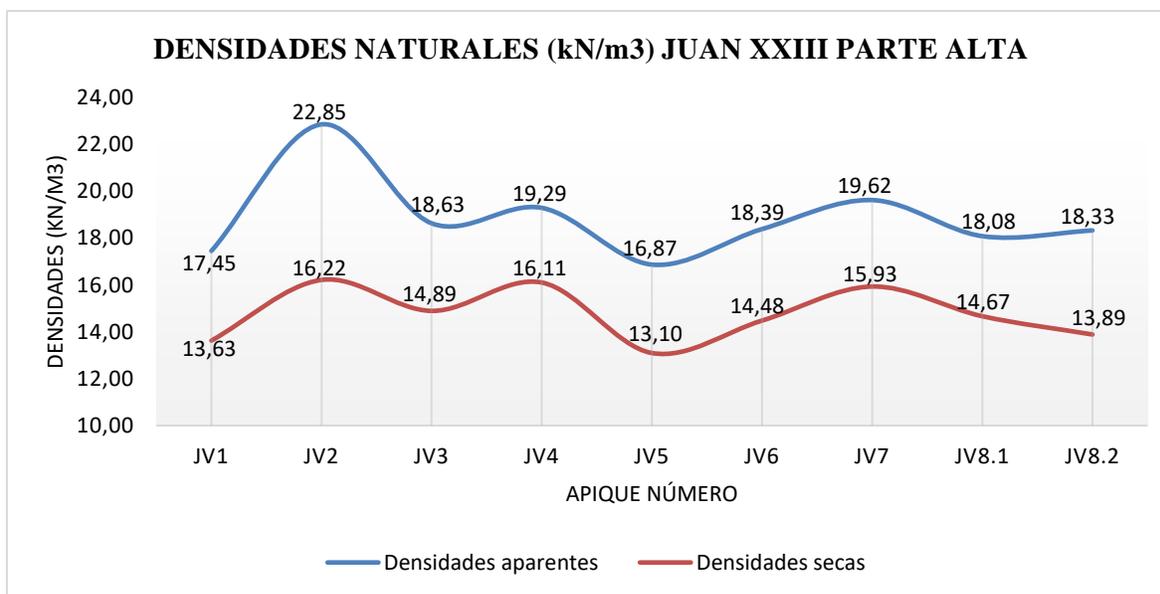


Figura 40. Densidades aparentes y densidades secas de los suelos presentes en Juan XXIII Parte alta.

La densidad aparente o densidad húmeda mayor se presentó en el apique JV2 con 22.85 kN/m³ y la menor en el apique JV1 con 17,45 kN/m³ en los demás apiques las densidades se encuentran entre 16,87 kN /m³ y 19,62 kN /m³. Las densidades secas mayor corresponde al apique JV2 con 16,22 kN/m³ y menor en el JV5 con 13.10 kN/m³.

En los apiques JV8.1 correspondiente al apique 8 estrato 1 la densidad aparente es de 18,08 kN/m³ y el JV8.2 correspondiente al apique 8 estrato 2 la densidad aparente es de 18.33 kN/m³ esto me indica que a mayor profundidad la densidad es mayor debido al proceso de consolidación de se da al pasar el tiempo.

Tabla 36.
Densidades Valle del Espíritu Santo

SITIO	APIQUE N°	METODO DE LA PARAFINA	
		DENSIDAD APARENTE (Kn/m3)	DENSIDAD SECA (Kn/m3)
Valle del Espíritu Santo- Zulia	Z1	18,17	13,41
	Z2.1	17,82	13,71
	Z2.2	18,54	15,11
	Z3.1	18,40	14,73
	Z3.2	18,83	15,18
	Z4	17,30	14,13

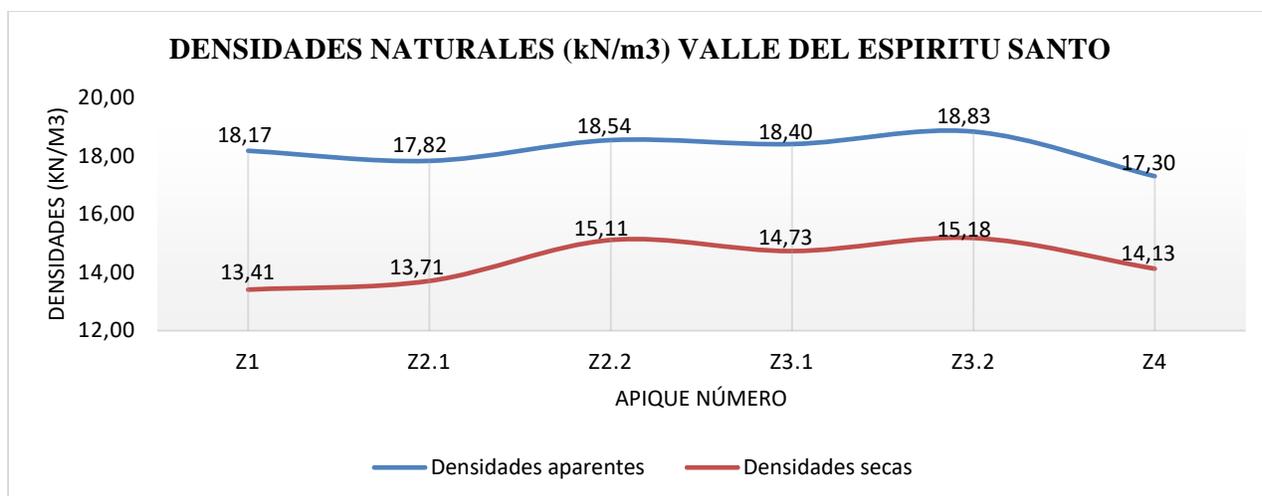


Figura 41. Densidades aparentes y densidades secas de los suelos presentes en Valle del Espíritu Santo.

En Valle del Espíritu Santo las densidades presentan variaciones con valores cercanos entre ellos la menor densidad aparente se presentó en el apique Z4 con 17,30 kN/m³ y la mayor en el apique 3 estrato 2 igual a Z3.2 con una densidad húmeda de 18,83 kN/m³. La menor densidad seca se presentó en el apique Z1 con 13,41 kN/m³ y la mayor en el apique 2 estrato 2 correspondiente a Z2.2 con 15,11 kN/m³.

En esta zona se presentó el mismo caso anterior donde a mayor profundidad las densidades tienden a ser mayor. Para el apique 2 estrato 1 igual a Z2.1 su densidad aparente fue de 17,82 kN/m³ para el estrato 2 correspondiente a Z2.2 fue de 18,54 kN/m³. En el apique 3 estrato 1 Z3.1 la densidad aparente fue de 18,40 kN/m³ y para el estrato 2 Z3.2 la densidad presentada fue de 18,83 kN/m³.

Tabla 37.
Densidades jurado

SITIO	APIQUE N°	METODO DE LA PARAFINA	
		DENSIDAD APARENTE (Kn/m3)	DENSIDAD SECA (Kn/m3)
Jurado	J1.1	15,75	11,05
	J1.2	16,92	11,38
	J2	15,33	13,53
	J3	14,83	13,70
	J4.1	18,18	16,53
	J4.2	18,84	15,94
	J5	17,64	12,80

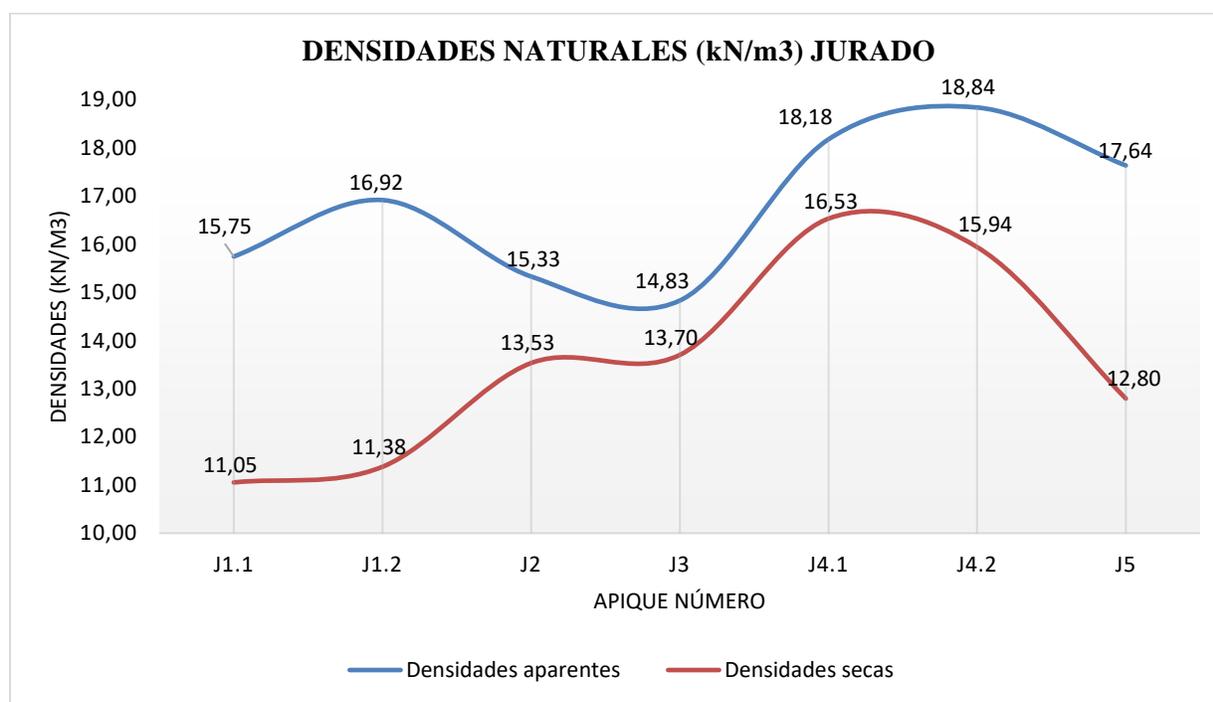


Figura 42. Densidades aparentes y densidades secas de los suelos presentes en Jurado.

Para la zona de Jurado se presentan densidades aparente variantes que van desde la más baja en el apique J3 con 14,83 kN/m³ hasta 18,84 kN/m³ correspondiente al apique 4 estrato 2 J4.2. La densidad seca al ser afectada por la humedad natural del estrato correspondiente presenta disminuciones ya que a mayor humedad menor será la densidad seca respecto a la

aparente debido a que es un factor que va en el denominador que hace la función de reducir la densidad húmeda o aparente. En el apique J1 se presenta gran diferencia entre una y otra con una densidad seca de 11,05 kN/m³ y una densidad húmeda de 15,75 kN/m³.

4.6. Ensayo de compactación

Resultados que se presentan en la tabla 38 del ensayo de Proctor estándar y modificado para la zona de Juan XXIII parte alta.

Tabla 38.

Resultados ensayo de Proctor estándar y Proctor modificado para la zona Juan XXIII parte alta.

SITIO	APIQUE N°	CLASIFICACIÓN	LIMITE LIQUIDO %	PROCTOR ESTANDAR		PROCTOR MODIFICADO	
				Wopt %	DENSIDAD SECA MAXIMA kN/m ³	Wopt %	DENSIDAD SECA MAXIMA kN/m ³
Juan XXIII Parte alta	JV1	ML	31,50	23	15,65	16	18
	JV2	CL	31,00	16,6	17,66	13,8	19,15
	JV3	CL	40,60	14,2	15,5	16,8	18,05
	JV4	CL	31,10	20	16,59	17	18,05
	JV5	ML	37,90	24,5	15,39	19,8	17,34
	JV6	ML	35,20	19,3	16,79	17,5	18,1
	JV7	ML	35,80	18,4	16,7	14,6	18,81
	JV8.1	ML	39,50	20,8	15,89	17,5	17,65
	JV8.2	CL	39,60	20,2	15,89	16,2	18,21

Los suelos del barrio Juan XXIII Parte alta en su totalidad presentaron limite liquido mayor a 30%. En el ensayo de Proctor estándar los contenidos de humedades optimas van desde 14,2% hasta 24,5% y las densidades secas máximas la mínima fue 15,39 kN/m³, máxima de 17,66 kN/m³. Para Proctor modificado los contenidos de humedad van desde 13,6% hasta 19,8% y densidades secas máximas desde 17,34 kN/m³ hasta 19,15 kN/m³.

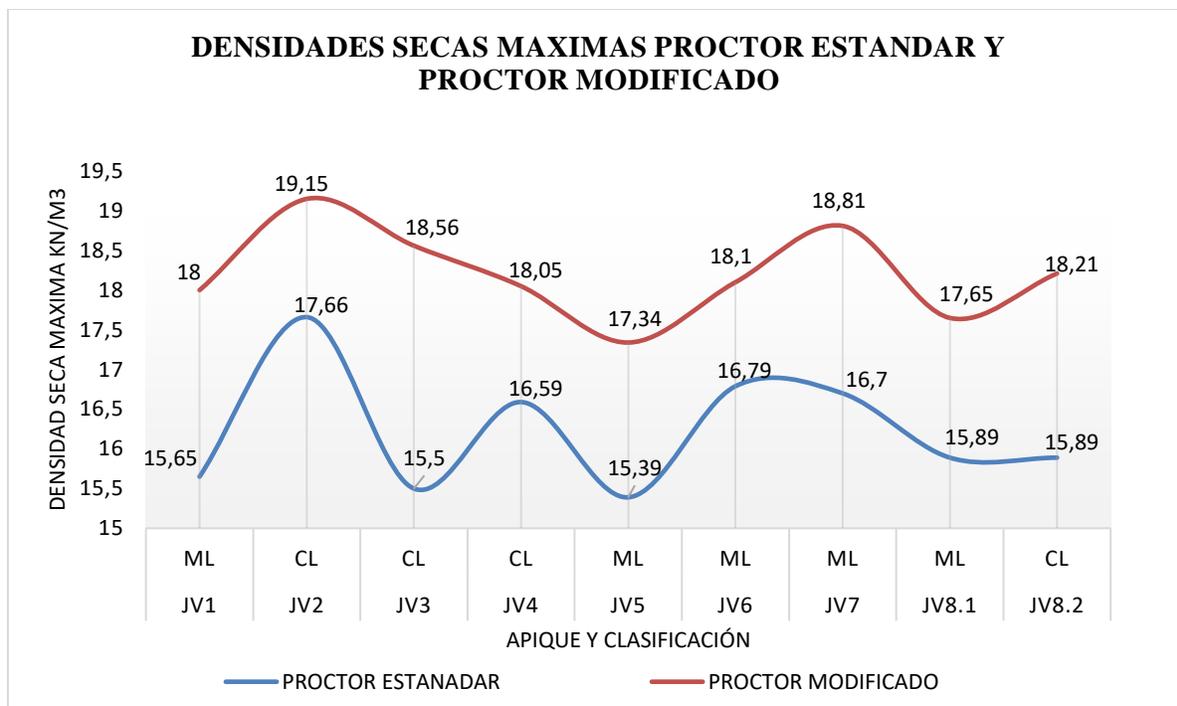


Figura 43. Densidades secas máxima de la zona de Juan XXIII Parte alta.

Las densidades secas máximas tienen los valores más altos en el ensayo de Proctor modificado debido a la energía de compactación aplicada a la muestra de suelo es de 2696 kN-m/m³ y la de Proctor estándar es de 591,3 kN-m/m³. La energía aplicada en el ensayo de Proctor modificado es 4,55 veces la de Proctor estándar.

Para los apiques JV2, JV3, JV4, JV8.2 donde la clasificación es la misma CL las densidades secas máximas varían debido a que presentan diferente composición de minerales en su estructura.

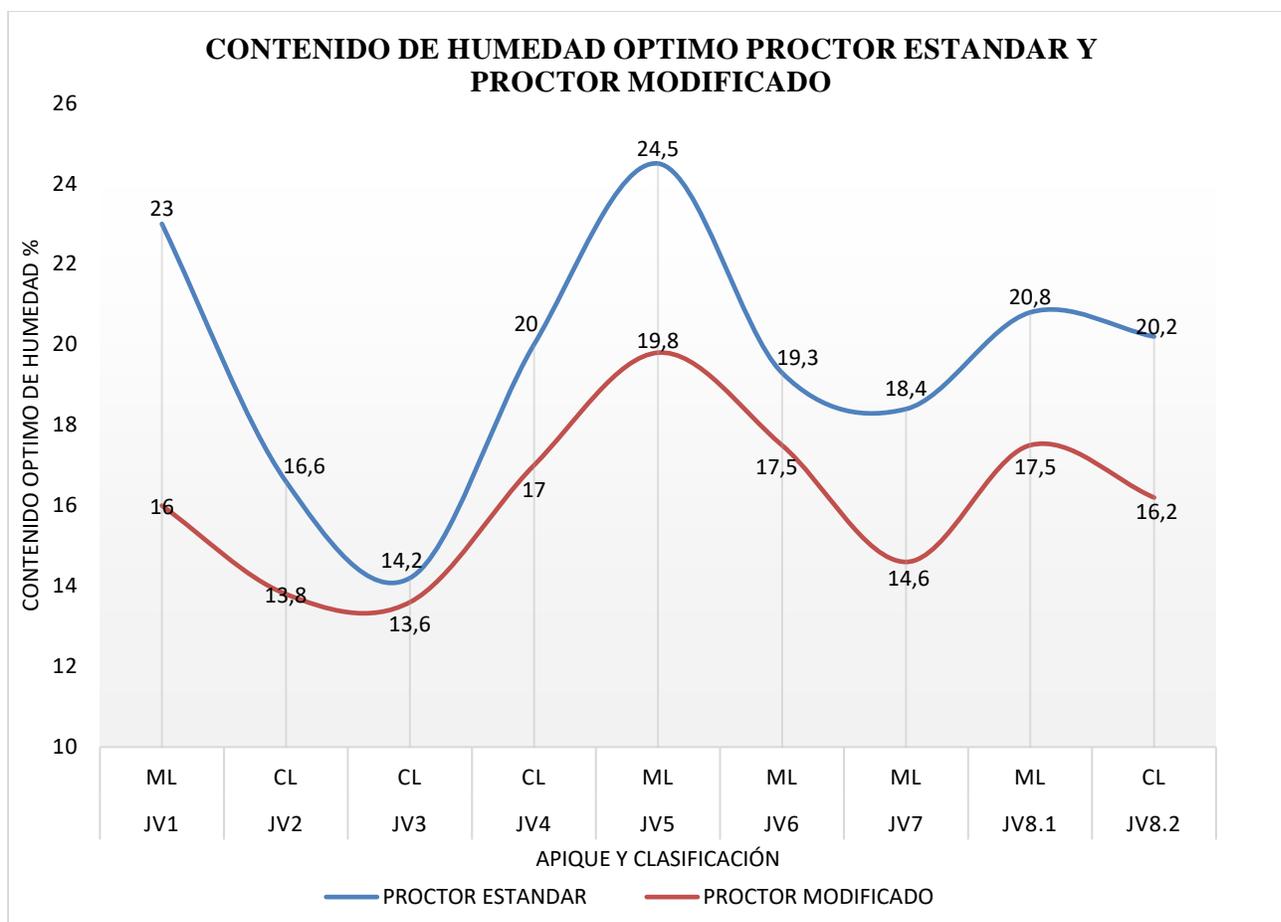


Figura 44. Contenidos de humedad óptimos del ensayo de compactación estándar y modificada de Juan XXIII Parte alta.

El ensayo de Proctor estándar da contenidos de humedad óptimos mayores en comparación al Proctor modificado debido a la energía de compactación que la da el número de capas, cantidad de golpes aplicada, peso del martillo aplicada a la muestra de suelo.

Las curvas de compactación presentados en la zona de Juan XXIII parte alta se agruparon de acuerdo al tipo de suelo presente en a la zona.

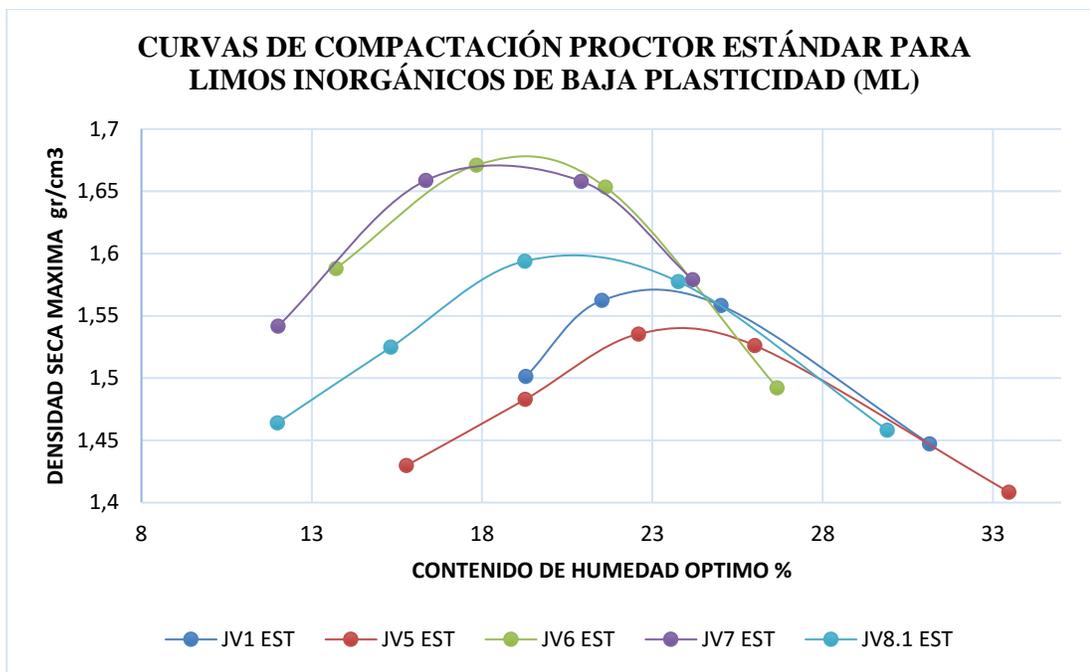


Figura 45. Curvas de compactación de Proctor estándar para Limos inorgánicos de baja plasticidad ML para el apique JV1.

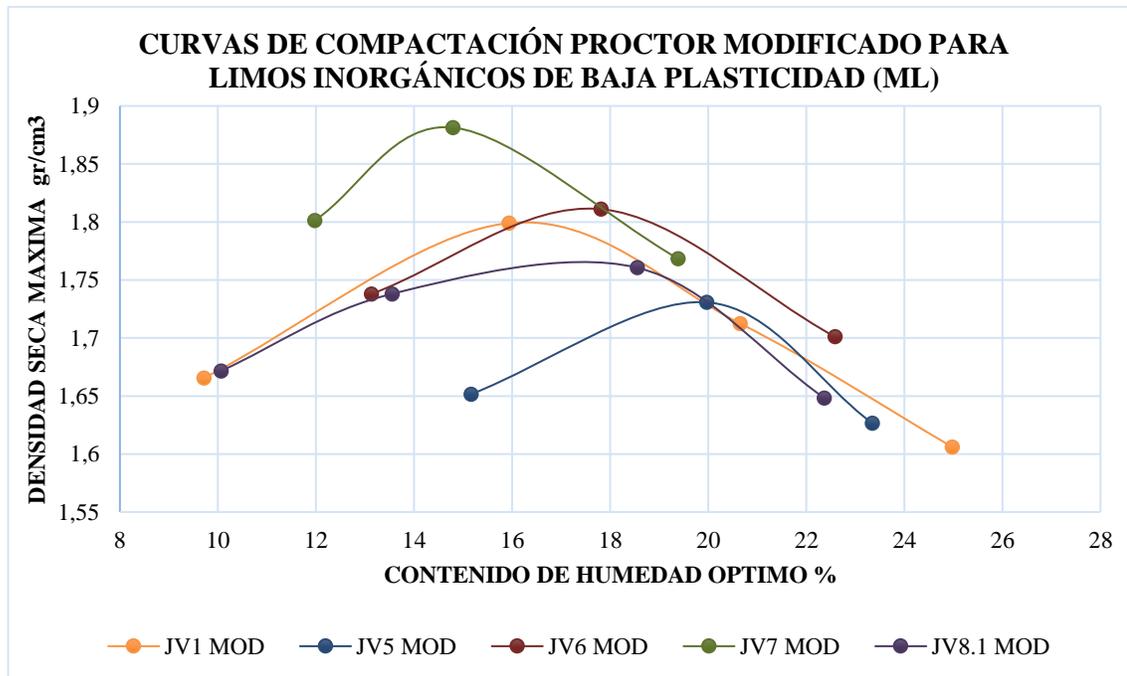


Figura 46. Curvas de compactación de Proctor modificado para Limos inorgánicos de baja plasticidad ML para el apique JV1.

Los estratos JV1, JV5, JV6, JV7, JV8.1 corresponden a 5 estratos y cuya clasificación fue de limos inorgánicos de baja plasticidad ML en el grafico anterior están reflejadas las curvas de compactación de Proctor estándar y Proctor modificado que permite ver la variación de contenidos de humedad óptimos, densidades secas máximas y además la forma que este tipo de suelo presenta.

Las densidades secas máximas presentes en limos inorgánicos de baja plasticidad ML van desde 15.39 KN/m³ hasta 16.79 KN/m³ utilizando compactación estándar y para la compactación modificada tenemos densidades entre 17.34 KN/m³ y 18.81 KN/m³ y contenidos de humedades óptimos para Proctor estándar de 18.4% hasta 23% y para Proctor modificado contenidos de humedades óptimos de 14.6% hasta 19.8%.

El tipo de curva de compactación de acuerdo a la forma fue de tipo A en forma de campana de un solo pico.

Las arcillas de baja plasticidad se presentaron en 4 apiques JV2, JV3, JV4, JV8.2 aunque es el mismo tipo de suelo presentan variación en los contenidos de humedad óptimos y densidades secas máximas.

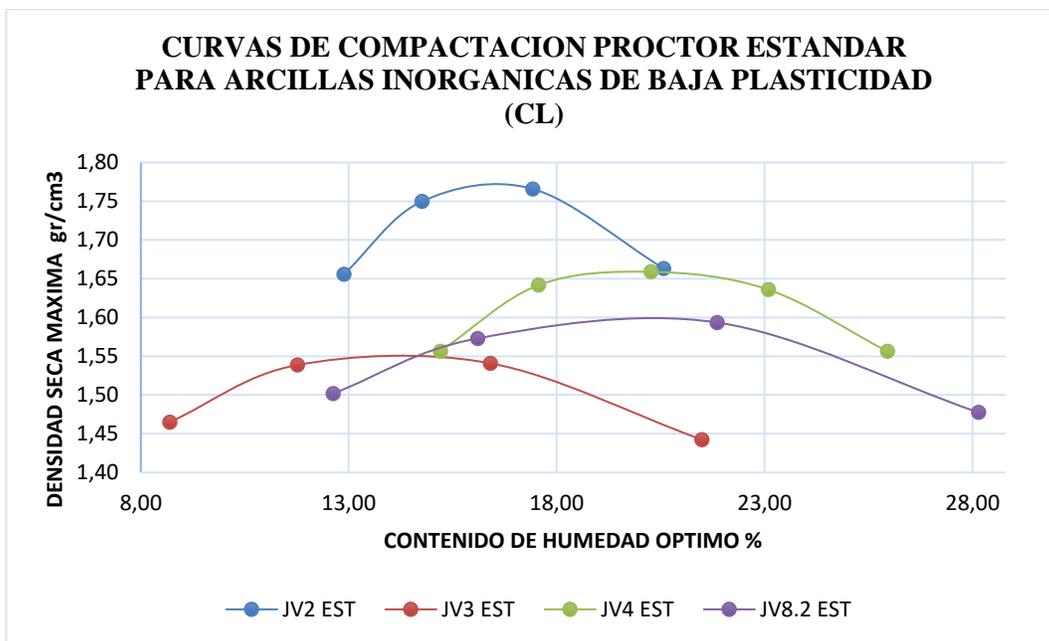


Figura 47. Curvas de compactación de Proctor estándar para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Juan XXIII Parte alta.

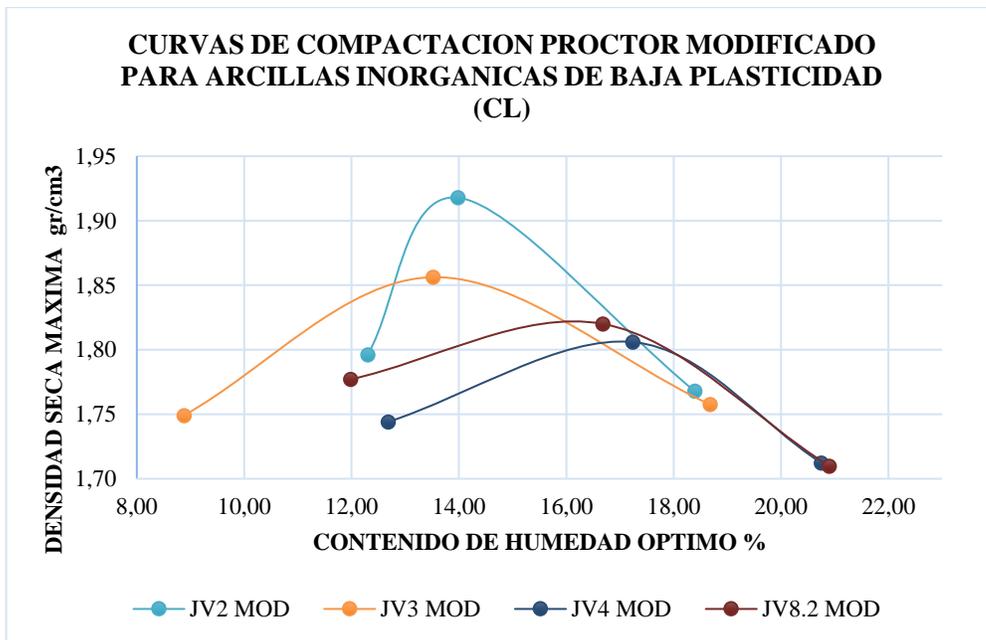


Figura 48. Curvas de compactación de Proctor modificado para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Juan XXIII Parte alta.

Gráficamente se observa como al aplicar mayor energía de compactación en el ensayo de Proctor modificado la cual me da el número de capas, la cantidad de golpes, el peso del martillo y el volumen del molde las densidades aumentan significativamente esto ocurre porque hay menor vacíos en la muestra en comparación al ensayo de Proctor estándar.

Los suelos presentes en el sector de Juan XXIII parte alta fueron Limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y Arcillas inorgánicos de baja plasticidad (CL), con limite líquido para los limos de 31,50% a 39,40% y las arcillas de 31% a 40.60%. En el ensayo de Proctor estándar y modificado la forma de la curva para ambos tipos de suelo fue de tipo A de un solo pico en forma de campana. Cumpliendo el rango de los limites liquido establecido por Lee y Suedkamp (1972) entre 30% y 70%.

Resultados que se presentan en la tabla 39 del ensayo de Proctor estándar, Proctor modificado y molde de 6" para la zona de Valle del Espíritu Santo.

Tabla 39.
Resultados ensayo de Proctor estándar, Proctor modificado y compactación utilizando el molde 6" Valle del Espíritu Santo.

SITIO	APIQUE N°	CLASIFICACIÓN	LIMITE LIQUIDO %	PROCTOR ESTANDAR		PROCTOR MODIFICADO		COMPACTACION MOLDE 6" 5 CAPAS	
				Wopt %	DENSIDAD SECA MAXIMA kN/m3	Wopt %	DENSIDAD SECA MAXIMA kN/m3	Wopt %	DENSIDAD SECA MAXIMA kN/m4
Valle del Espíritu Santo-Zulia	Z1	ML	42,90	19	15,65	17,8	17,46	18	16,6
	Z2.1	CL	44,40	19,6	15,76	19	17,44	18	17,14
	Z2.2	CL	39,40	16,8	16,2	14,6	18,48	14	17,47
	Z3.1	MH	50,40	20,3	15,39	17,2	17,9	20,6	16,76
	Z3.2	ML	47,00	19,4	15,73	15,5	17,62	18,5	16,39
	Z4	ML	46,60	21	15,79	19,3	17,44	21,8	16,3

Con las muestras de suelo recolectadas del sector de Valle del Espíritu Santo se realizaron ensayo de Proctor estándar, modificado y aparte de esto hizo compactación utilizando molde de 6" con 5 capas, 25 golpes cada capa y el martillo de Proctor modificado para ver el comportamiento de los contenidos de humedad óptimos y densidades secas máximas si se utiliza mayor diámetro en el molde.

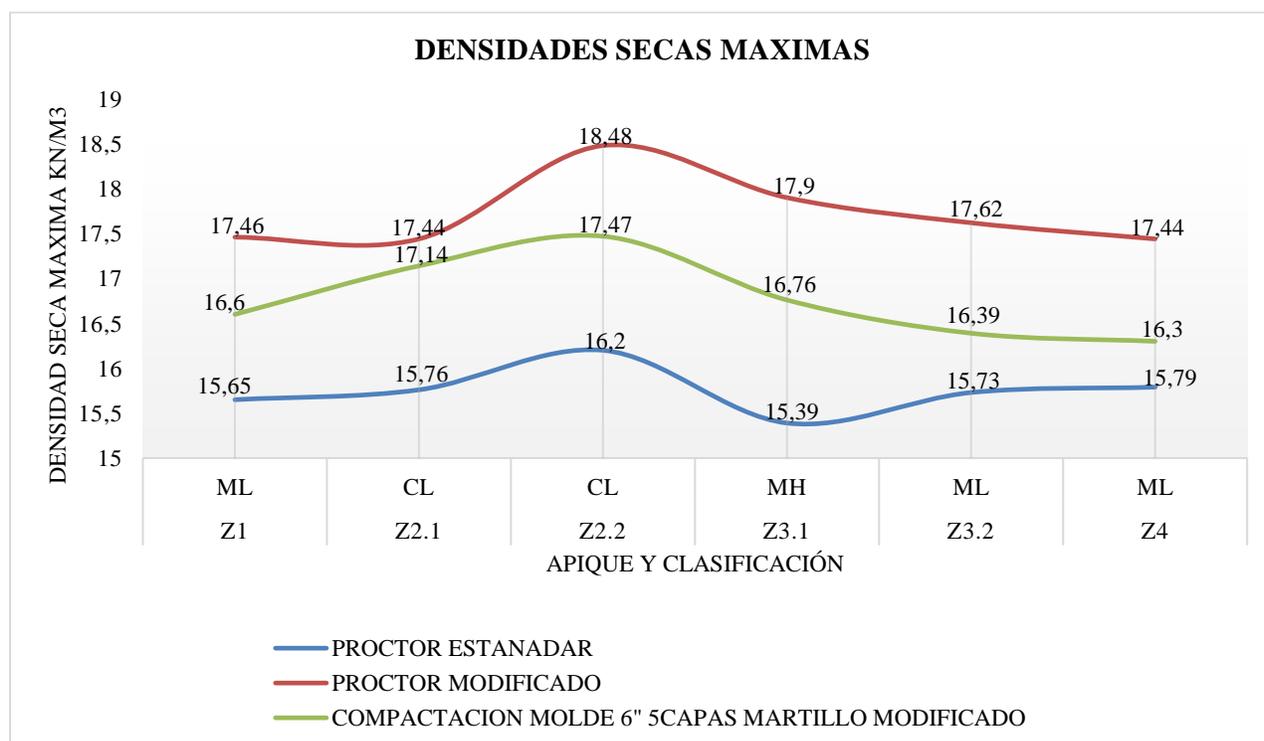


Figura 49. Densidades secas máximas de los ensayos de Proctor estándar, modificado y compactación molde de 6" Valle del Espíritu Santo.

El molde utilizado para los ensayos de Proctor estándar y modificado fue el de 4" ya que la granulometría de cada suelo indico el método a utilizar. Se quiso comprobar como varia las densidades secas máximas si se utiliza el molde de 6 "con 5 capas, 25 golpes por capa y el martillo de Proctor modificado. Al aumentar el tamaño del molde se disminuye la energía de

compactación a 1197,4 kN-m/m³ la cual es mayor que la compactación estándar de 591.3 kN-m/m³ y menor que la compactación modificada 2696 kN-m/m³.

Gráficamente se observa como las densidades secas máximas utilizando molde de 6" están intermedias entre ambos métodos realizados basándose en las normas AST 698 Y ASTM 1577 al aumentar el tamaño del molde este afecta el valor de compactación debido a que se está dividiendo en un volumen mayor.

Los mayores valores de densidad seca máxima los presento el apique Z2.2 con clasificación Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL, para Proctor estándar con 16,2 kN/m³, Proctor modificado 18,48 kN/m³ y variando el molde a 6" 17,47 kN/m³.

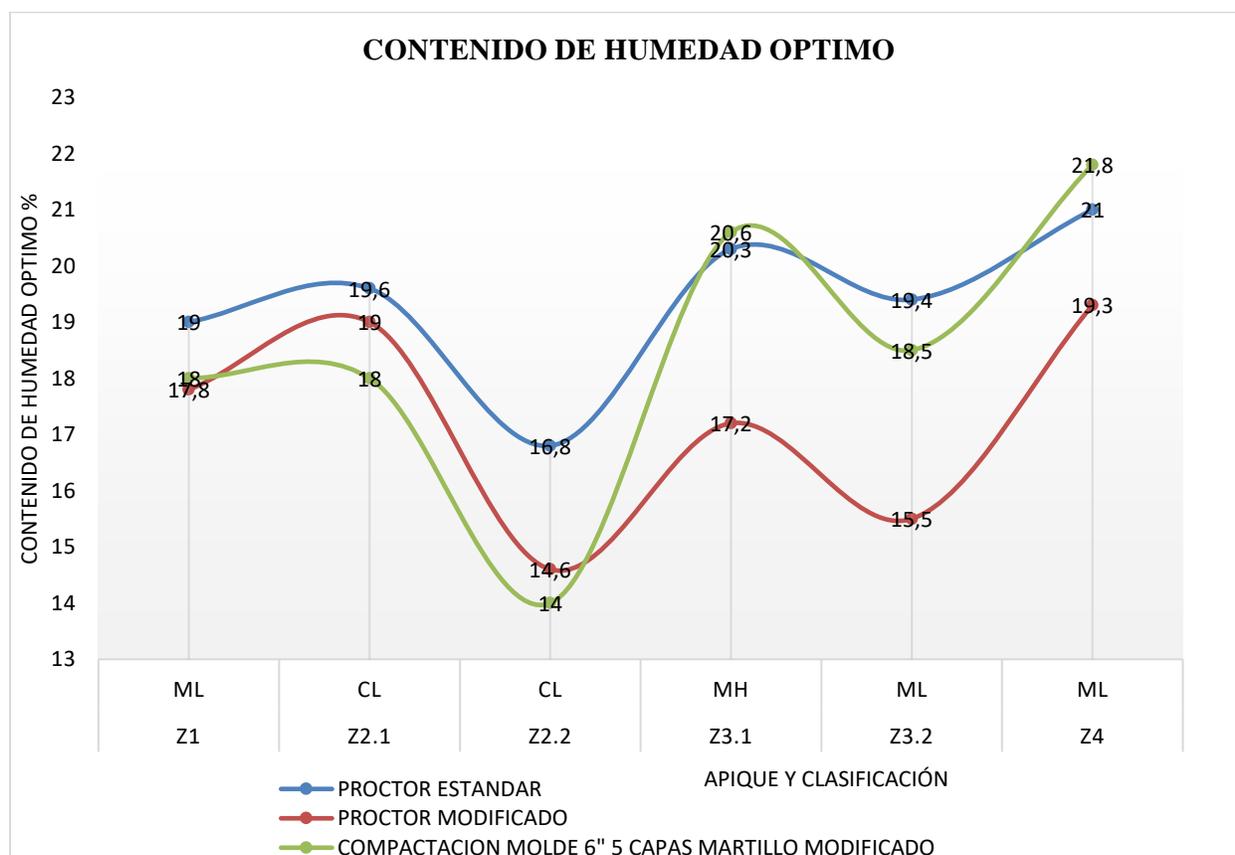


Figura 50. Contenidos de humedad óptimos 3 métodos Valle del Espíritu Santo.

Las humedades optimas presentes en el ensayo variando el molde de compactación a 6” presentan un comportamiento inestable debido a que puntos específicos con en el apique Z2.2 es inferior a la obtenida con el Proctor modificado y en el apique Z3.1 y Z4 presenta un valor mayor que el Proctor estándar.

Las curvas de compactación presentados en la zona de Valle de Espíritu Santo se agruparon de acuerdo al tipo de suelo presente en a la zona.

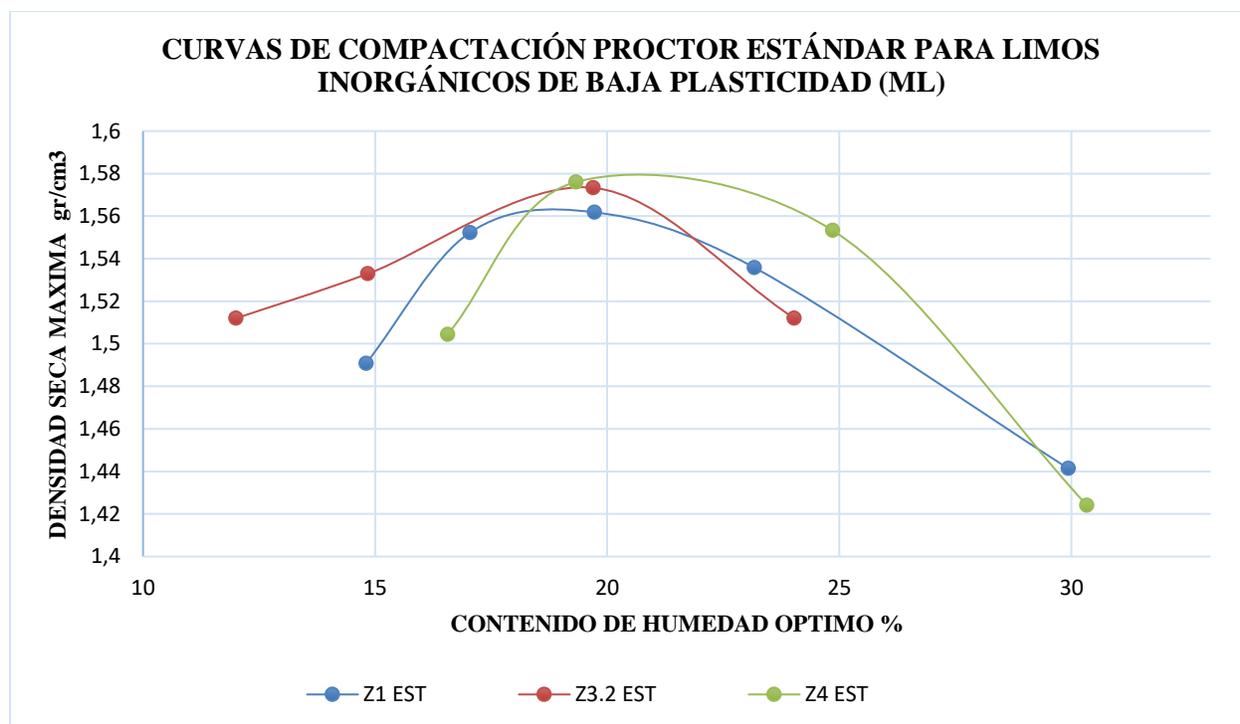


Figura 51. Curvas de compactación de Proctor estándar para Limos inorgánicas de baja plasticidad ML presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.

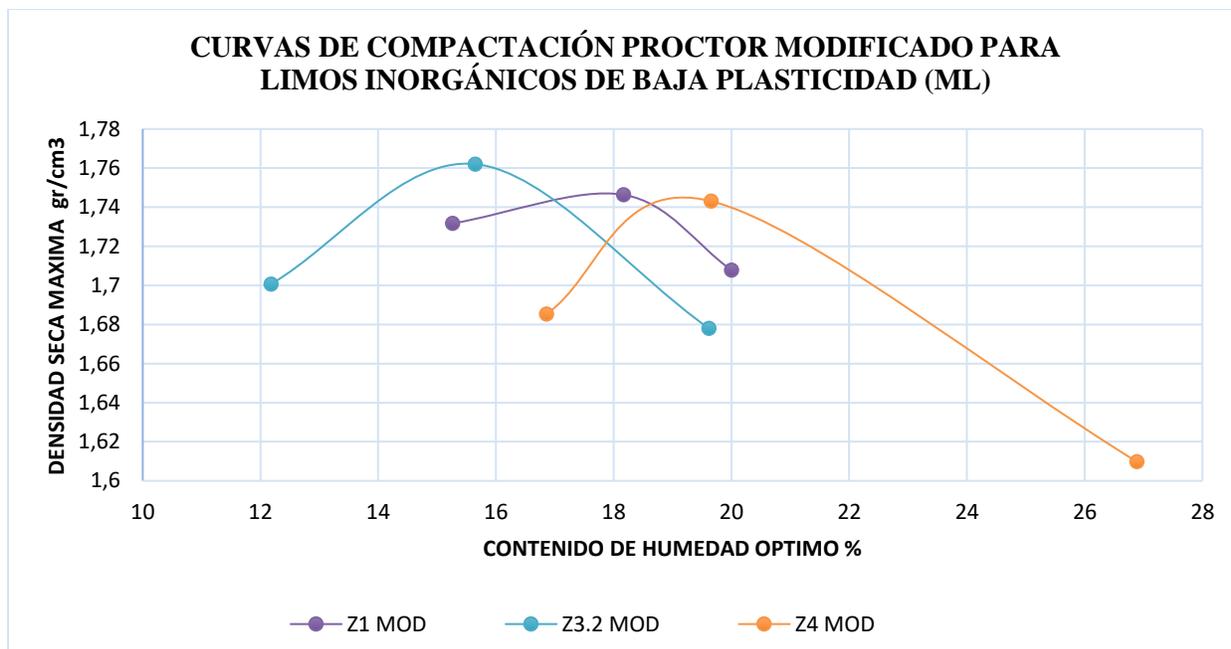


Figura 52. Curvas de compactación de Proctor modificado para Limos inorgánicas de baja plasticidad ML presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.

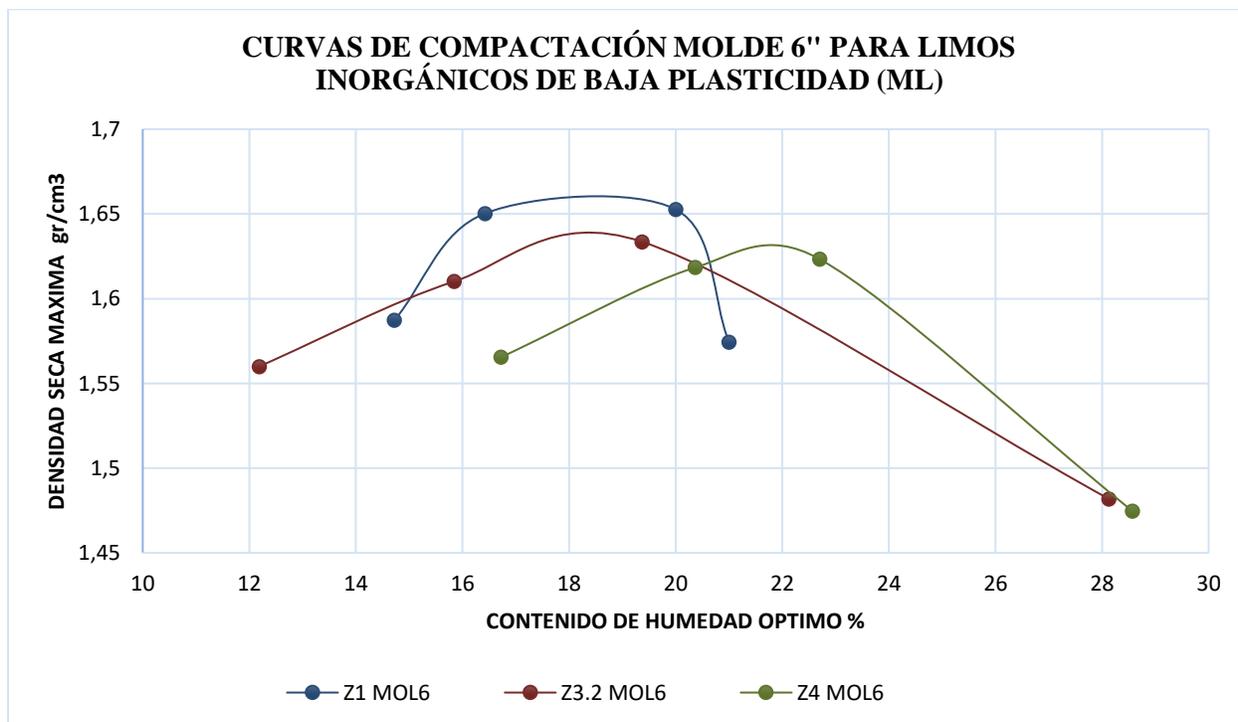


Figura 53. Curvas de compactación molde de 6" para Limos inorgánicas de baja plasticidad ML presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.

En el sector de Valle del Espíritu Santo se presentaron 3 estratos denominados Z1, Z3.2, Z4 cuya clasificación corresponde a Limos inorgánicos de baja plasticidad ML se presentan tres agrupaciones de curvas en la parte baja donde se realizó Proctor estándar, en la parte media donde se varió el molde al de 6" y la parte alta las curvas de Proctor modificado demostrando que al aplicar mayor energía de compactación las densidades secas máximas serán mayores.

Los contenidos de humedades óptimos están entre 19% y 21% para el ensayo de Proctor estándar, para el ensayo de Proctor modificado varían 15.5% hasta 19.3% y con l compactación cambiando al molde de 6" van desde 18% a 21.8%.

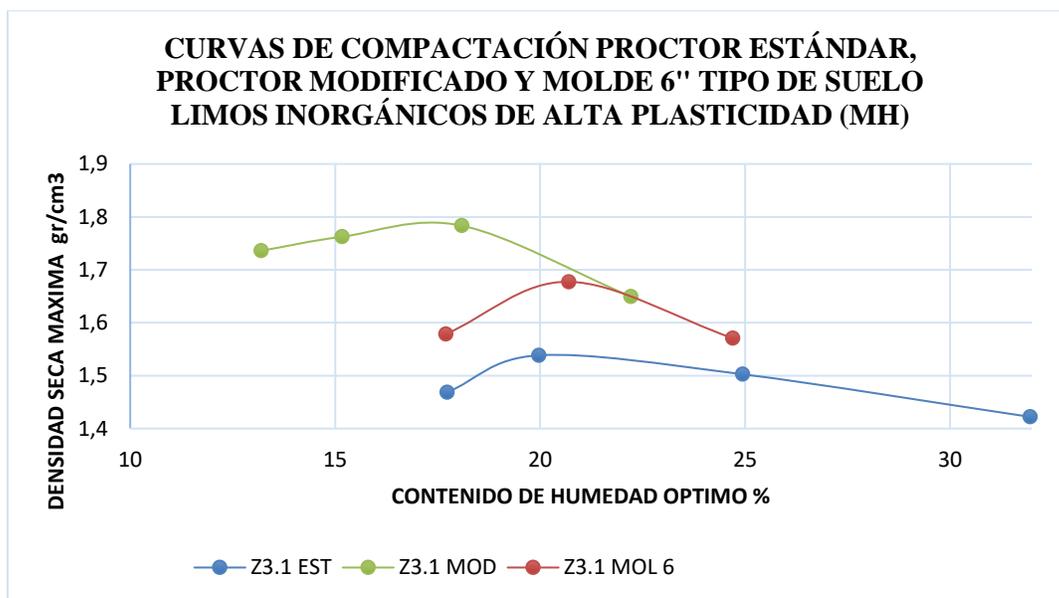


Figura 54. Curvas de compactación de Proctor estándar, Proctor modificado y compactación molde de 6" para Limos inorgánicos de alta plasticidad MH presentes en el sector Valle del Espíritu Santo. .

El apique Z3.1 correspondiente a Limos inorgánicos de alta plasticidad MH solo se presentó en un apique de esta zona con densidades seca máxima que van desde de 15,36 kN/m³ para Proctor estándar, 16,76 kN/m³ para compactación molde 6" y la más alta de 17,9 kN/m³ de Proctor modificado, en cuanto a forma de la curva no importa la energía aplicada esta se

mantendrá. El molde es inversamente proporcional a la densidad seca máxima ya que si se aumenta el volumen molde de compactación esta disminuye su valor, así se mantengan las mismas condiciones de número de capas, número de golpes y peso del martillo.

Para el apique Z2.1 con clasificación Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presenta densidades secas máximas entre 15.76 KN/m³ hasta 17.44KN/m³

La forma de curva es de tipo A campana de un solo pico, la forma de curva no cambio al cambiar de molde se mantuvo constante.

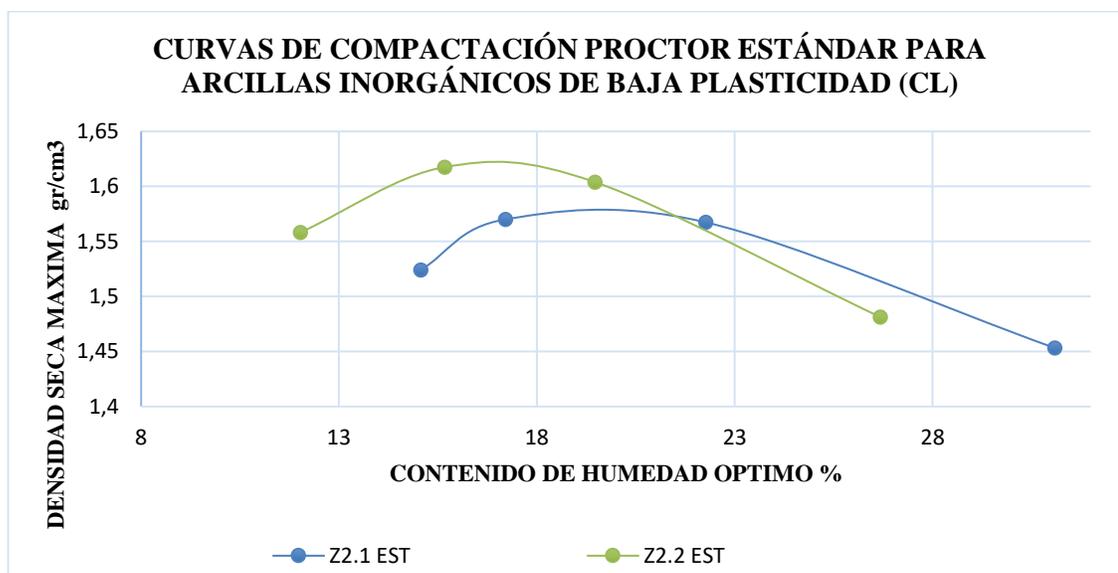


Figura 55. Curvas de compactación de Proctor estándar para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.

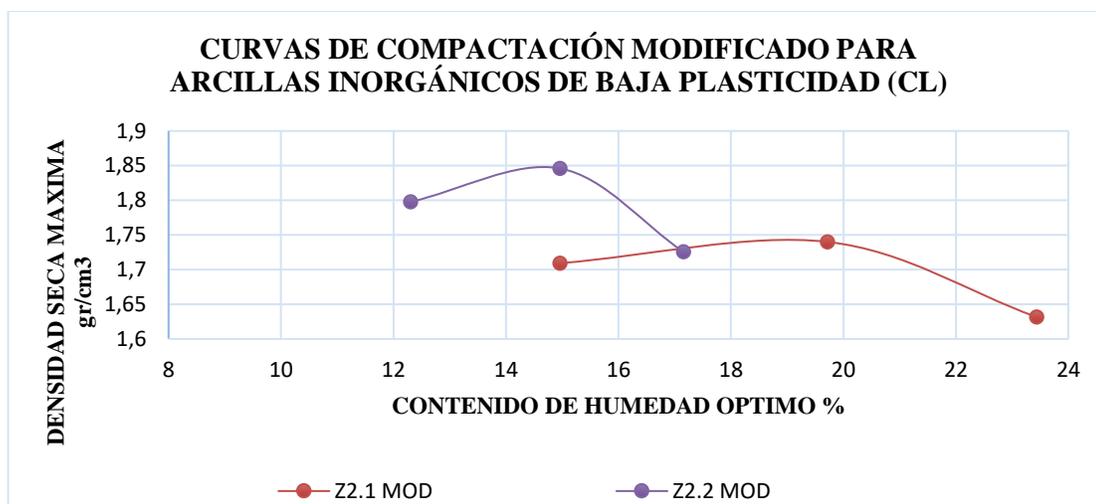


Figura 56. Curvas de compactación de Proctor modificado para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.

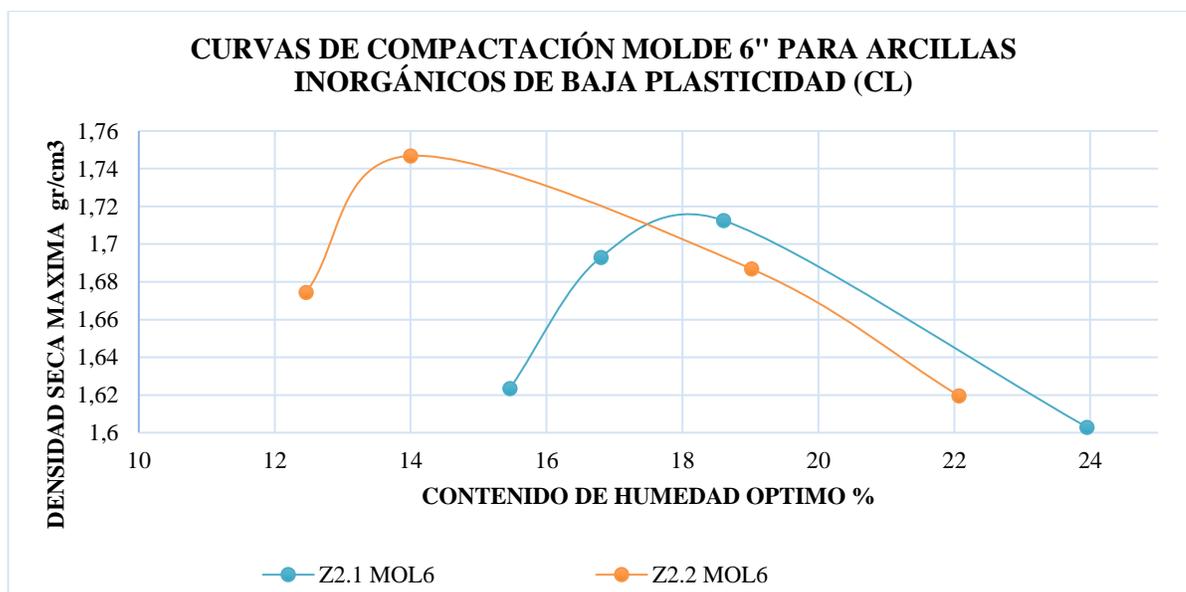


Figura 57. Curvas de compactación molde de 6" para Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL presentes en el sector Valle del Espíritu Santo.

Las arcillas inorgánicas de baja plasticidad se presentaron los estratos Z2.1 y Z2.2 correspondientes al apique número 2 de la zona de valle del Espíritu Santo. En cuanto a la forma de la curva para los suelos presentes en la zona de Valle del Espíritu Santo limos inorgánicos de

baja plasticidad ML, limos inorgánicos de alta plasticidad MH y arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL la forma de la curva fue tipo A en forma de campana de un solo pico cuyos límites líquido están entre 30% y 70%.

Resultados que se presentan en la tabla 40 del ensayo de Proctor estándar, Proctor modificado y molde de 6" para la zona de Jurado.

Para el sector de Jurado se realizó Proctor estándar, Proctor modificado y además compactación utilizando el molde de 6" con 3 capas, 25 golpes por capa para un total de 75 golpes para compactar el molde y martillo de compactación modificada.

Tabla 40.

Resultados ensayo de Proctor estándar, modificado y compactación utilizando el molde 6" Jurado.

SITIO	APIQUE N°	CLASIFICACIÓN	LIMITE LIQUIDO %	PROCTOR ESTANDAR		PROCTOR MODIFICADO		COMPACTACION MOLDE 6" 3 CAPAS	
				Wopt %	DENSIDAD SECA MAXIMA kN/m3	Wopt %	DENSIDAD SECA MAXIMA kN/m3	Wopt %	DENSIDAD SECA MAXIMA kN/m4
	J1.1	SM	41,30	21,9	16	19	17,76	20,8	16,08
	J1.2	SM	27,00	14	18,5	12,2	19,83	12,4	18,99
	J2	SM	26,10	15,3	17	14,8	18,7	15,6	17,2
Jurado	J3	SM	24,23	12,8	18,59	12,5	19,8	12,4	18,6
	J4.1	SM	23,40	13,2	18,64	10,2	20,33	12,2	18,74
	J4.2	SM	24,20	15,6	17,2	13,2	18,7	15,2	18,03
	J5	MH	53,80	23,2	15,02	17	17,03	21,3	15,88

La energía de compactación aplicada utilizando el molde de 6", con 3 capas y 25 golpes por capa y martillo de compactación modificada fue de 718,4 kN-m/m³ mayor que la de Proctor

estándar de 591,3 kN-m/m³ y menor que la de Proctor modificado 2696 kN-m/m³ con el fin de ver la variación en el contenido de humedad óptimo y densidades secas máximas.

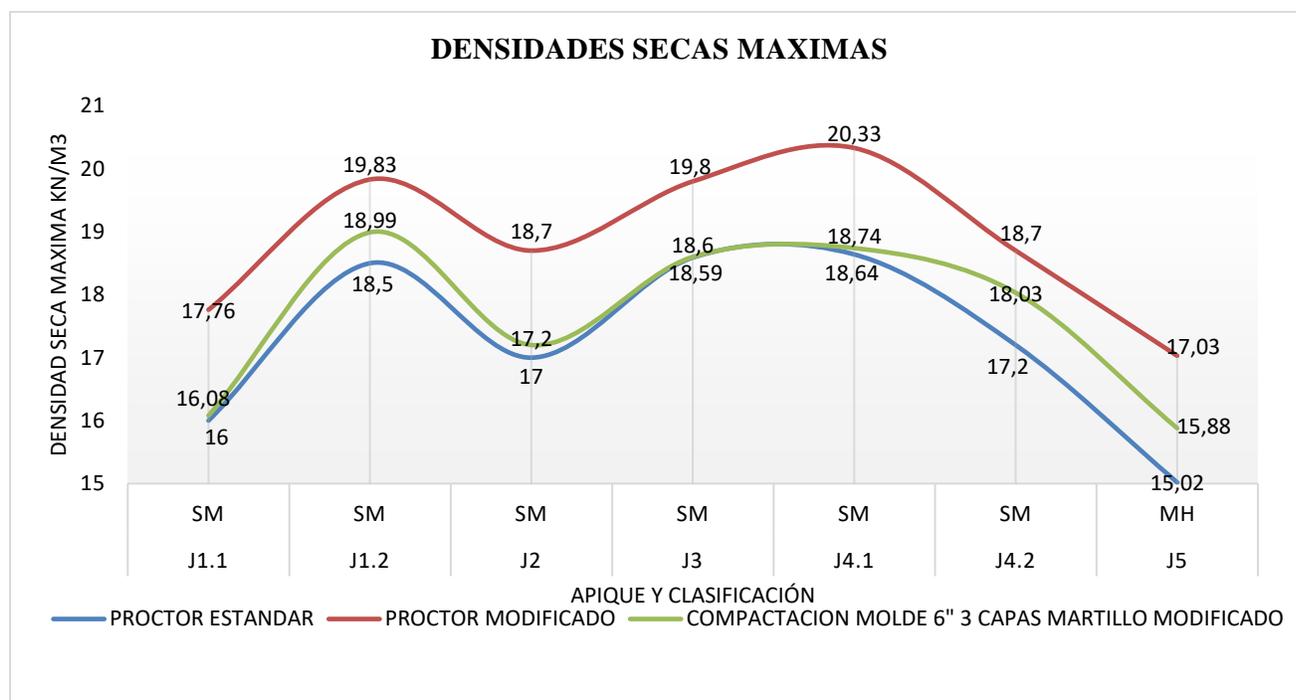


Figura 58. Densidades secas máximas Proctor estándar, Proctor modificado y compactación molde 6" 3 capas sector de Jurado. .

Las densidades secas máximas mayor para Proctor estándar se presentaron en el apique J4.1 con clasificación arenas limosas SM con 18,64 kN/m³ y Proctor modificado con 20,33 kN/m³, para la compactación con el molde de 6" presento su mayor valor en el apique J1.2 de la misma clasificación con un valor de 18,99 kN/m³ dato que este intermedio entre los dos métodos de acuerdo con la energía de compactación.

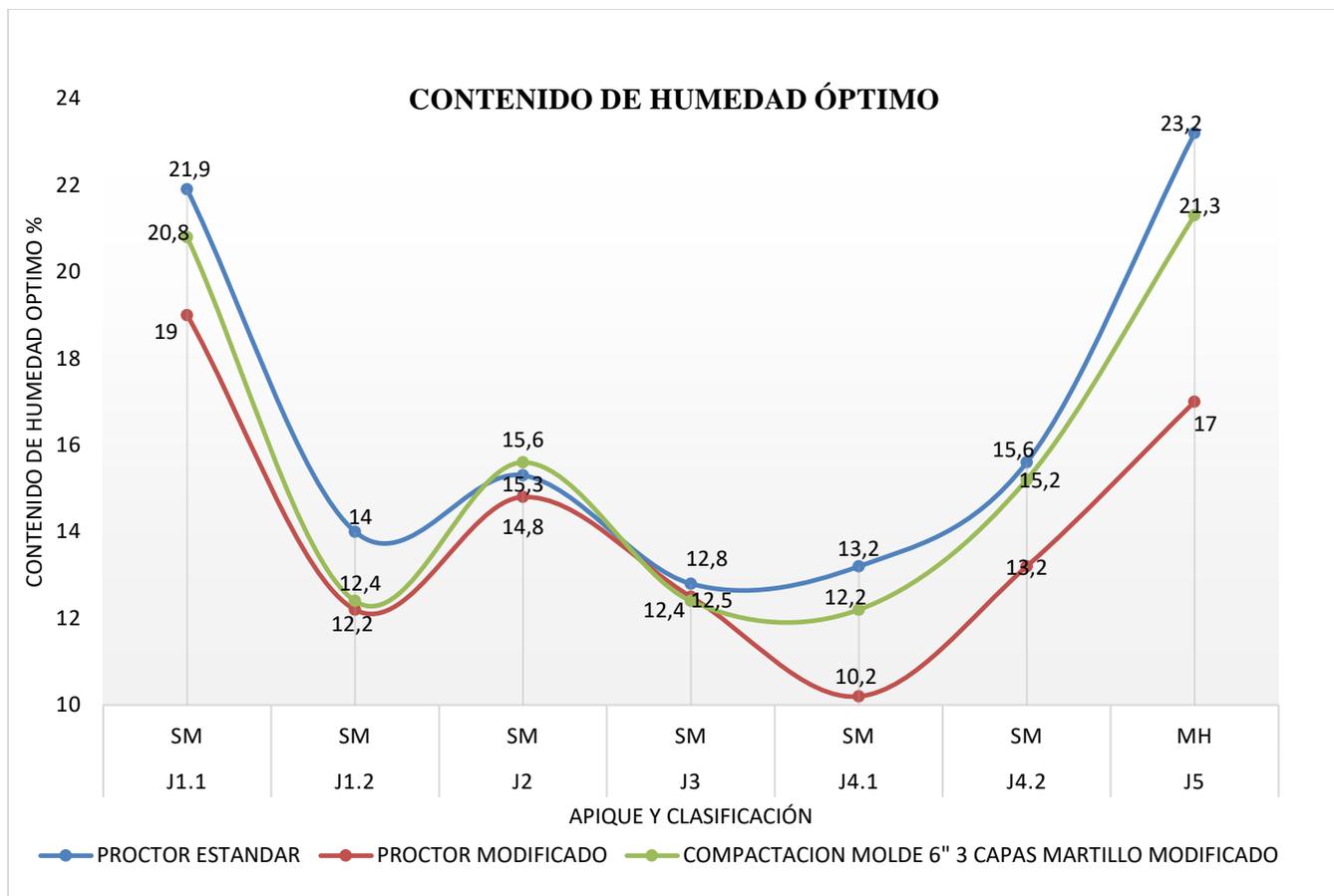


Figura 59. Contenidos de humedad óptimos de Proctor estándar, Proctor modificado y compactación molde 6" 3capas del sector de Jurado.

De los 7 apiques realizados en Jurado 6 son suelos gruesos J1.1, J1.2, J2, J3, J4.1, J4.2 arenas limosas SM y un suelo fino en el apique J5 los contenidos de humedad óptimos se presentaron menor en aquellas arenas limosas donde el límite líquido es menor a 30% en solo un caso se presentó contenido de humedad óptimo elevado en el apique J1.1 entre 19% y 21.9%. las humedades óptimas en la compactación con el molde de 6" están entre ambos métodos exacto en el apique J2 donde es mayor que la presentada en el ensayo de Proctor estándar.

Las curvas de compactación de cada método Proctor estándar y modificado y compactación molde de 6" para la zona de Jurado son:

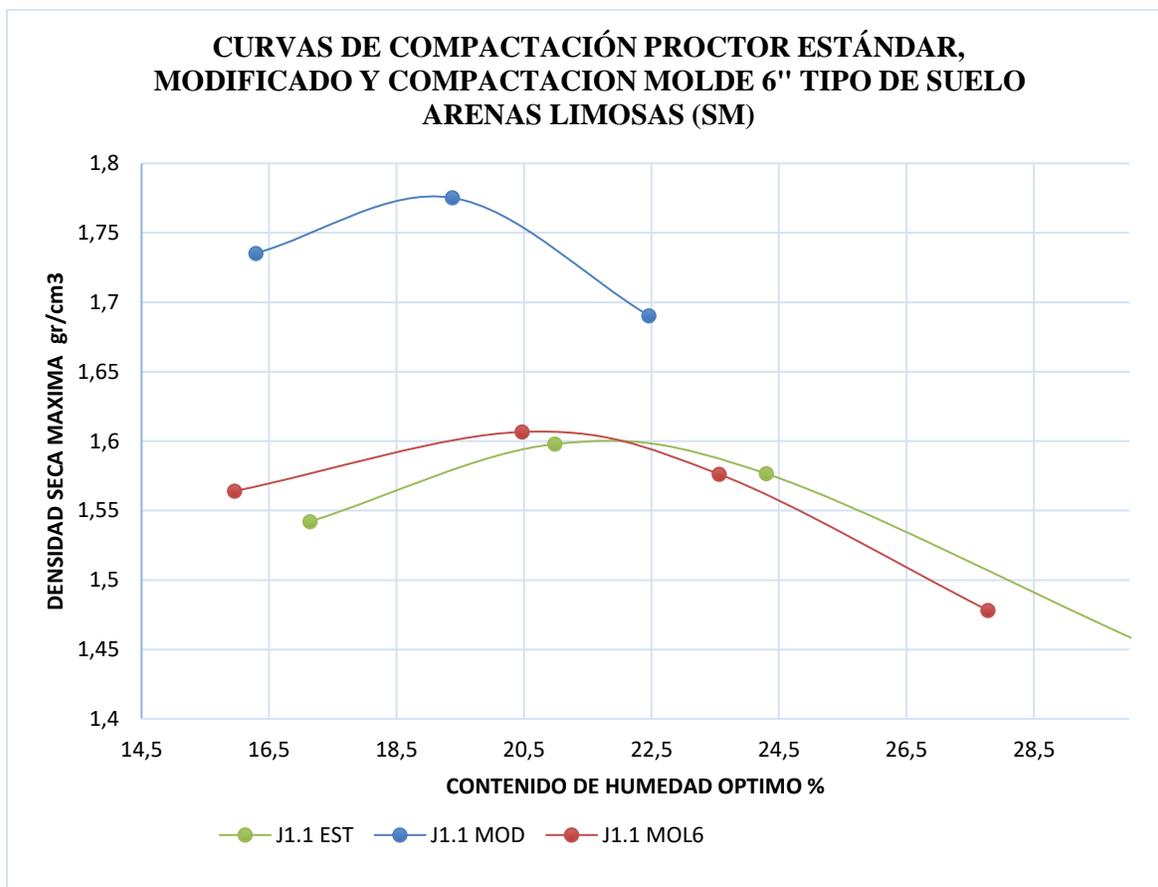


Figura 60. Curvas de compactación arenas limosas con límite líquido mayor a 30%, sector Jurado.

Las arenas limosas se presentaron en la zona de Jurado en 4 de los 5 apiques realizados, en el apique 1 estrato 1 denominado J1.1 con límite líquido 41.30% se presentó una curva tipo A de un pico y en forma de campana las densidades secas máximas obtenidas para Proctor estándar fue de 16 kN/m³ con una humedad óptima de 21,9 %, para Proctor modificado con 17,76 kN/m³ y humedad óptima de 19% y para el ensayo comparativo utilizando el molde de 6" su densidad seca máxima fue de 16,08 kN/m³ y humedad óptima de 20,8%.

Fueron 5 apiques que presentaron la forma de la curva tipo B de uno y medio pico gráficamente se observan las curvas de compactación para Proctor estándar y modificado.

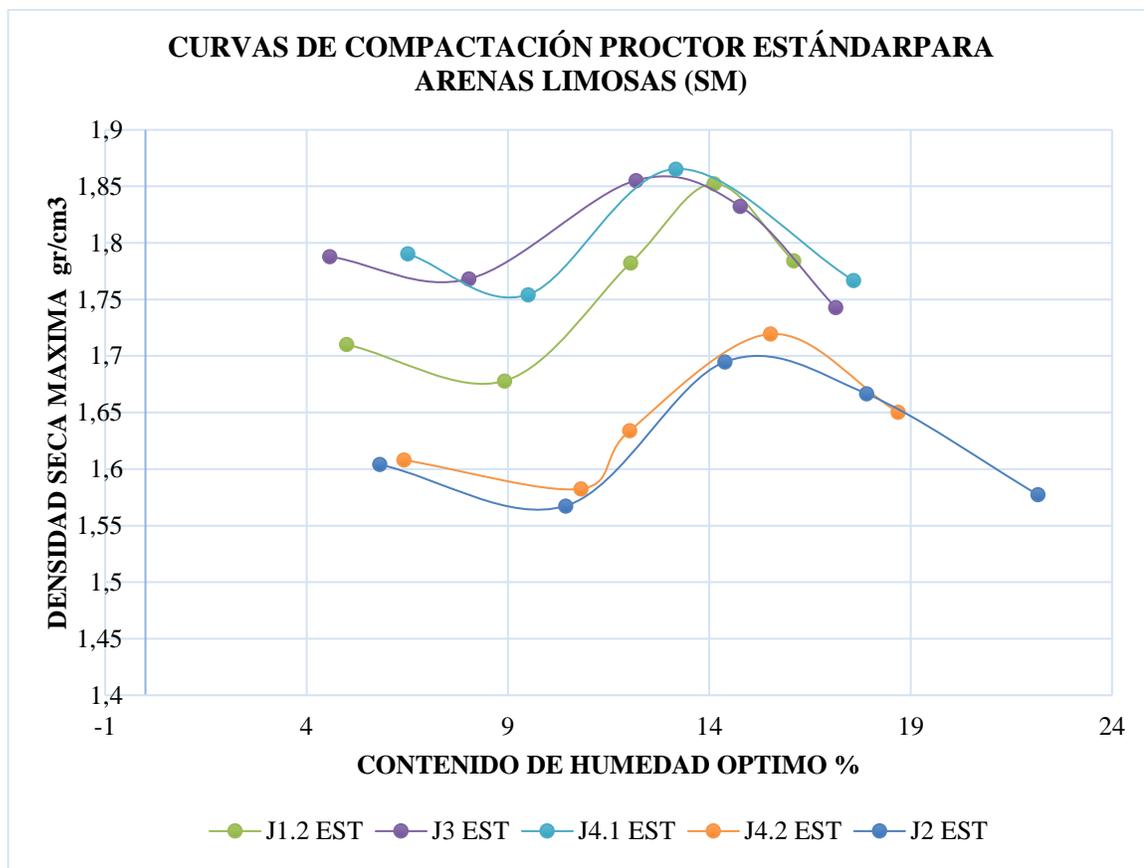


Figura 61. Curvas de compactación Proctor estándar para Arenas limosas con límite líquido inferior a 30% sector de Jurado.

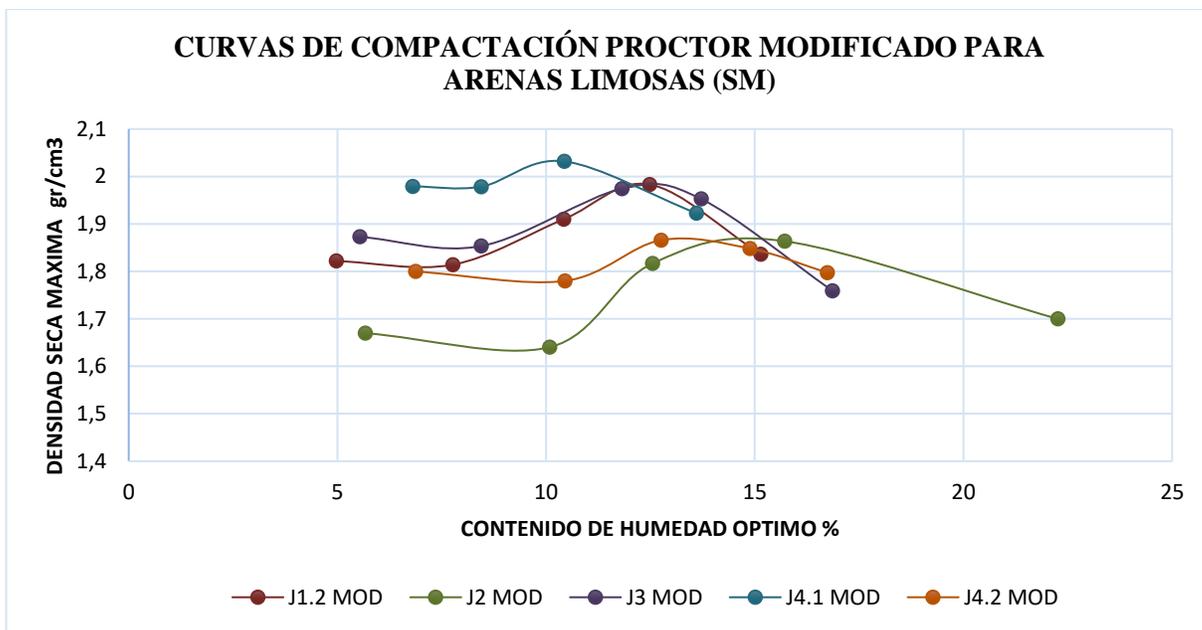


Figura 62. Curvas de compactación Proctor modificado para Arenas limosas con limite liquido inferior a 30% sector de Jurado. .

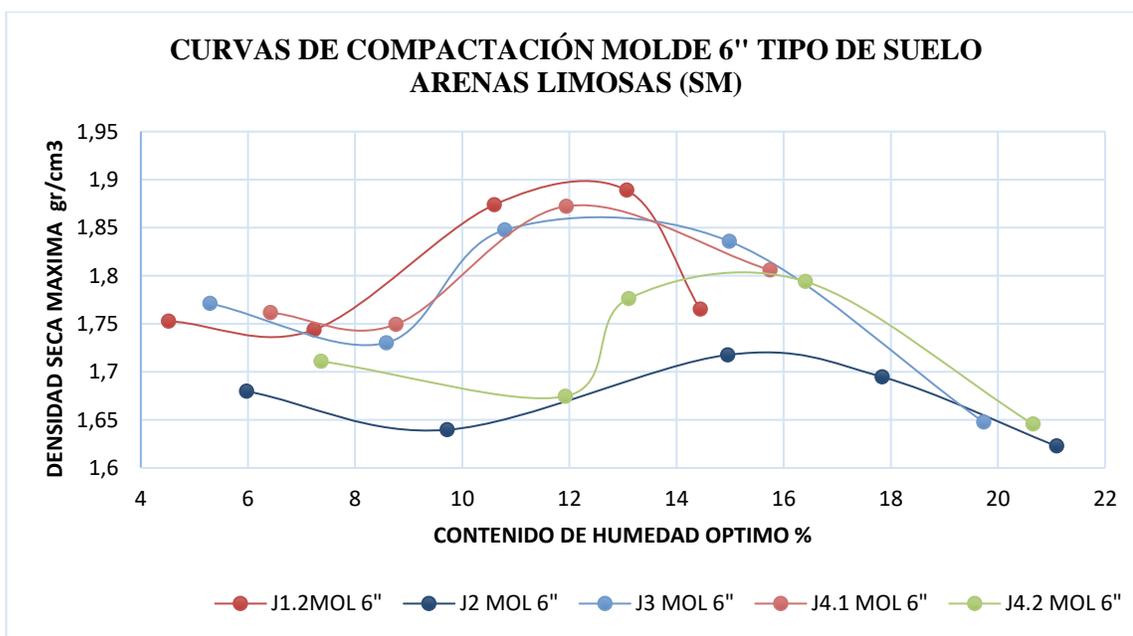


Figura 63. Curvas de compactación molde de 6" para Arenas limosas con limite liquido inferior a 30% sector de Jurado.

Para los apiques J1.2, J2, J3, J4.1, J4.2 del sector de Jurado con Arenas limosas con limite liquido inferior a 30% la forma de la curva presento variaciones respecto a los suelos de las demás zonas de estudio con curvas tipo B en de un pico y medio.

En Jurado se presentó un solo apique con clasificación Limos inorgánicos de alta plasticidad MH, en el ensayo de compactación estándar modificada y con molde de 6" el suelo presento curvas en forma de campana tipo A con densidades secas máximas que van desde 15.02KN/m³ hasta 17.03KN/m³.

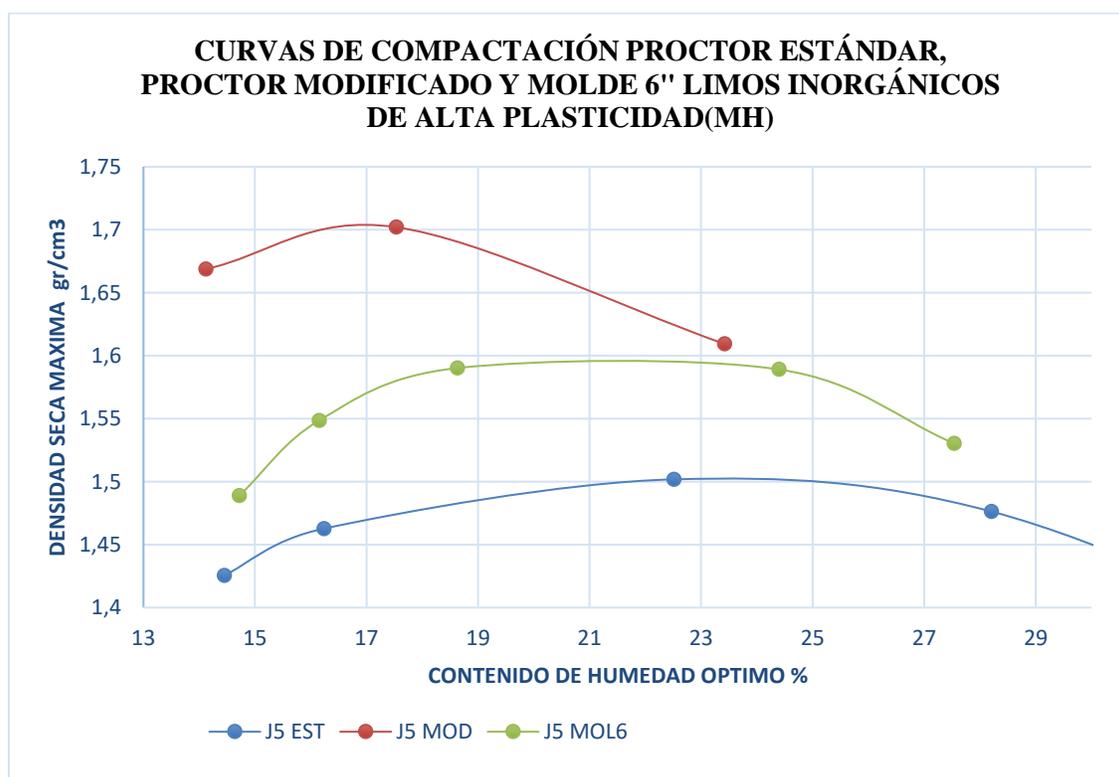


Figura 64. Curvas de compactación para Limos inorgánicos de alta plasticidad MH de la zona se Jurado.

Los limos inorgánicos de alta plasticidad presentaron una curva tipo A de un pico en forma de campana con limite liquido entre 30% y 70% con contenidos de humedades óptimos con compactación estándar de 23.2%, modificada de 17%, y con el molde de 6" 21.3%.

Tabla 41.

Cuadro resumen del tipo de suelo, sus límites y la forma que presentan.

Tipo de suelo	APIQUE	símbolo	Límite líquido	Tipo de curva	Forma
Limos inorgánicos de baja plasticidad.	JV1 - JV5	ML	< 50% Y >30%	Tipo A	Campana de un solo pico
	JV6 - JV7				
	JV8.1 - Z1				
	Z3.2 - Z4				
Limos inorgánicos de alta plasticidad.	Z3.1	MH	>50%	Tipo A	Campana de un solo pico
	J5				
Arcillas inorgánicas de baja plasticidad.	JV2 - JV3	CL	<50% Y >30	Tipo A	Campana de un solo pico
	JV4 - JV8.2				
	Z2.1 - Z2.2				
Arenas limosas.	J1.1	SM	>30%	Tipo A	Campana de un solo pico
Arenas limosas.	J1.2 - J2	SM	<30%	Tipo B	Uno y medio pico
	J3 - J4.1				
	J4.2				

5. Conclusiones y recomendaciones

Para el análisis y obtención de resultados óptimos en los ensayos de laboratorio se debe tener cuidado en la toma y recolección de la muestra, siguiendo los parámetros establecidos en la norma AASTO T86-76 y ASTM D420-69 y de esta manera obtener resultados confiables y representativos de un suelo.

Se recomienda la toma de muestras representativas que cumplan con los parámetros mínimos para realizar los ensayos y análisis de los mismos, respecto a la norma se deben coleccionar muestras de mínimo 15kg.

Las humedades obtenidas en el barrio Juan XXIII Parte alta están entre 19,8% y 40,9%; para Valle del Espíritu Santo las humedades están entre 22,7% y 35,5% y para Jurado se presentaron humedades entre 8,2% y 48,7% en cada una de las exploraciones que se realizaron. El alto rango en la variación de humedades se debe a la presencia de nivel freático correspondiente a un apique en cada zona.

Un método alternativo confiable para determinar humedades es el del horno microondas ya que sin importar el contenido de humedad presente en las muestras de suelo éste arrojará valores aproximados al método convencional del horno a 110°C durante 24 horas ahorrando tiempo a la hora de obtener resultados con errores máximos de 1.43% y mínimo de 0.03% en comparación al método del Speedy con errores máximos de 21.52% en humedades superiores al 20% y mínimos de 0.29%.

Se recomienda el uso del Speedy para determinar contenidos de humedad para suelos sueltos con tamaño de partículas menores a 4.75mm y cuyo contenido de humedad no sea superior a 15%.

Los factores que pueden afectar el ensayo del humidómetro (Speedy) son la calidad del reactivo, la cantidad de muestras, no sellar la tapa herméticamente y la inadecuada utilización del equipo por parte del personal encargado.

En el análisis granulométrico presento que los suelos de Juan XXIII Parte alta y Valle del Espíritu Santo corresponden a suelos finos en un 100% de los apiques realizados y Jurado ya que presento diferente tipología con suelos gruesos en un 85,71% de los apiques y un 14,29% corresponden a finos.

De los 22 estratos analizados en los 17 apiques realizados en las 3 zonas de exploraciones el 72,73% de los suelos son finos y el 27,27% corresponden a suelos gruesos.

El método de un punto para determinar el límite líquido de un suelo proporciona datos con una confiabilidad del 99,9% respecto al método tradicional de varios puntos, pero depende de la experticia del laboratorista a la hora de realizar el ensayo.

Se recomienda el método de un punto de ensayo para determinar el Límite Líquido porque no presenta diferencia significativa entre los datos obtenidos mediante los dos métodos lo que indica que el método alternativo es válido frente al que se había venido implementando tradicionalmente.

El color no es un indicativo de que existan suelos diferentes como quedó demostrado en la zona de Valle del Espíritu Santo, en el apique número 2 con dos estratos el primero denotado Z2.1 el segundo Z2.2 y en la zona de Jurado donde el apique número 1 y 4 presentando 2 estratos denotados J1.1, J1.2, J4.1, J4.2 los cuales en su clasificación correspondían al mismo tipo de suelo.

De los 22 estratos analizados el 36,36% corresponden a Limos inorgánicos de baja plasticidad ML el 9,10% a limos inorgánicos de alta plasticidad MH el 27,27% a arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL y el 27.27% a arenas limosas SM.

La densidad seca más alta se presentó en la zona de Jurado con un valor de 16,53 kN/m³ y la más baja fue en esta misma zona con un valor de 11,05 kN/m³. Esto porque la zona presentó suelos arenosos con baja cohesión entre sus partículas.

La mayor densidad aparente o densidad húmeda se obtuvo de la zona de Juan XXIII Parte alta exactamente del apique JV2 obteniendo un valor de 22,85 kN/m³ donde se presentó nivel freático a una profundidad de 1.50m y la menor en el barrio Jurado en el apique J3 con un dato de 14,83 kN/m³ donde la humedad natural fue la más baja de los 22 estratos de suelo.

Al variar el molde de compactación en los ensayos de Proctor este afecta tanto los contenidos de humedad óptimos como las densidades secas máximas. En los ensayos realizados donde el molde establecido por la norma ASTM 698 Y ASTM1577 fue el de 4" tanto para Proctor estándar como modificado y al cambiarlo por el de 6" manteniendo las mismas condiciones de numero de capas, numero de golpes por capa y peso del martillo, las densidades secas máximas presentaron un descenso en su valor entre el 5,18% y el 7,5% en comparación al ensayo de Proctor modificado. Utilizar un molde de compactación que no corresponda con el método de acuerdo a la Norma proporciona datos que no corresponden con la realidad del comportamiento del suelo.

Las curvas de compactación no siempre son de tipo regular si no que de acuerdo a las características físicas y químicas de una muestra de suelo esta puede presentar curvas de forma irregular como lo determino Lee y Suedkamp en 1972, clasificándolos en 4 tipo diferentes, tipo

A en forma de campana tienen un solo pico, las tipo B curva con un pico y medio, tipo C pico doble y la tipo D de forma rara no tiene un pico definido esta forma la da los límites líquidos que el suelo presente.

Los suelos finos analizados presentaron en un 100% una forma de la curva de campana de un pico de tipo A y los suelos grueso correspondientes a arenas limosas SM presentaron dos tipos de curvas diferentes para aquellas donde su límite líquido era menor que 30% la forma cambio a uno y medio pico o de tipo B y donde el límite líquido era mayor la forma fue de tipo A de un solo pico.

Se pudo clasificar los suelos de las zonas Juan XXIII parte alta, Valle del Espíritu Santo y Jurado de acuerdo a la forma de la curva de compactación tenemos que los suelos finos con clasificación limos inorgánicos de baja plasticidad ML, limos inorgánicos de alta plasticidad MH y arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL y un suelo grueso arenas limosas SM con límite líquido entre 30% y 70% presentaron curva tipo A en forma de campana de un solo pico.

Las arenas limosas SM de la zona de Jurado que presentaron límite líquido inferior a 30% la forma de la curva es de tipo B de uno y medio pico.

No siempre tener el mismo tipo de suelo garantiza la forma de la curva que se va a presentar como fue el caso de la zona de Jurado donde el mayor porcentaje de las exploraciones fueron Arenas limosas SM, pero con características diferentes y al realizar el ensayo de compactación en el apique J1.1 presentó diferencia en la forma de curva una tipo A y los demás apiques de la misma clasificación presentaron curvas tipo B.

Se recomienda seleccionar el molde de compactación de acuerdo a la gradación de las partículas basado en la granulometría del material de acuerdo con la Norma ASTM 698 para Proctor estándar y ASTM 1577 para Proctor modificado.

Se pudo determinar una vez analizados los resultados de los ensayos de laboratorio que las partículas sólidas de suelo, el contenido la humedad, la energía de compactación son factores que inciden en la forma de la curva, determinada según el límite líquido para obtener una humedad óptima y una densidad seca máxima natural presente en suelo.

Los suelos de las tres zonas objeto de estudio Juan XXIII Parte alta, Valle del Espíritu Santo y Jurado evidencian densidades secas naturales entre 11,1KN/m³ y 16,5KN/m³ valores muy bajos para ser empleados como soporte de cimentaciones de proyectos futuros debido a su baja capacidad portante e inestabilidad para construcciones y edificaciones.

La confiabilidad de los resultados depende de la toma y recolección de la muestra, calibración de los equipos y de la experticia del laboratorista.

6. Bibliografía

- BOWLES, Joseph E. Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil. Ed. Mc Graw Hill. México, 1981. 212 p.
- BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Ed. Cengage learning, México, 2013. 658 p.
- Normas de ensayo de materiales para carreteras|, Instituto nacional de vías, Bogotá, Colombia, 2012. 798 p.
- Plan básico de ordenamiento territorial, municipio de Pamplona. Alcaldía de Pamplona. Geología del casco urbano del municipio de Pamplona, 2015. 329p.
- Plan básico de ordenamiento territorial, municipio de Pamplona. Alcaldía de Pamplona. Uso propuesto del suelo urbano, 2015. 76p.
- Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente titulo A, requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. Bogotá, Colombia, 2010. 186 p.
- Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente titulo H, estudios geotécnicos. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. Bogotá, Colombia, 2010. 72 p.

7. Glosario

Arcillas: Fracción de suelo con las partículas de tamaño inferior a 0,002 mm y en las que se las puede determinar un límite plástico y un límite líquido.

Arena: Fracción de suelo cuyas partículas tienen un tamaño comprendido entre 0,06 mm y 2 mm. Fina hasta 0,2 mm; media hasta 0,6 mm; gruesa por encima de 0,6 mm.

Asentamiento inmediato: Es el que tiene lugar en una masa de suelo inmediatamente después de la aplicación de la carga.

Asentamiento: Hundimiento gradual de una estructura.

Carta de plasticidad de Casagrande: Gráfico en el que se representan los valores del límite líquido y del índice de plasticidad en un campo de coordenadas cartesianas para discriminar las arcillas y los limos de acuerdo con la relación entre dichos valores. Esta carta es utilizada sistemáticamente en la clasificación unificada de suelos.

cierto punto, sin romperse. Por medio de estos límites se mide el comportamiento de los suelos.

Cohesión: Resistencia al corte del terreno cuando la presión normal efectiva es nula.

Compacidad: característico en los suelos granulares, grado de compactación en suelos

Compactación: La compactación en el proceso realizado generalmente por medios mecánicos por el cual se obliga a las partículas de suelo a ponerse más en contacto con otras, mediante la expulsión del aire de los poros, lo que implica una reducción más o menos rápida de las vacíos, lo que produce en el suelo cambios de volumen de importancia, principalmente en el volumen de aire, ya que por lo general no se expulsa agua de los huecos durante el proceso de

compactación, siendo por lo tanto la condición de un suelo compactado la de un suelo parcialmente saturado.

Contenido de agua: Relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua libre o de poros existente en una masa de suelo y la masa de las partículas sólidas de éste. (INVIAS, 2012).

Densidad Aparente: La densidad aparente de un material o un cuerpo es la relación entre el volumen y el peso seco, incluyendo huecos y poros que contenga, aparentes o no.

Densidad seca: Es el peso de las partículas sólidas del suelo por unidad de volumen.

Densidad: Masa de un cuerpo o de un material por unidad de volumen.

Exploración: Acción que se realiza con la finalidad de determinar las condiciones del subsuelo y sus propiedades físicas, índice y mecánicas.

Gradación: Calificación de la distribución granulométrica de un suelo que se hace con base en los coeficientes de curvatura y de uniformidad.

Grava: Fracción de suelos cuyas partículas tienen un tamaño comprendido entre 2 mm y 60 mm. Fina hasta 6 mm; media hasta 20 mm; gruesa por encima de 20 mm.

Límite de cohesión: Es el contenido de humedad con el cual las boronas de suelo son capaces de pegarse una a otras.

Límite líquido: Contenido de agua de un suelo remoldeado correspondiente al límite entre sus estados plástico y líquido de consistencia. Contenido de agua con el cual una masa de suelo remoldeada y cortada con un ranurador de dimensiones estándar fluye hasta unirse en una distancia

de 13 mm bajo el impacto de 25 golpes en un aparato normalizado para la determinación del límite líquido.

Límite plástico: El contenido de agua de un suelo remoldeado que corresponde al límite entre sus estados de consistencia plástico y rígido. 2. Contenido de agua con el que un suelo comienza a desmoronarse cuando se forma con él un cilindro de 3 mm de diámetro.

Límites de consistencia: (También Límites Atterberg) Se le denomina al conjunto de estados de consistencia de los materiales plásticos, provocados por el contenido de agua.

Limo: Fracción de suelo cuyas partículas pasan por el tamiz 0,06 UNE y son de tamaño superior a 0,002 mm. Si se pueden determinar unos límites plástico y líquido su comportamiento es similar al de las arcillas. Si no se puede determinar su plasticidad su comportamiento es similar al de las arenas.

Muestra alterada: Porción del suelo extraído con fines de estudio en el laboratorio, que no requiere su conservación en estado natural.

Muestra inalterada: Muestra de suelo cuya estructura no ha sido modificada por manipulación durante el proceso de muestreo y transporte al laboratorio.

Muestra remoldeada: Muestra cuya estructura interna ha sido alterada por manipulación durante el proceso de muestreo y transporte al laboratorio.

Muestra: Porción de material que se toma para determinar las características o propiedades de una parte o de la totalidad del mismo.

Nivel freático: Altura a la que se encuentra el agua en una perforación; posición de la superficie superior del agua en un acuífero. En los acuíferos libres, el nivel freático coincide con el nivel piezométrico.

Plan Básico Ordenamiento Territorial (PBOT): Es el instrumento técnico y normativo, mediante el cual la administración municipal concertadamente con los actores sociales y particulares fijan objetivos, directrices, políticas, programas, metas, actuaciones y normas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo del municipio (áreas urbanas y rurales).

Perdida por lavado: Cantidad de material fino perdido durante el lavado de una muestra de material sometido a pruebas de laboratorio, con el fin de determinar el porcentaje de granos finos contenidos en ella.

Permeabilidad: Capacidad de una roca o de un suelo de permitir el paso de un fluido a través suyo. Medida de la relativa facilidad en que un fluido pasa a través de un material bajo una diferencia de presión dada. La permeabilidad es una característica del material, independientemente de las propiedades físicas del fluido que pasa a través suyo, y es diferente del coeficiente de permeabilidad o conductividad hidráulica. La permeabilidad de un material está dada por la velocidad de descarga del fluido con el cual se hace el ensayo, v , el gradiente hidráulico, i , el peso unitario del fluido, γ_w en el caso del agua, y su viscosidad, η , de acuerdo con la ecuación $K = v \eta / i \gamma_w$.

Peso específico aparente: Peso real de una muestra (partículas sólidas más agua) dividido entre volumen total de la misma.

Peso específico seco: Peso de las partículas sólidas, dividido por el volumen total de la muestra.

Plasticidad: Propiedad de un material que se deforma indefinidamente sin romperse al ser sometido a un esfuerzo que supere un nivel dado.

Porosidad: Relación entre el volumen ocupado por los poros y el volumen total de la muestra (partículas sólidas + poros).

Prueba Proctor: Prueba para determinar el grado de compactación de un suelo, mediante la comparativa de pesos volumétricos máximo y peso volumétrico del lugar.

Sondeo: Perforación profunda de pequeño diámetro, con extracción de testigo.

Suelo cohesivo: Cuando la proporción en el peso del contenido de finos que tengan plasticidad es igual o superior al 35%.

Suelo granular: Cuando la proporción en peso del contenido de arenas y gravas es mayor del 65%.

Tamiz: Instrumento utilizado para separar las partículas de suelo según su tamaño. Consiste en un recipiente cilíndrico cuyo fondo lo forma una malla de alambre de cobre o de acero inoxidable.

Tamizado: Proceso de separación de partículas sólidas por medio de un conjunto de tamices. El tamizado es una de las operaciones necesarias para llevar a cabo el análisis granulométrico de un suelo.

8. Anexos

Resultados de laboratorios para el sector de JUAN XXIII PARTE ALTA.

Anexo 1. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,38872	Longitud:	-72,647719	Altura	2443 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV1	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	8,5	11,5	10
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	51,7	70,2	42,4
Recipiente + Muestra Seca	gr	42,2	57,2	35,4
Peso Muestra seca	gr	33,7	45,7	25,4
Peso de Agua	gr	9,5	13	7
Contenido de Humedad	%	28,19	28,45	27,56
Promedio humedad	%	28,07		

Anexo 2. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,38872	Longitud:	-72,647719
Altura	2443	m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo	Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	JV1
Estrato		Estrato	1

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 28,07 %

Peso de la muestra (<i>W_m</i>)	gr	53,8
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	gr	58,2
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)_s</i>)	gr	22,9
Volumen de la muestra + parafina (<i>V_{m+p}</i>)	cm³	35,30
Volumen de parafina (<i>V_p</i>)	cm³	5,06
Volumen de la muestra (<i>V_m</i>)	cm³	30,24

Densidad aparente 1,779 gr/cm³

Densidad aparente 17,45 KN/m³

Densidad seca 13,63 KN/m³

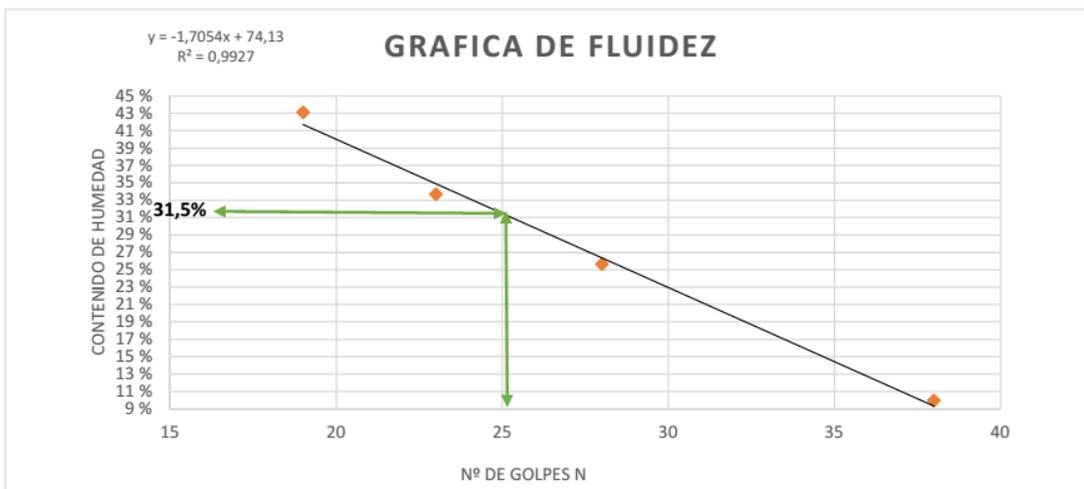
Anexo 3. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,38872	Longitud:	-72,647719	Altura	2443 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV1	Estrato 1

Determinación del límite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,35	2,32	2,33	2,33
Recipiente + Muestra Humeda	gr	23,15	24,82	24,24	20,86
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,27	20,23	18,72	15,28
Peso Muestra seca	gr	18,92	17,91	16,39	12,95
Peso de Agua	gr	1,88	4,59	5,52	5,58
Contenido de Humedad %	%	9,94	25,63	33,68	43,09
Numero de golpes, N	#	38	28	23	19



Límite líquido	31,5	%
Límite plástico	25,23	%
Índice de plasticidad Ip	6,27	%

Determinación del límite plástico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,34	2,32
Recipiente + Muestra Humeda	gr	6,14	6,47
Recipiente + Muestra Seca	gr	5,36	5,65
Peso Muestra seca	gr	3,02	3,33
Peso de Agua	gr	0,78	0,82
Contenido de Humedad %	%	25,83	24,62
Promedio humedad	%	25,23	

Anexo 4. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,38872	Longitud:	-72,647719	Altura	2443 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV1	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	2,33	2,34
Recipiente + Muestra Humeda	gr	24,24	25,62
Recipiente + Muestra Seca	gr	18,92	19,98
Peso Muestra seca	gr	16,59	17,64
Peso de Agua	gr	5,32	5,64
Contenido de Humedad %	%	32,07	31,97
Numero de golpes, N	#	23	24
límite líquido	%	31,75	31,81

Limite liquido **31,78** %

Anexo 5. Análisis granulométrico y clasificación USCS, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV1.

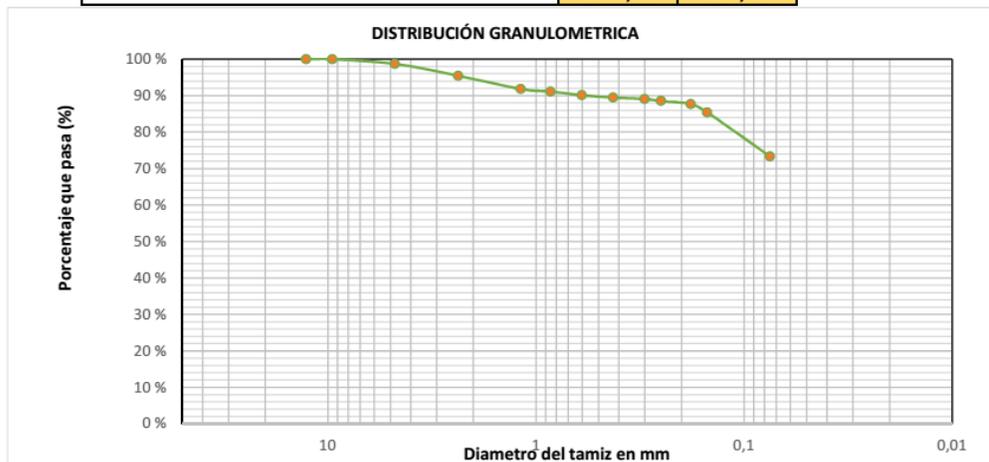
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	9/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,38872	Longitud:	-72,647719
Altura	2443	Profundidad muestra	2 m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo	Apique No	JV1
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Estrato	1

Peso del recipiente	9,8	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,8	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	281,2	gr
Material perdido en lavado	718,8	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
						100
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	656	0	0,00	100,00
4	4,75	647,4	660,2	12,8	1,28	98,72
8	2,36	545,4	578,2	32,8	3,28	95,44
16	1,18	542,6	578,6	36	3,60	91,84
20	0,85	526,2	533,4	7,2	0,72	91,12
30	0,6	524,2	534,2	10	1,00	90,12
40	0,425	484,8	491,2	6,4	0,64	89,48
50	0,3	502,4	506,4	4	0,40	89,08
60	0,25	500,2	505,8	5,6	0,56	88,52
80	0,18	457	465,2	8,2	0,82	87,70
100	0,15	481,4	504,6	23,2	2,32	85,38
200	0,075	461,4	582,2	120,8	12,08	73,30
FONDO		567,8	1300,8	733	73,30	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA 1,28 % **ARENA** 25,42 % **FINOS** 73,30 %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Limos inorgánicos de baja plasticidad ML

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 6. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	21/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,38872	Longitud	-72,647719	Altura	2443 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillito		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV1	Estrato 1

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4	N
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16	cm	Altura	11,64	cm
			Volumen	943,30	Cm3

Determinación contenido de humedad

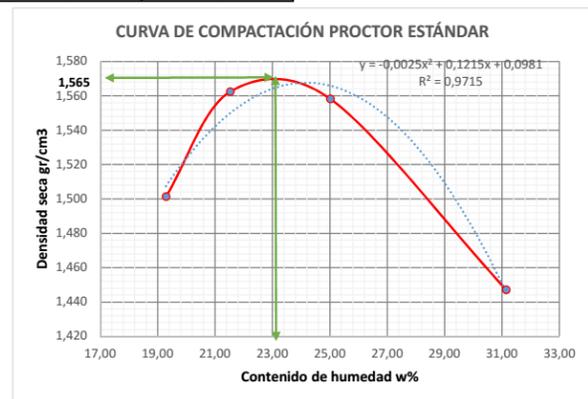
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	7,24	6,4	7,37	10,91	10,44	10,58	10,71	10,51
Recipiente + Muestra Humeda	gr	44,3	42,38	65,47	54,38	60,7	63,61	64,18	77,7
Recipiente + Muestra Seca	gr	38,34	36,53	55,22	46,65	50,49	53,16	51,43	61,81
Peso Muestra seca	gr	31,1	30,13	47,85	35,74	40,05	42,58	40,72	51,3
Peso de Agua	gr	5,96	5,85	10,25	7,73	10,21	10,45	12,75	15,89
Contenido de Humedad	%	19,16	19,42	21,42	21,63	25,49	24,54	31,31	30,97
Promedio humedad	%	19,29		21,52		25,02		31,14	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	19,29	21,52	25,02	31,14
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3685,8	3787,4	3834	3786,6
Peso Suelo	gr	1689,4	1791	1837,6	1790,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,791	1,899	1,948	1,898
Densidad Seca	gr/cm3	1,501	1,562	1,558	1,447

Densidad seca maxima 1,565 gr/cm3Densidad seca maxima 15,65 KN/m3Contenido humedo optimo 23 %Energía de compactación 591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES _____



Anexo 7. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	16/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,38872	Longitud	-72,647719	Altura	2443 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

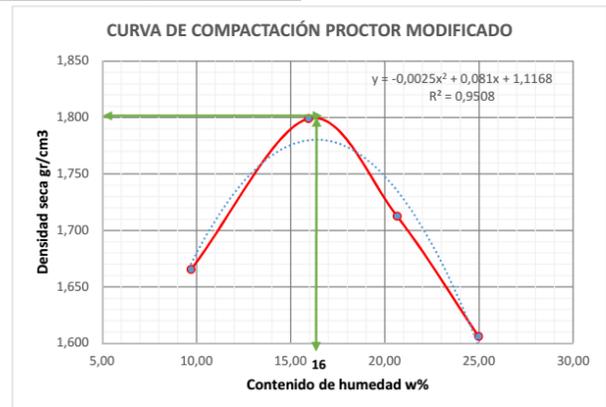
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,35	2,26	2,32	2,31	2,25	2,25	2,25	2,25
Recipiente + Muestra Humeda	gr	38,41	32,45	36,43	36,45	27,92	32,95	56,03	61,38
Recipiente + Muestra Seca	gr	35,05	29,92	31,66	31,84	23,54	27,68	45,23	49,62
Peso Muestra seca	gr	32,7	27,66	29,34	29,53	21,29	25,43	42,98	47,37
Peso de Agua	gr	3,36	2,53	4,77	4,61	4,38	5,27	10,8	11,76
Contenido de Humedad	%	10,28	9,15	16,26	15,61	20,57	20,72	25,13	24,83
Promedio humedad	%	9,71		15,93		20,65		24,98	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	9,71	15,93	20,65	24,98
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3720	3963,8	3945,4	3889,8
Peso Suelo	gr	1723,6	1967,4	1949	1893,4
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,827	2,086	2,066	2,007
Densidad Seca	gr/cm ³	1,665	1,799	1,713	1,606

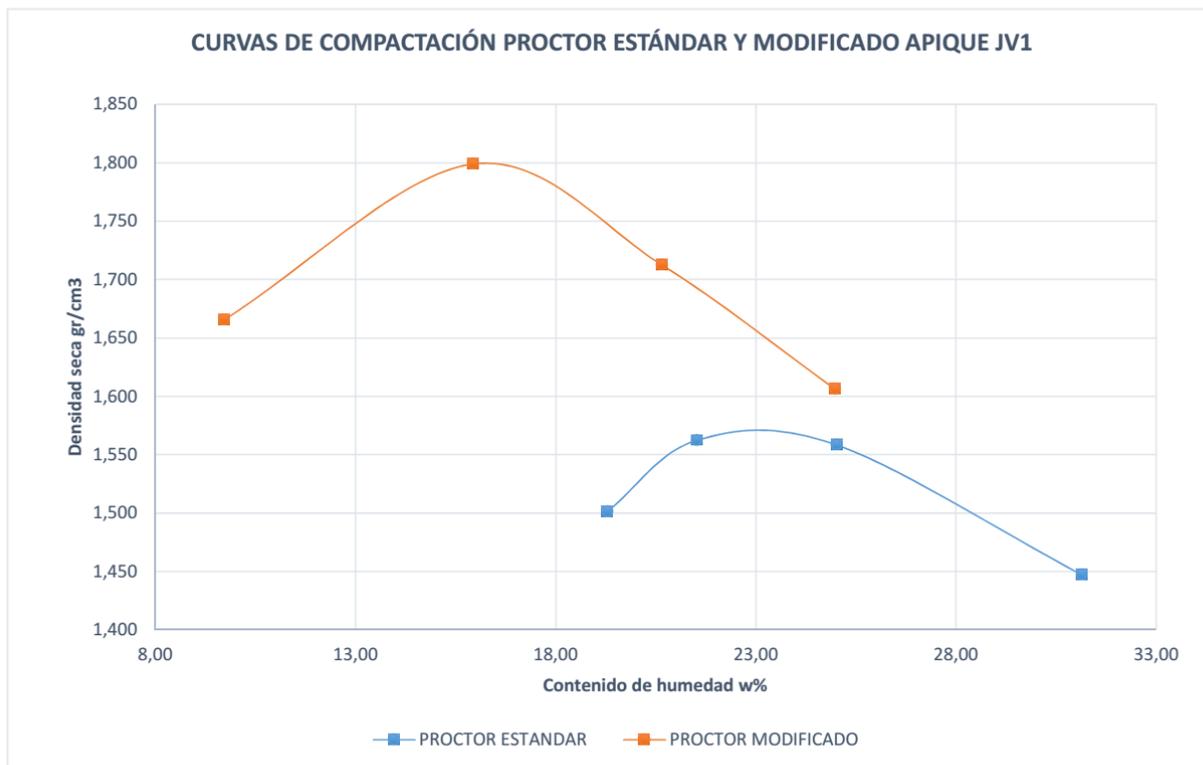
Densidad seca maxima	<u>1,8</u> gr/cm ³
Densidad seca maxima	<u>18</u> KN/m ³
Contenido humedo optimo	<u>16</u> %
Energía de compactación	<u>2696</u> KN-m/m ³

OBSERVACIONES



Anexo 8. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	16/08/2018



Anexo 9. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388401	Longitud:	-72,647781	Altura	2430 m.s.n.m
Descripción del suelo	Color amarillo con nivel freatico a 1,50m		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV2	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	8,5	12,4	10,5
Recipiente + Muestra Humeda	gr	53,4	60,3	48,6
Recipiente + Muestra Seca	gr	40,4	46,4	37,5
Peso Muestra seca	gr	31,9	34	27
Peso de Agua	gr	13	13,9	11,1
Contenido de Humedad	%	40,75	40,88	41,11
Promedio humedad	%	40,92		

Anexo 10. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	<u>7,388401</u>	Longitud:	<u>-72,647781</u>
		Altura	<u>2430</u> m.s.n.m
Descripción del suelo	olor amarillo con nivel freatico a 1,50	Profundidad muestra	<u>2</u> m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	<u>JV2</u>
		Estrato	<u>1</u>

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 40,92 %

Peso de la muestra (Wm)	gr	50,1
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	62,1
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	26,8
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm³	35,30
Volumen de parafina (Vp)	cm³	13,79
Volumen de la muestra (Vm)	cm³	21,51

Densidad aparente 2,329 gr/cm³

Densidad aparente 22,85 KN/m³

Densidad seca 16,22 KN/m³

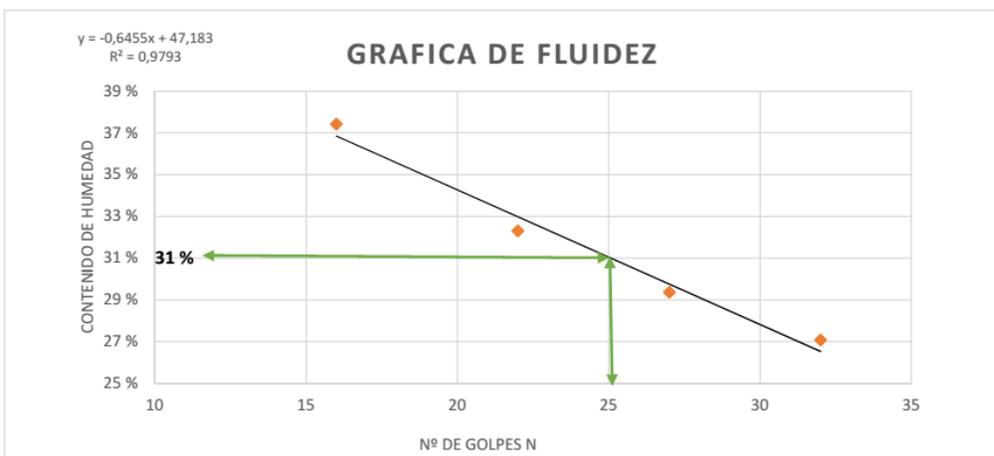
Anexo 11. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388401	Longitud:	-72,647781	Altura	2430 m.s.n.m
Descripción del suelo	Color amarillo con nivel freatico a 1,50m		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV2	Estrato 1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,31	2,25	2,28	2,25
Recipiente + Muestra Humeda	gr	26,77	26,8	27,72	25,83
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,56	21,23	21,51	19,41
Peso Muestra seca	gr	19,25	18,98	19,23	17,16
Peso de Agua	gr	5,21	5,57	6,21	6,42
Contenido de Humedad %	%	27,06	29,35	32,29	37,41
Numero de golpes, N	#	32	27	22	16



Límite líquido	31	%
Límite plástico	19,21	%
Índice de plasticidad Ip	11,79	%

Determinación del limite plástico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,25	2,23
Recipiente + Muestra Humeda	gr	7,44	7,22
Recipiente + Muestra Seca	gr	6,62	6,4
Peso Muestra seca	gr	4,37	4,17
Peso de Agua	gr	0,82	0,82
Contenido de Humedad %	%	18,76	19,66
Promedio humedad	%	19,21	

Anexo 12. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388401	Longitud:	-72,647781	Altura	2430 m.s.n.m
Descripción del suelo	Color amarillo con nivel freatico a 1,50m		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV2	Estrato 0

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,28	2,36
Recipiente + Muestra Humeda	gr	27,72	24,25
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,71	19,06
Peso Muestra seca	gr	19,43	16,7
Peso de Agua	gr	6,01	5,19
Contenido de Humedad %	%	30,93	31,08
Numero de golpes, N	#	27	27
límite líquido	%	31,21	31,36

Limite liquido 31,28 %

Anexo 13. Análisis granulométrico y clasificación USCS Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV2.

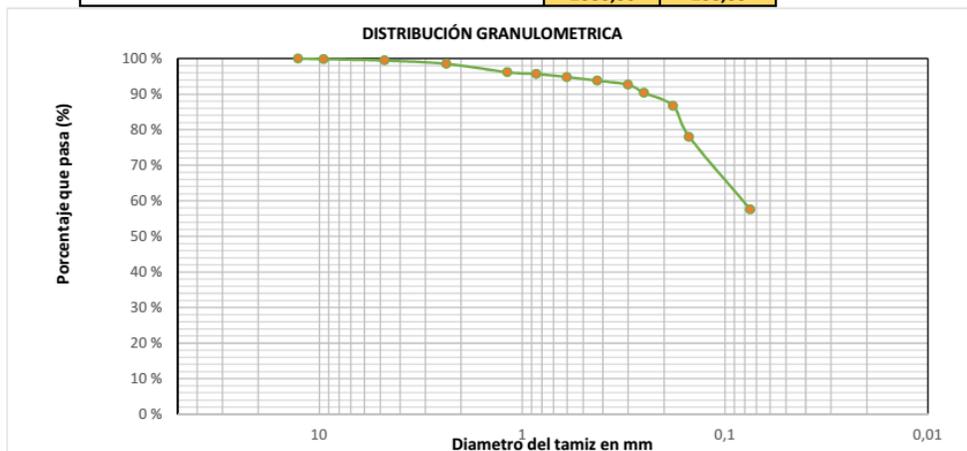
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	9/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta		
Latitud:	7,388401	Longitud:	-72,647781	Altura	2430 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Color amarillo con nivel freatico a 1,50m		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV2	Estrato	1

Peso del recipiente	9,8	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,8	gr
Peso de la muestra seca W _s	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	441,6	gr
Material perdido en lavado	558,4	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz (gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
						100
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	657,6	1,6	0,16	99,84
4	4,75	647,4	651,2	3,8	0,38	99,46
8	2,36	545,4	554,8	9,4	0,94	98,52
16	1,18	542,6	566,2	23,6	2,36	96,16
20	0,85	526,2	531	4,8	0,48	95,68
30	0,6	524,2	533	8,8	0,88	94,80
40	0,425	484,8	494,6	9,8	0,98	93,82
50	0,3	502,4	514,4	12	1,20	92,62
60	0,25	500,2	523	22,8	2,28	90,34
80	0,18	457	493,6	36,6	3,66	86,68
100	0,15	481,4	568,6	87,2	8,72	77,96
200	0,075	461,4	665,6	204,2	20,42	57,54
FONDO		567,8	1143,2	575,4	57,54	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA **0,54** % ARENA **41,92** % FINOS **57,54** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 14. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	21/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud	7,388401	Longitud	-72,647781	Altura	2430 m.s.n.m
Descripción del suelo	Color amarillo con nivel freatico a 1,50m			Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera			Apique No	JV2 Estrato 1

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

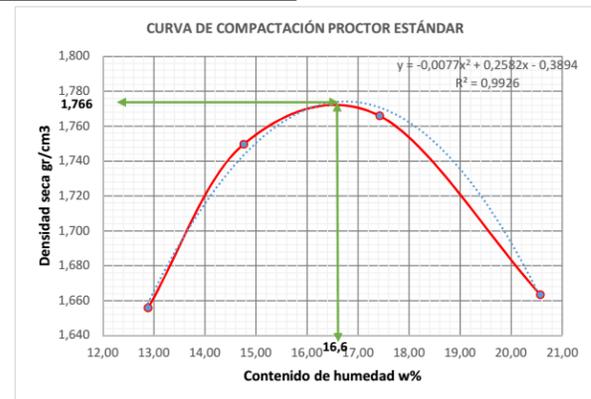
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	10,61	10,35	10,55	10,56	10,59	10,39	10,57	10,25
Recipiente + Muestra Humeda	gr	57,25	68,84	52,73	55,86	68	67,76	69,83	61,64
Recipiente + Muestra Seca	gr	51,85	62,26	47,19	50,16	59,38	59,35	59,78	52,82
Peso Muestra seca	gr	41,24	51,91	36,64	39,6	48,79	48,96	49,21	42,57
Peso de Agua	gr	5,4	6,58	5,54	5,7	8,62	8,41	10,05	8,82
Contenido de Humedad	%	13,09	12,68	15,12	14,39	17,67	17,18	20,42	20,72
Promedio humedad	%	12,88		14,76		17,42		20,57	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	12,88	14,76	17,42	20,57
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3759,6	3890,4	3952,4	3888,2
Peso Suelo	gr	1763,2	1894	1956	1891,8
Densidad Humeda	gr/cm3	1,869	2,008	2,074	2,006
Densidad Seca	gr/cm3	1,656	1,750	1,766	1,663

Densidad seca maxima	1,766 gr/cm3
Densidad seca maxima	17,66 KN/m3
Contenido humedo optimo	16,6 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 15. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Práctica	21/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,388401	Longitud	-72,647781	Altura	2430 m.s.n.m
Descripción del suelo	Color amarillo con nivel freatico a 1,50m			Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera			Apique No	JV2 Estrato 1

PROCTOR:	Estándar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

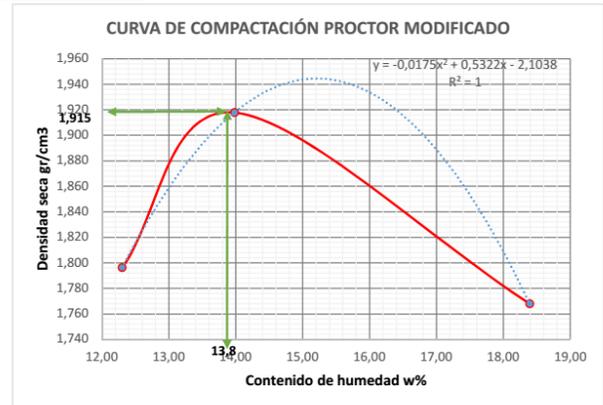
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	10,53	10,57	10,49	10,58	10,82	10,59
Recipiente + Muestra Humeda	gr	39,29	49,99	55,91	47,97	56,82	62,38
Recipiente + Muestra Seca	gr	36,17	45,63	50,32	43,4	49,52	54,51
Peso Muestra seca	gr	25,64	35,06	39,83	32,82	38,7	43,92
Peso de Agua	gr	3,12	4,36	5,59	4,57	7,3	7,87
Contenido de Humedad	%	12,17	12,44	14,03	13,92	18,86	17,92
Promedio humedad	%	12,30		13,98		18,39	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	12,30	13,98	18,39
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3899,2	4058,4	3970,8
Peso Suelo	gr	1902,8	2062	1974,4
Densidad Humeda	gr/cm3	2,017	2,186	2,093
Densidad Seca	gr/cm3	1,796	1,918	1,768

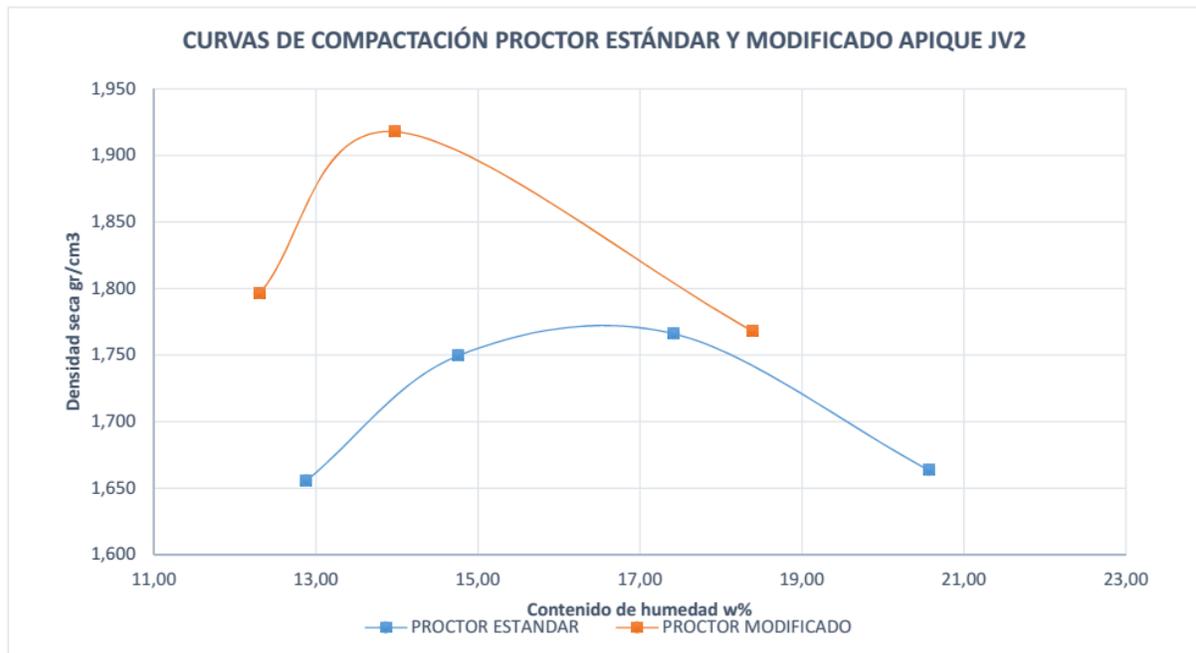
Densidad seca maxima	<u>1,915</u> gr/cm3
Densidad seca maxima	<u>19,15</u> KN/m3
Contenido humedo optimo	<u>13,8</u> %
Energía de compactación	<u>2696</u> KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 16. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	21/08/2018



Anexo 17. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388299	Longitud:	-72,647366	Altura	2435 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV3	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	8,3	8,5	11,4
Recipiente + Muestra Humeda	gr	75,4	60,8	80,6
Recipiente + Muestra Seca	gr	61,6	50,3	67,1
Peso Muestra seca	gr	53,3	41,8	55,7
Peso de Agua	gr	13,8	10,5	13,5
Contenido de Humedad	%	25,89	25,12	24,24
Promedio humedad	%	25,08		

Anexo 18. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,388299	Longitud:	-72,647366
		Altura	2435 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo	Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	JV3
		Estrato	1

Densidad del agua 1 gr/cm3

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm3

Humedad 25,08 %

Peso de la muestra (<i>W_m</i>)	gr	44,7
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	gr	47,8
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)_s</i>)	gr	20,7
Volumen de la muestra + parafina (<i>V_{m+p}</i>)	cm3	27,10
Volumen de parafina (<i>V_p</i>)	cm3	3,56
Volumen de la muestra (<i>V_m</i>)	cm3	23,54

Densidad aparente 1,899 gr/cm3

Densidad aparente 18,63 KN/m3

Densidad seca 14,89 KN/m3

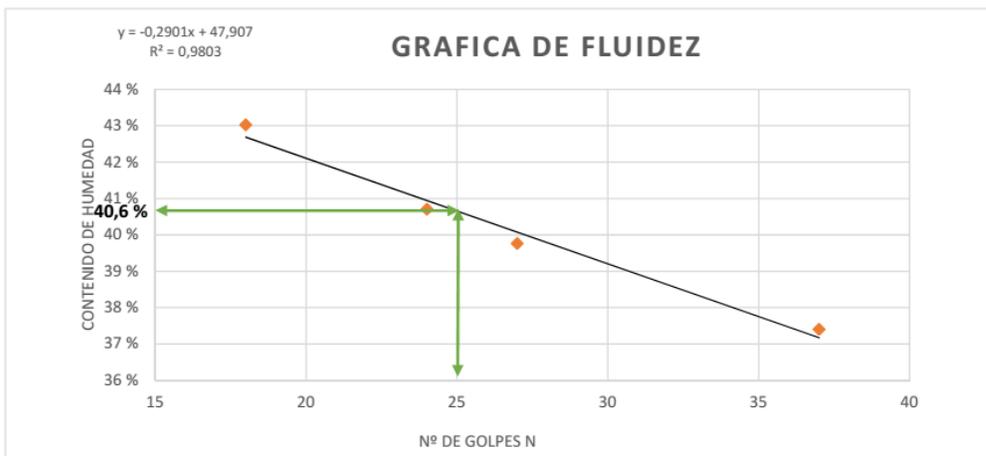
Anexo 19. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388299	Longitud:	-72,647366	Altura	2435 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV3	Estrato 1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,21	2,26	2,25	2,24
Recipiente + Muestra Humeda	gr	26,31	27,04	23,96	23,75
Recipiente + Muestra Seca	gr	19,75	19,99	17,68	17,28
Peso Muestra seca	gr	17,54	17,73	15,43	15,04
Peso de Agua	gr	6,56	7,05	6,28	6,47
Contenido de Humedad %	%	37,40	39,76	40,70	43,02
Numero de golpes, N	#	37	27	24	18



Limite liquido	40,6	%
Limite plastico	23,09	%
Indice de plasticidad Ip	17,51	%

Determinación del limite plastico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,25	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	6,38	7,34
Recipiente + Muestra Seca	gr	5,59	6,41
Peso Muestra seca	gr	3,34	4,13
Peso de Agua	gr	0,79	0,93
Contenido de Humedad %	%	23,65	22,52
Promedio humedad	%	23,09	

Anexo 20. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388299	Longitud:	-72,647366	Altura	2435 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV3	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	2,25	2,22
Recipiente + Muestra Humeda	gr	23,96	21,32
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,72	15,77
Peso Muestra seca	gr	15,47	13,55
Peso de Agua	gr	6,24	5,55
Contenido de Humedad %	%	40,34	40,96
Numero de golpes, N	#	24	23
límite líquido	%	40,13	40,55

Limite liquido 40,34 %

Anexo 21. Análisis granulométrico y clasificación USCS Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV3.

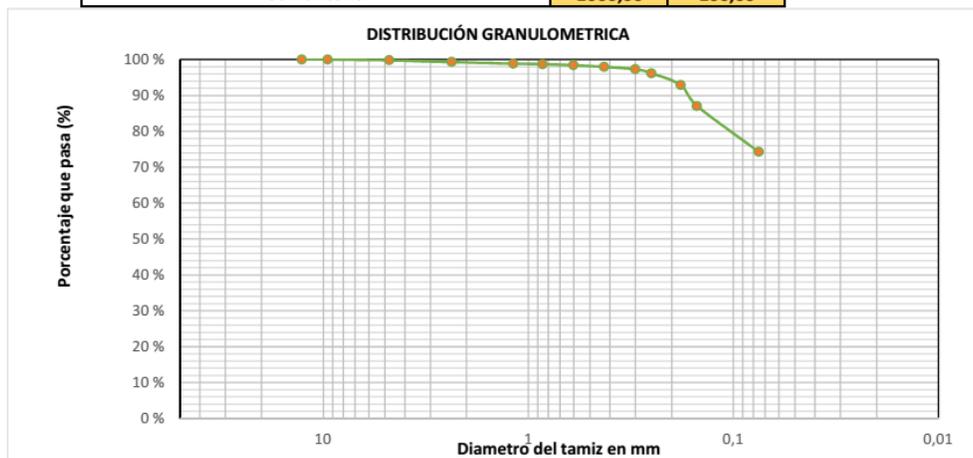
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	9/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta		
Latitud:	7,388299	Longitud:	-72,647366	Altura	2435 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV3	Estrato	1

Peso del recipiente	9,8	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,8	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	267,2	gr
Material perdido en lavado	732,8	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz (gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
						100
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	656	0	0,00	100,00
4	4,75	647,4	649,4	2	0,20	99,80
8	2,36	545,4	550,2	4,8	0,48	99,32
16	1,18	542,6	547,4	4,8	0,48	98,84
20	0,85	526,2	527,4	1,2	0,12	98,72
30	0,6	524,2	527,2	3	0,30	98,42
40	0,425	484,8	489,4	4,6	0,46	97,96
50	0,3	502,4	508,8	6,4	0,64	97,32
60	0,25	500,2	511,8	11,6	1,16	96,16
80	0,18	457	490	33	3,30	92,86
100	0,15	481,4	539,6	58,2	5,82	87,04
200	0,075	461,4	589,4	128	12,80	74,24
FONDO		567,8	1310,2	742,4	74,24	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA **0,20** % ARENA **25,56** % FINOS **74,24** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 22. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	21/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,388299	Longitud	-72,647366	Altura	2435 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV3	Estrato 1

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4	N
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16	cm	Altura	11,64	cm
			Volumen	943,30	Cm3

Determinación contenido de humedad

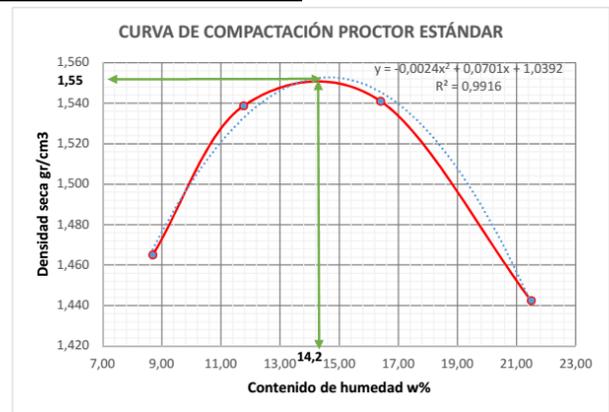
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,36	2,35	2,32	2,34	2,35	2,32	2,32	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	44,89	44,48	36	45,78	40,29	47,16	58,74	55,89
Recipiente + Muestra Seca	gr	41,5	41,1	32,46	41,2	34,97	40,81	48,89	46,28
Peso Muestra seca	gr	39,14	38,75	30,14	38,86	32,62	38,49	46,57	44,01
Peso de Agua	gr	3,39	3,38	3,54	4,58	5,32	6,35	9,85	9,61
Contenido de Humedad	%	8,66	8,72	11,75	11,79	16,31	16,50	21,15	21,84
Promedio humedad	%	8,69		11,77		16,40		21,49	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	8,69	11,77	16,40	21,49
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3498,4	3618,6	3688,4	3649,4
Peso Suelo	gr	1502	1622,2	1692	1653
Densidad Humeda	gr/cm3	1,592	1,720	1,794	1,752
Densidad Seca	gr/cm3	1,465	1,539	1,541	1,442

Densidad seca maxima 1,55 gr/cm3Densidad seca maxima 15,5 KN/m3Contenido humedo optimo 14,2 %Energía de compactación 591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 23. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	21/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,388299	Longitud	-72,647366	Altura	2435 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV3 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

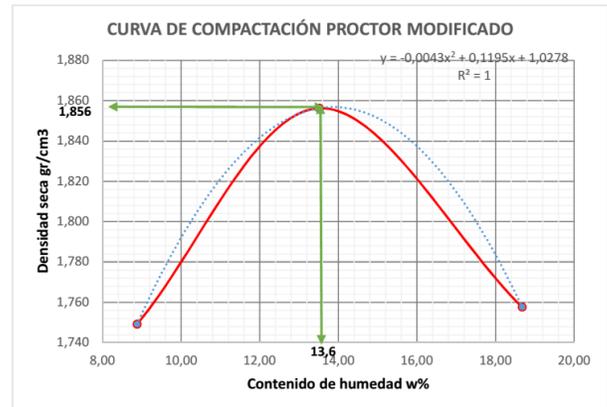
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,28	2,27	2,28	2,23	2,23	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	44,9	41,56	40,46	34,44	52,54	55,11
Recipiente + Muestra Seca	gr	41,25	38,52	35,98	30,55	44,56	46,86
Peso Muestra seca	gr	38,97	36,25	33,7	28,32	42,33	44,59
Peso de Agua	gr	3,65	3,04	4,48	3,89	7,98	8,25
Contenido de Humedad	%	9,37	8,39	13,29	13,74	18,85	18,50
Promedio humedad	%	8,88		13,51		18,68	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	8,88	13,51	18,68
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3792,8	3984	3964
Peso Suelo	gr	1796,4	1987,6	1967,6
Densidad Humeda	gr/cm3	1,904	2,107	2,086
Densidad Seca	gr/cm3	1,749	1,856	1,758

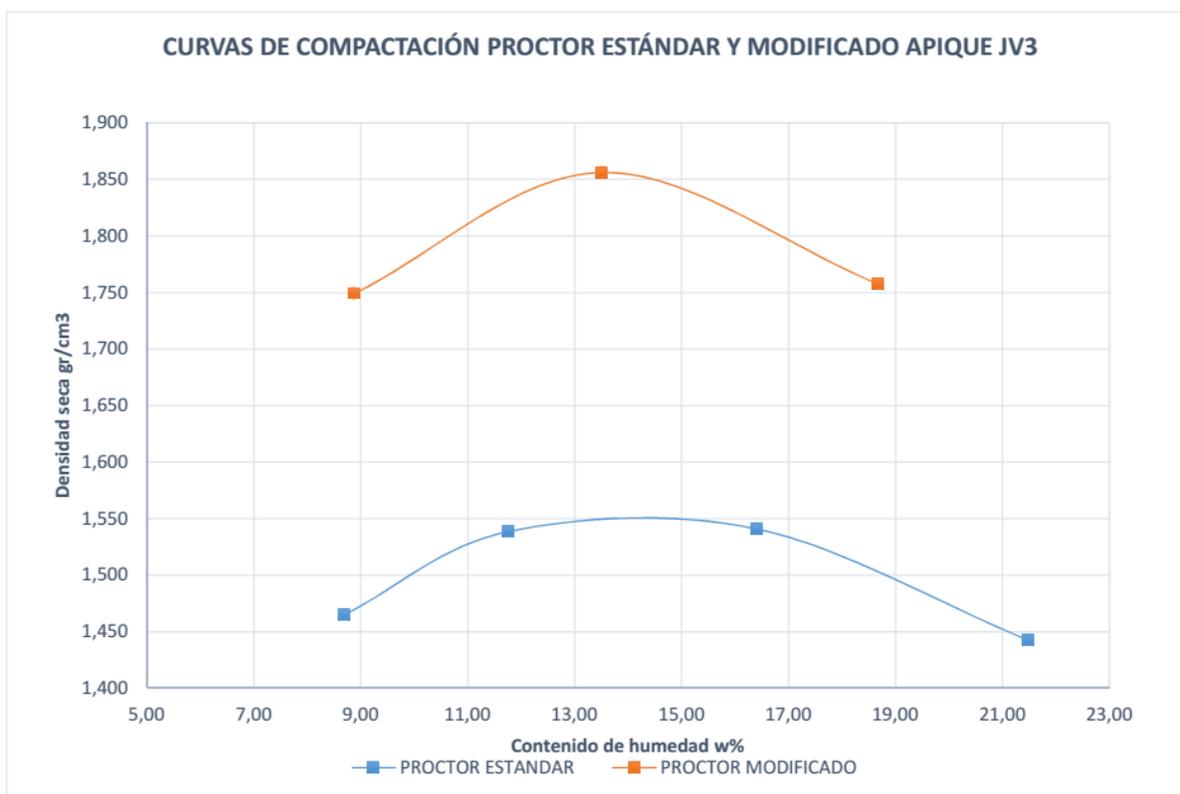
Densidad seca maxima	<u>1,856</u> gr/cm3
Densidad seca maxima	<u>18,56</u> KN/m3
Contenido humedo optimo	<u>13,6</u> %
Energía de compactación	<u>2696</u> KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 24. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	21/08/2018



Anexo 25. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,387908	Longitud:	-72,64744	Altura	2424 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV4	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	4,8	7,3	8,6
Recipiente + Muestra Humeda	gr	37	40,2	44,1
Recipiente + Muestra Seca	gr	31,8	34,5	38,4
Peso Muestra seca	gr	27	27,2	29,8
Peso de Agua	gr	5,2	5,7	5,7
Contenido de Humedad	%	19,26	20,96	19,13
Promedio humedad	%	19,78		

Anexo 26. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,387908	Longitud:	-72,64744
		Altura	2424 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillito	Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	JV4
		Estrato	1

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 19,78 %

Peso de la muestra (<i>W_m</i>)	gr	62,4
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	gr	66,2
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)_s</i>)	gr	30,1
Volumen de la muestra + parafina (<i>V_{m+p}</i>)	cm³	36,10
Volumen de parafina (<i>V_p</i>)	cm³	4,37
Volumen de la muestra (<i>V_m</i>)	cm³	31,73

Densidad aparente 1,966 gr/cm³

Densidad aparente 19,29 KN/m³

Densidad seca 16,11 KN/m³

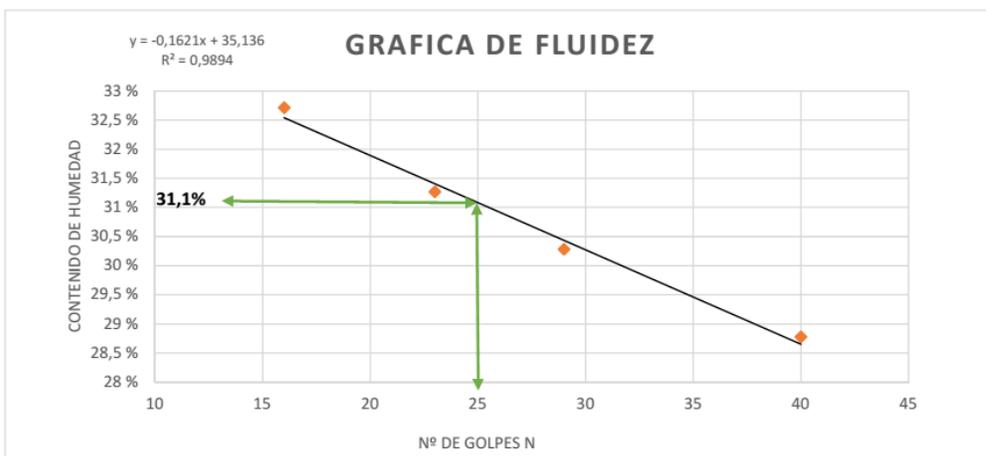
Anexo 27. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,387908	Longitud:	-72,64744	Altura	2424 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV4	Estrato 1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,25	2,24	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,42	34,95	26,38	28,56
Recipiente + Muestra Seca	gr	24,13	27,35	20,63	22,08
Peso Muestra seca	gr	21,86	25,1	18,39	19,81
Peso de Agua	gr	6,29	7,6	5,75	6,48
Contenido de Humedad %	%	28,77	30,28	31,27	32,71
Numero de golpes, N	#	40	29	23	16



Limite liquido	31,1	%
Limite plastico	21,07	%
Indice de plasticidad Ip	10,03	%

Determinación del limite plastico

		1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,23	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	8,68	8,22
Recipiente + Muestra Seca	gr	7,55	7,19
Peso Muestra seca	gr	5,32	4,93
Peso de Agua	gr	1,13	1,03
Contenido de Humedad %	%	21,24	20,89
Promedio humedad	%	21,07	

Anexo 28. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,387908	Longitud:	-72,64744	Altura	2 0
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV4	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	2,25	2,24
Recipiente + Muestra Humeda	gr	34,95	22,36
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,32	17,64
Peso Muestra seca	gr	25,07	15,4
Peso de Agua	gr	7,63	4,72
Contenido de Humedad %	%	30,43	30,65
Numero de golpes, N	#	29	28
límite líquido	%	30,98	31,08

Limite liquido 31,03 %

Anexo 29. Análisis granulométrico y clasificación USCS Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV4.

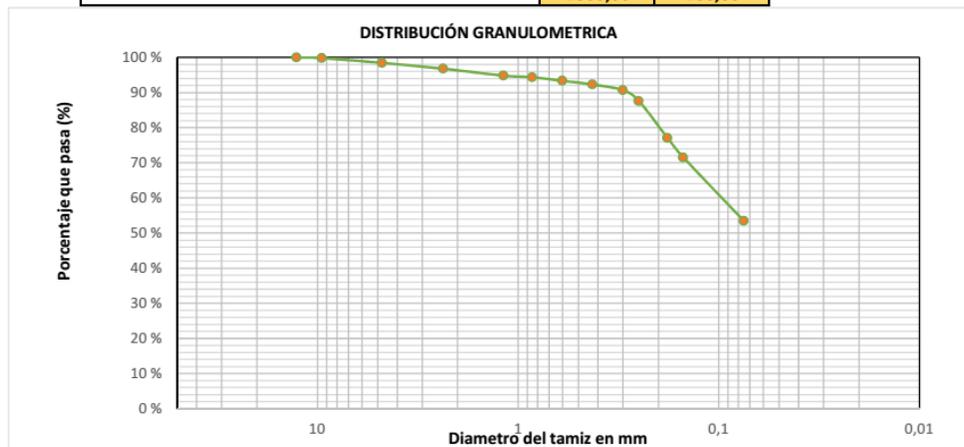
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	9/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta		
Latitud:	7,387908	Longitud:	-72,64744	Altura	2424 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV4	Estrato	1

Peso del recipiente	9,8	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,8	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	478,6	gr
Material perdido en lavado	521,4	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	657,8	1,8	0,18	99,82
4	4,75	647,4	661	13,6	1,36	98,46
8	2,36	545,4	562	16,6	1,66	96,80
16	1,18	542,6	562,4	19,8	1,98	94,82
20	0,85	526,2	530,6	4,4	0,44	94,38
30	0,6	524,2	534,4	10,2	1,02	93,36
40	0,425	484,8	495,2	10,4	1,04	92,32
50	0,3	502,4	519	16,6	1,66	90,66
60	0,25	500,2	530,8	30,6	3,06	87,60
80	0,18	457	562,4	105,4	10,54	77,06
100	0,15	481,4	536,8	55,4	5,54	71,52
200	0,075	461,4	642	180,6	18,06	53,46
FONDO		567,8	1102,4	534,6	53,46	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA 1,54 % ARENA 45,00 % FINOS 53,46 %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 30. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código
			Página
			Fecha Practica

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta
Latitud	7,387908	Longitud	-72,64744	Altura
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV4 Estrato 1

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N
	Modificado		No Capas	3
			Golpes X Capa	25
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen
				943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

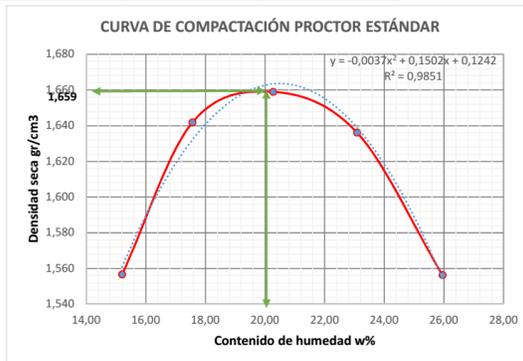
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,36	2,35	2,32	2,34	2,35	2,32	2,32	2,27	2,28	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	43,42	44,28	42,55	36,62	37,98	38,14	54,39	65,82	59	45,5
Recipiente + Muestra Seca	gr	37,89	38,86	36,47	31,56	32,12	31,96	44,64	53,88	47,03	36,81
Peso Muestra seca	gr	35,53	36,51	34,15	29,22	29,77	29,64	42,32	51,61	44,75	34,54
Peso de Agua	gr	5,53	5,42	6,08	5,06	5,86	6,18	9,75	11,94	11,97	8,69
Contenido de Humedad	%	15,56	14,85	17,80	17,32	19,68	20,85	23,04	23,14	26,75	25,16
Promedio humedad	%	15,20		17,56		20,27		23,09		25,95	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	15,20	17,56	20,27	23,09	25,95
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1997,4
Molde + Muestra	gr	3688	3817	3878,4	3896	3846,4
Peso Suelo	gr	1691,6	1820,6	1882	1899,6	1849
Densidad Humeda	gr/cm3	1,793	1,930	1,995	2,014	1,960
Densidad Seca	gr/cm3	1,557	1,642	1,659	1,636	1,556

Densidad seca maxima	1,659 gr/cm3
Densidad seca maxima	16,59 KN/m3
Contenido humedo optimo	20 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 31. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,387908	Longitud	-72,64744	Altura	2424 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV4 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

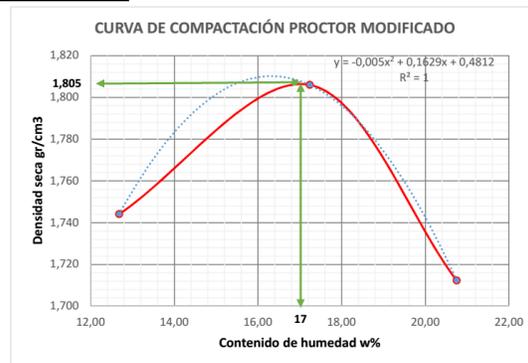
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,28	2,23	2,23	2,27	2,24	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,86	36,64	40,91	65,23	53,72	57,12
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,7	32,7	35,28	55,88	44,72	47,86
Peso Muestra seca	gr	25,42	30,47	33,05	53,61	42,48	45,6
Peso de Agua	gr	3,16	3,94	5,63	9,35	9	9,26
Contenido de Humedad	%	12,43	12,93	17,03	17,44	21,19	20,31
Promedio humedad	%	12,68		17,24		20,75	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	12,68	17,24	20,75
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3850,2	3993,6	3946,8
Peso Suelo	gr	1853,8	1997,2	1950,4
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,965	2,117	2,068
Densidad Seca	gr/cm ³	1,744	1,806	1,712

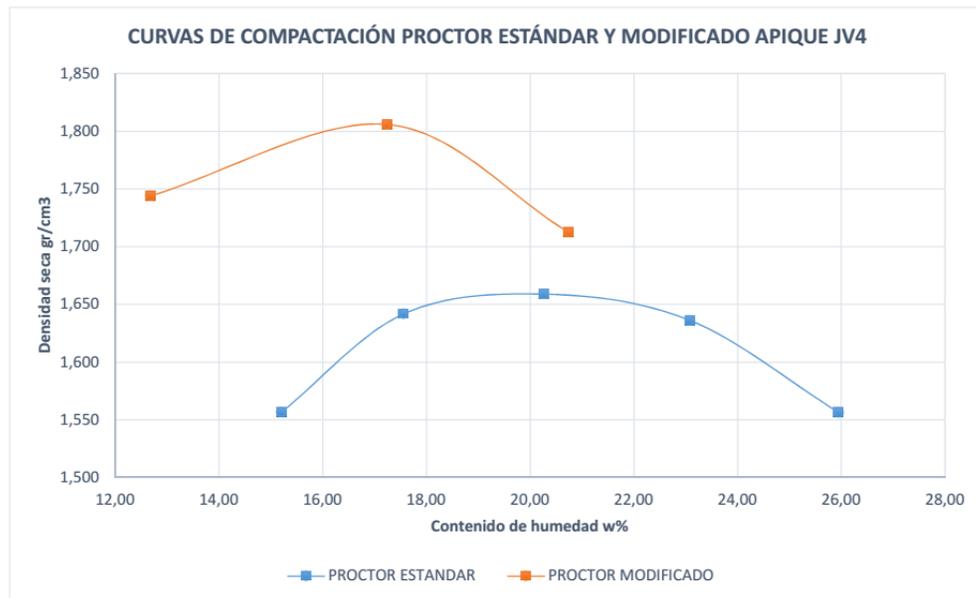
Densidad seca maxima	1,805 gr/cm ³
Densidad seca maxima	18,05 KN/m ³
Contenido humedo optimo	17 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m ³

OBSERVACIONES



Anexo 32. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018



Anexo 33. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388602	Longitud:	-72,64733	Altura	2448 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV5	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	8,2	6,3	7,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	47,8	35,3	48,1
Recipiente + Muestra Seca	gr	39	28,9	38,8
Peso Muestra seca	gr	30,8	22,6	31,5
Peso de Agua	gr	8,8	6,4	9,3
Contenido de Humedad	%	28,57	28,32	29,52
Promedio humedad	%	28,80		

Anexo 34. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	<u>7,388602</u>	Longitud:	<u>-72,64733</u>	Altura	<u>2448</u> m.s.n.m
Descripción del suelo	<u>Suelo de color amarillo</u>		Profundidad muestra	<u>2</u>	m
Realizado por	<u>Jesus Ramiro Villamizar Rivera</u>		Apique No	<u>JV5</u>	Estrato <u>1</u>

Densidad del agua 1 **gr/cm3**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm3**

Humedad 28,80 **%**

<i>Peso de la muestra (Wm)</i>	gr	35,9
<i>Peso de la muestra + parafina (w(m+p))</i>	gr	39,4
<i>Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)</i>	gr	14,5
<i>Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)</i>	cm3	24,90
<i>Volumen de parafina (Vp)</i>	cm3	4,02
<i>Volumen de la muestra (Vm)</i>	cm3	20,88

Densidad aparente 1,720 **gr/cm3**

Densidad aparente 16,87 **KN/m3**

Densidad seca 13,10 **KN/m3**

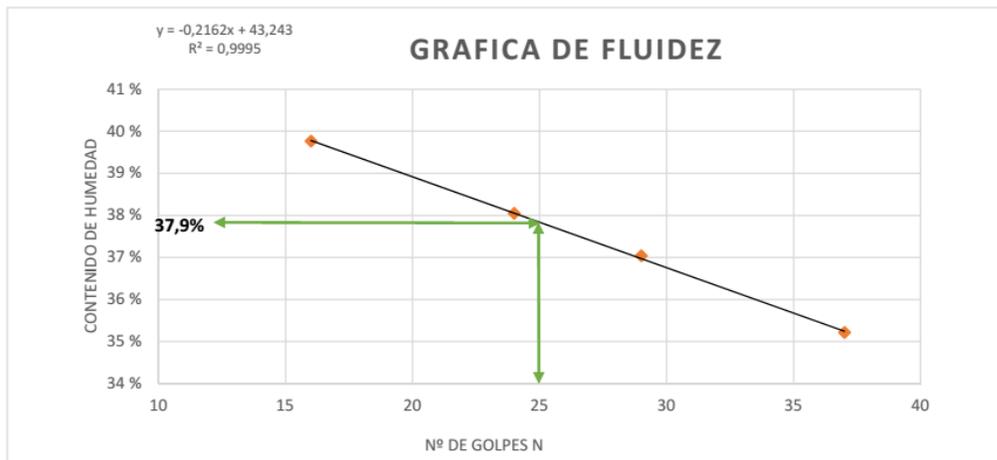
Anexo 35. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388602	Longitud:	-72,64733	Altura	2448 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV5	Estrato 1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,24	2,26	2,25	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	36,38	27,2	23,73	23,64
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,49	20,46	17,81	17,56
Peso Muestra seca	gr	25,25	18,2	15,56	15,29
Peso de Agua	gr	8,89	6,74	5,92	6,08
Contenido de Humedad %	%	35,21	37,03	38,05	39,76
Numero de golpes, N	#	37	29	24	16



Limite liquido	37,9	%
Limite plastico	26,30	%
Indice de plasticidad Ip	11,60	%

Determinacion del limite plastico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,23	2,31
Recipiente + Muestra Humeda	gr	7,12	8,34
Recipiente + Muestra Seca	gr	6,13	7,05
Peso Muestra seca	gr	3,9	4,74
Peso de Agua	gr	0,99	1,29
Contenido de Humedad %	%	25,38	27,22
Promedio humedad	%	26,30	

Anexo 36. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388602	Longitud:	-72,64733	Altura	2448 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV5	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,25	2,24
Recipiente + Muestra Humeda	gr	23,73	25,12
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,81	18,84
Peso Muestra seca	gr	15,56	16,6
Peso de Agua	gr	5,92	6,28
Contenido de Humedad %	%	38,05	37,83
Numero de golpes, N	#	26	27
límite líquido	%	38,24	38,17

Limite liquido **38,20** %

Anexo 37. Análisis granulométrico y clasificación USCS Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV5.

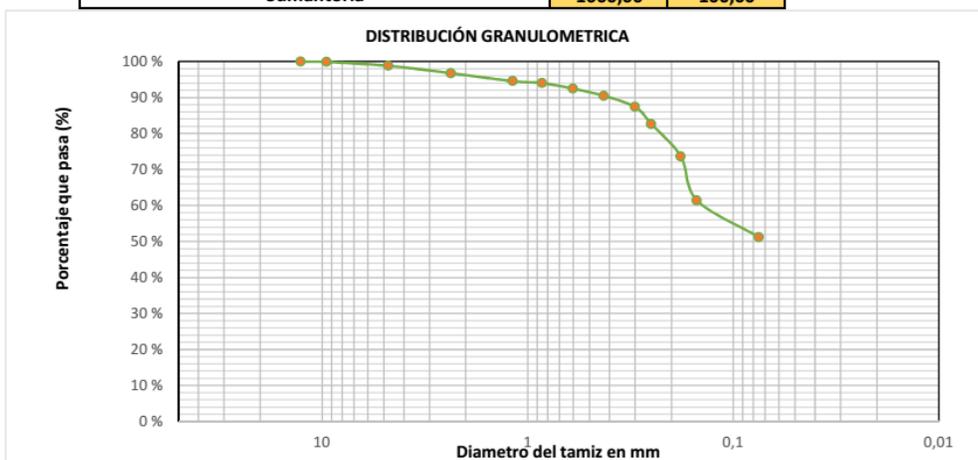
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388602	Longitud:	-72,64733	Altura	2448 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV5	Estrato 1

Peso del recipiente	9,6	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,6	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	495	gr
Material perdido en lavado	505	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	657	1	0,10	99,90
4	4,75	647,4	658,2	10,8	1,08	98,82
8	2,36	545,4	566	20,6	2,06	96,76
16	1,18	542,6	564,6	22	2,20	94,56
20	0,85	526,2	531,6	5,4	0,54	94,02
30	0,6	524,2	539,8	15,6	1,56	92,46
40	0,425	484,8	504,8	20	2,00	90,46
50	0,3	502,4	533,2	30,8	3,08	87,38
60	0,25	500,2	547,8	47,6	4,76	82,62
80	0,18	457	547	90	9,00	73,62
100	0,15	481,4	603,4	122	12,20	61,42
200	0,075	461,4	563,6	102,2	10,22	51,20
FONDO		567,8	1079,8	512	51,20	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA **1,18** % ARENA **47,62** % FINOS **51,20** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Limos inorgánicos de baja plasticidad ML

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 38. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,388602	Longitud	-72,64733	Altura	2448 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillito		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV5 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,25	2,26	2,25	2,27	2,26	2,29	2,25	2,29	2,28	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	43,76	46,65	38,8	37,56	58,41	41,74	56,51	43,23	62,64	57,98
Recipiente + Muestra Seca	gr	37,97	40,74	32,82	31,93	48,29	34,31	45,09	34,95	46,74	44,74
Peso Muestra seca	gr	35,72	38,48	30,57	29,66	46,03	32,02	42,84	32,66	44,46	42,48
Peso de Agua	gr	5,79	5,91	5,98	5,63	10,12	7,43	11,42	8,28	15,9	13,24
Contenido de Humedad	%	16,21	15,36	19,56	18,98	21,99	23,20	26,66	25,35	35,76	31,17
Promedio humedad	%	15,78		19,27		22,59		26,00		33,47	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	15,78	19,27	22,59	26,00	33,47
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1997,4
Molde + Muestra	gr	3558	3664,8	3772	3810,4	3770,6
Peso Suelo	gr	1561,6	1668,4	1775,6	1814	1773,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,655	1,769	1,882	1,923	1,880
Densidad Seca	gr/cm3	1,430	1,483	1,535	1,526	1,408

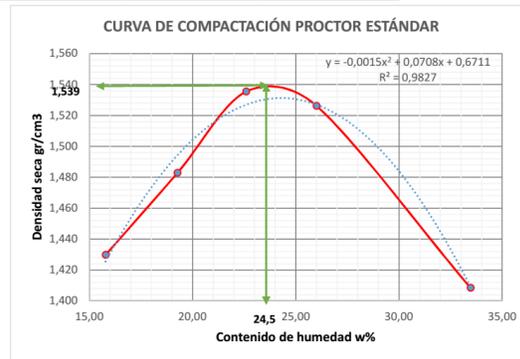
Densidad seca maxima 1,539 gr/cm3

Densidad seca maxima 15,39 KN/m3

Contenido humedo optimo 24,5 %

Energía de compactación 591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES _____



Anexo 39. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud	7,388602	Longitud	-72,64733	Altura	2448 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillilo			Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera			Apique No	JV5 Estrato 1

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Golpes X Capa	25
			Volumen	943,30 Cm3	

Determinación contenido de humedad

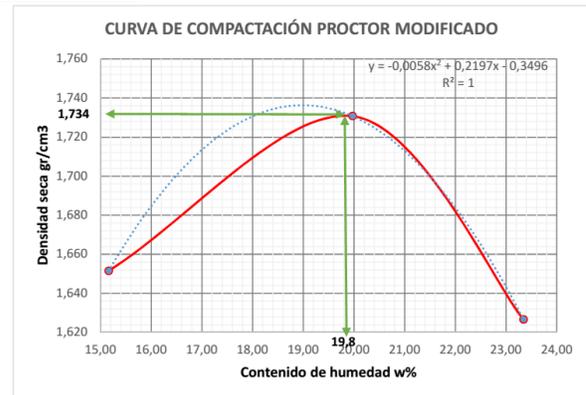
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,29	2,26	2,26	2,23	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	43,96	26,43	40,05	38,71	43,71	50,8
Recipiente + Muestra Seca	gr	38,51	23,23	33,69	32,71	35,78	41,71
Peso Muestra seca	gr	36,24	20,94	31,43	30,45	33,55	39,44
Peso de Agua	gr	5,45	3,2	6,36	6	7,93	9,09
Contenido de Humedad	%	15,04	15,28	20,24	19,70	23,64	23,05
Promedio humedad	%	15,16		19,97		23,34	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	15,16	19,97	23,34
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3790,4	3955	3889
Peso Suelo	gr	1794	1958,6	1892,6
Densidad Humeda	gr/cm3	1,902	2,076	2,006
Densidad Seca	gr/cm3	1,651	1,731	1,627

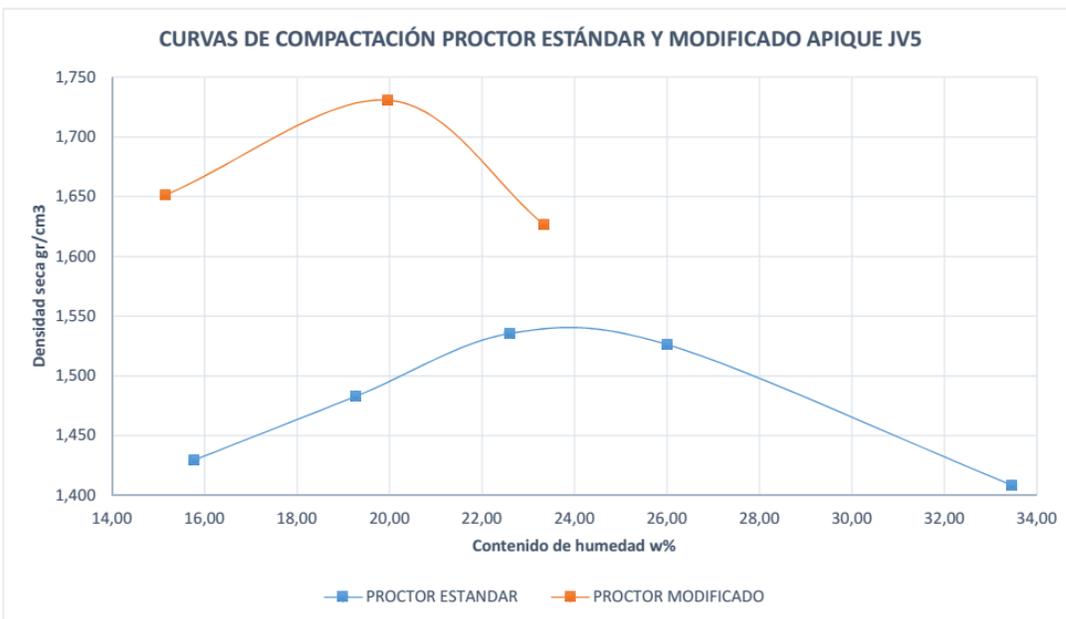
Densidad seca maxima	1,734 gr/cm3
Densidad seca maxima	17,34 KN/m3
Contenido humedo optimo	19,8 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 40. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018



Anexo 41. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV6.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388099	Longitud:	-72,647839	Altura	2417 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV6	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	8,4	7,8	8,2
Recipiente + Muestra Humeda	gr	39,3	34,1	36,7
Recipiente + Muestra Seca	gr	32,8	28,6	30,5
Peso Muestra seca	gr	24,4	20,8	22,3
Peso de Agua	gr	6,5	5,5	6,2
Contenido de Humedad	%	26,64	26,44	27,80
Promedio humedad	%	26,96		

Anexo 42. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV6.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,388099	Longitud:	-72,647839
Altura	2417	m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo	Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	JV6
Estrato		1	

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 26,96 %

Peso de la muestra (<i>W_m</i>)	gr	55,5
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	gr	60,1
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)_s</i>)	gr	25,2
Volumen de la muestra + parafina (<i>V_{m+p}</i>)	cm³	34,90
Volumen de parafina (<i>V_p</i>)	cm³	5,29
Volumen de la muestra (<i>V_m</i>)	cm³	29,61

Densidad aparente 1,874 gr/cm³

Densidad aparente 18,39 KN/m³

Densidad seca 14,48 KN/m³

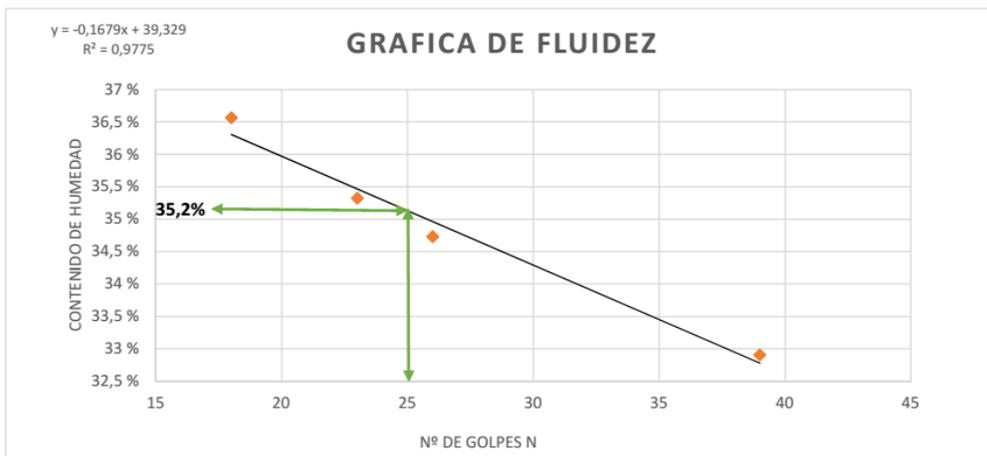
Anexo 43. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV6.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta		
Latitud:	7,388099	Longitud:	-72,647839	Altura	2417 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV6	Estrato	1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,34	2,32	2,27	2,31
Recipiente + Muestra Humeda	gr	27,06	24,51	27,02	22,33
Recipiente + Muestra Seca	gr	20,94	18,79	20,56	16,97
Peso Muestra seca	gr	18,6	16,47	18,29	14,66
Peso de Agua	gr	6,12	5,72	6,46	5,36
Contenido de Humedad %	%	32,90	34,73	35,32	36,56
Numero de golpes, N	#	39	26	23	18



Limite liquido	35,2	%
Limite plastico	24,62	%
Indice de plasticidad Ip	10,58	%

Determinación del limite plastico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,24	2,24
Recipiente + Muestra Humeda	gr	10,02	8,41
Recipiente + Muestra Seca	gr	8,51	7,17
Peso Muestra seca	gr	6,27	4,93
Peso de Agua	gr	1,51	1,24
Contenido de Humedad %	%	24,08	25,15
Promedio humedad	%	24,62	

Anexo 44. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV6.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,388099	Longitud:	-72,647839	Altura	2417 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV6	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,18
Recipiente + Muestra Humeda	gr	27,02	26,14
Recipiente + Muestra Seca	gr	20,6	19,84
Peso Muestra seca	gr	18,33	17,66
Peso de Agua	gr	6,42	6,3
Contenido de Humedad %	%	35,02	35,67
Numero de golpes, N	#	23	23
límite líquido	%	34,67	35,32

Limite liquido 35,00 %

Anexo 45. Análisis granulométrico y clasificación USCS Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV6.

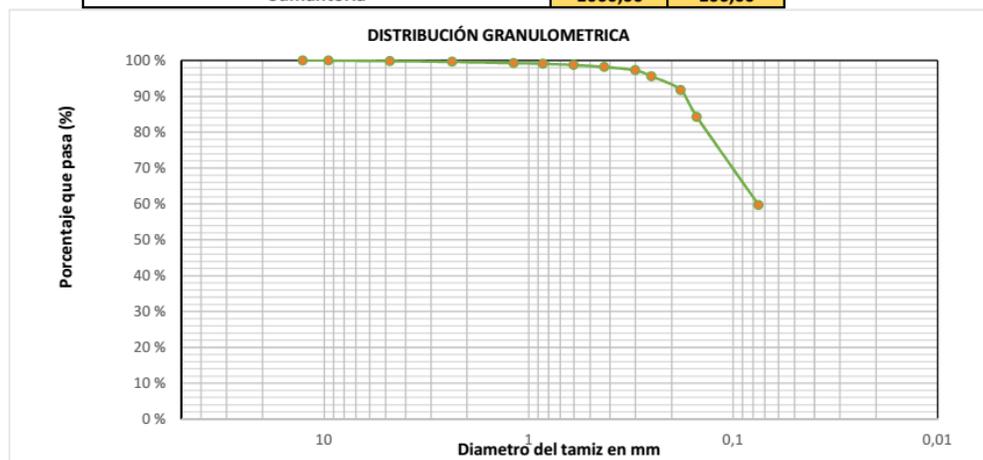
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta		
Latitud:	7,388099	Longitud:	-72,647839	Altura	2417 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV6	Estrato	1

Peso del recipiente	9,8	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,8	gr
Peso de la muestra seca W_s	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	421	gr
Material perdido en lavado	579	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	656	0	0,00	100,00
4	4,75	647,4	649	1,6	0,16	99,84
8	2,36	545,4	547,4	2	0,20	99,64
16	1,18	542,6	546,4	3,8	0,38	99,26
20	0,85	526,2	527,6	1,4	0,14	99,12
30	0,6	524,2	527,8	3,6	0,36	98,76
40	0,425	484,8	490,4	5,6	0,56	98,20
50	0,3	502,4	511,6	9,2	0,92	97,28
60	0,25	500,2	517,4	17,2	1,72	95,56
80	0,18	457	495,2	38,2	3,82	91,74
100	0,15	481,4	556,8	75,4	7,54	84,20
200	0,075	461,4	706,6	245,2	24,52	59,68
FONDO		567,8	1164,6	596,8	59,68	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA % ARENA % FINOS %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Limos inorgánicos de baja plasticidad ML

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 46. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV6.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	22/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,388099	Longitud	-72,647839	Altura	2417 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillito		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV6 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

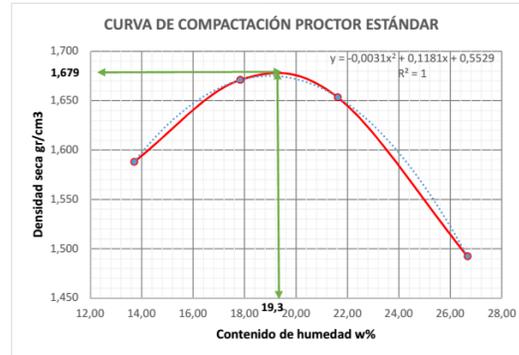
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,23	2,27	2,25	2,26	2,25	2,27	2,26	2,29
Recipiente + Muestra Humeda	gr	49,39	45,28	42,54	44,98	43,21	75,85	67,19	77,68
Recipiente + Muestra Seca	gr	43,84	39,97	36,58	38,37	35,97	62,69	53,79	61,5
Peso Muestra seca	gr	41,61	37,7	34,33	36,11	33,72	60,42	51,53	59,21
Peso de Agua	gr	5,55	5,31	5,96	6,61	7,24	13,16	13,4	16,18
Contenido de Humedad	%	13,34	14,08	17,36	18,31	21,47	21,78	26,00	27,33
Promedio humedad	%	13,71		17,83		21,63		26,67	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	13,71	17,83	21,63	26,67
Peso Molde	gr	1996,8	1996,8	1996,8	1996,8
Molde + Muestra	gr	3700,2	3854,2	3893,6	3779,8
Peso Suelo	gr	1703,4	1857,4	1896,8	1783
Densidad Humeda	gr/cm3	1,806	1,969	2,011	1,890
Densidad Seca	gr/cm3	1,588	1,671	1,653	1,492

Densidad seca maxima	1,679 gr/cm3
Densidad seca maxima	16,79 KN/m3
Contenido humedo optimo	19,3 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 47. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV6.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	22/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,388099	Longitud	-72,647839	Altura	2417 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV6 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

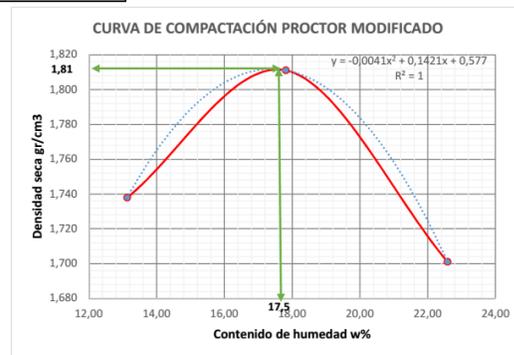
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,24	2,26	2,27	2,29	2,26	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	53,45	52,17	50,33	46,59	58,55	67,62
Recipiente + Muestra Seca	gr	47,67	46,22	43,09	39,87	48,22	55,53
Peso Muestra seca	gr	45,43	43,96	40,82	37,58	45,96	53,27
Peso de Agua	gr	5,78	5,95	7,24	6,72	10,33	12,09
Contenido de Humedad	%	12,72	13,54	17,74	17,88	22,48	22,70
Promedio humedad	%	13,13		17,81		22,59	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	13,13	17,81	22,59
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3851	4009	3963,4
Peso Suelo	gr	1854,6	2012,6	1967
Densidad Humeda	gr/cm3	1,966	2,134	2,085
Densidad Seca	gr/cm3	1,738	1,811	1,701

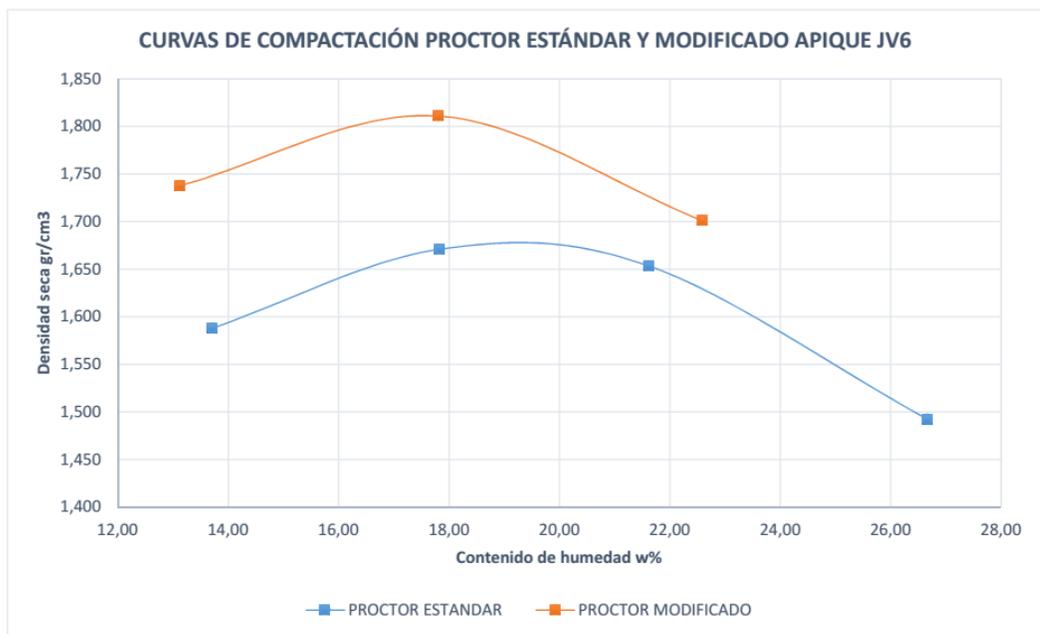
Densidad seca maxima	1,81 gr/cm3
Densidad seca maxima	18,1 KN/m3
Contenido humedo optimo	17,5 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 48. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV6.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	22/08/2018



Anexo 49. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV7.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,387737	Longitud:	-72,647744	Altura	2410 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo con franjas naranja		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV7	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	7,9	5,3	6,4
Recipiente + Muestra Humeda	gr	41,5	45,6	38,4
Recipiente + Muestra Seca	gr	35	38,1	32,5
Peso Muestra seca	gr	27,1	32,8	26,1
Peso de Agua	gr	6,5	7,5	5,9
Contenido de Humedad	%	23,99	22,87	22,61
Promedio humedad	%	23,15		

Anexo 50. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV7.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	<u>7,387737</u>	Longitud:	<u>-72,647744</u>	Altura	<u>2410</u> m.s.n.m
Descripción del suelo	suelo de color amarillo con franjas naranjas		Profundidad muestra	<u>2</u>	<u>m</u>
Realizado por	<u>Jesus Ramiro Villamizar Rivera</u>		Apique No	<u>JV7</u>	Estrato <u>1</u>

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 23,15 %

Peso de la muestra (<i>W_m</i>)	gr	51
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	gr	53,7
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)_s</i>)	gr	25,1
Volumen de la muestra + parafina (<i>V_{m+p}</i>)	cm³	28,60
Volumen de parafina (<i>V_p</i>)	cm³	3,10
Volumen de la muestra (<i>V_m</i>)	cm³	25,50

Densidad aparente 2,000 gr/cm³

Densidad aparente 19,62 KN/m³

Densidad seca 15,93 KN/m³

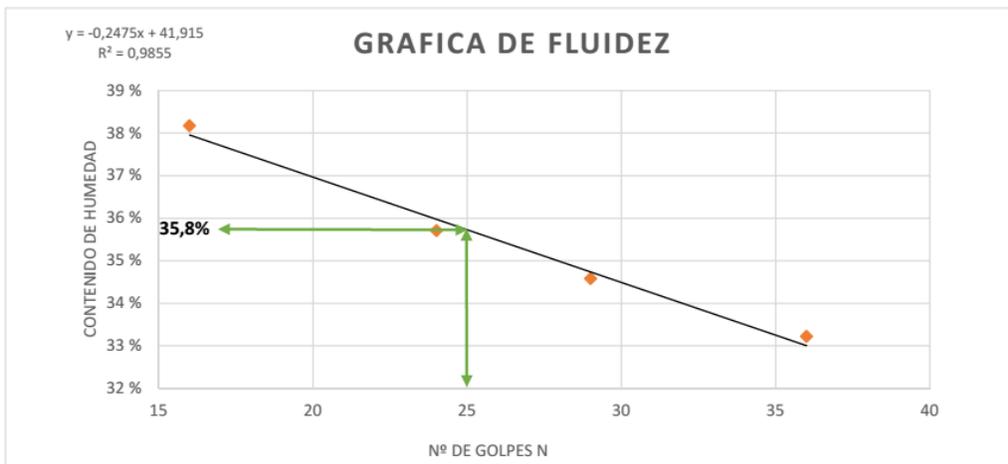
Anexo 51. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV7.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,387737	Longitud:	-72,647744	Altura	2410 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo con franjas naranja		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV7	Estrato 1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,26	2,26	2,3	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	25,2	24,25	23,28	25,87
Recipiente + Muestra Seca	gr	19,48	18,6	17,76	19,35
Peso Muestra seca	gr	17,22	16,34	15,46	17,08
Peso de Agua	gr	5,72	5,65	5,52	6,52
Contenido de Humedad %	%	33,22	34,58	35,71	38,17
Numero de golpes, N	#	36	29	24	16



Limite liquido	35,8	%
Limite plastico	24,99	%
Indice de plasticidad Ip	10,81	%

Determinación del limite plastico

		1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,24	2,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	7,12	7,62
Recipiente + Muestra Seca	gr	6,15	6,55
Peso Muestra seca	gr	3,91	4,25
Peso de Agua	gr	0,97	1,07
Contenido de Humedad %	%	24,81	25,18
Promedio humedad	%	24,99	

Anexo 52. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV7.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,387737	Longitud:	-72,647744	Altura	2410 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo con franjas naranja		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV7	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	2,26	2,25
Recipiente + Muestra Humeda	gr	24,25	26,14
Recipiente + Muestra Seca	gr	18,6	19,84
Peso Muestra seca	gr	16,34	17,59
Peso de Agua	gr	5,65	6,3
Contenido de Humedad %	%	34,58	35,82
Numero de golpes, N	#	29	28
límite líquido	%	35,20	36,32

Limite liquido 35,76 %

Anexo 53. Análisis granulométrico y clasificación USCS Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV7.

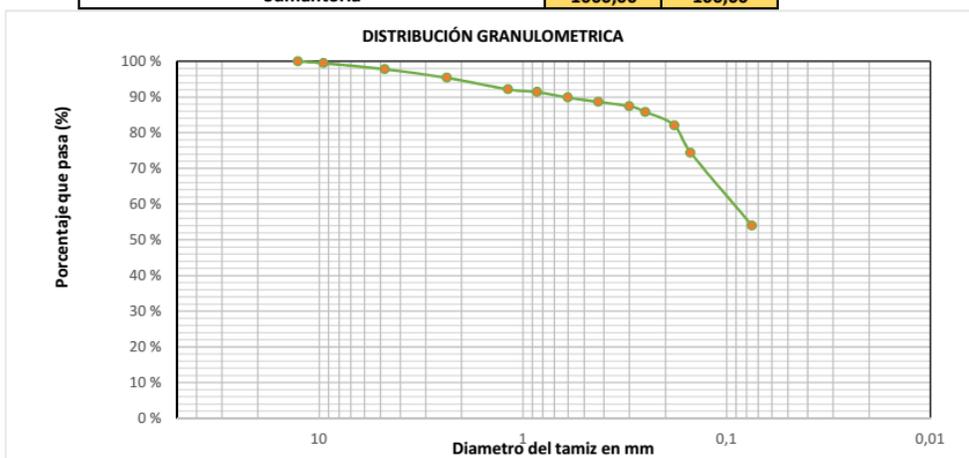
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,387737	Longitud:	-72,647744
		Altura	2410 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo con franjas naranja	Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	JV7
		Estrato	1

Peso del recipiente	9,8	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,8	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	475,4	gr
Material perdido en lavado	524,6	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	661,2	5,2	0,52	99,48
4	4,75	647,4	664,4	17	1,70	97,78
8	2,36	545,4	569,4	24	2,40	95,38
16	1,18	542,6	575	32,4	3,24	92,14
20	0,85	526,2	533,8	7,6	0,76	91,38
30	0,6	524,2	539,6	15,4	1,54	89,84
40	0,425	484,8	497	12,2	1,22	88,62
50	0,3	502,4	514,4	12	1,20	87,42
60	0,25	500,2	516,2	16	1,60	85,82
80	0,18	457	495	38	3,80	82,02
100	0,15	481,4	557,8	76,4	7,64	74,38
200	0,075	461,4	666	204,6	20,46	53,92
FONDO		567,8	1107	539,2	53,92	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA 2,22 % ARENA 43,86 % FINOS 53,92 %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. **Limos inorgánicos de baja plasticidad ML**

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos **USCS**

Anexo 54. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV7.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	22/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud	7,387737	Longitud	-72,647744	Altura	2410 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo con franjas naranja		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV7 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

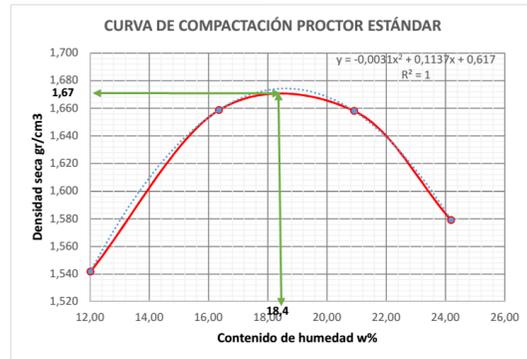
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	10,71	10,51	10,61	10,35	10,55	10,56	10,59	10,39
Recipiente + Muestra Humeda	gr	53,47	45,65	39,69	47,46	42,98	48,78	46,23	67,57
Recipiente + Muestra Seca	gr	48,74	42	35,37	42,55	37,16	42,42	39,38	56,29
Peso Muestra seca	gr	38,03	31,49	24,76	32,2	26,61	31,86	28,79	45,9
Peso de Agua	gr	4,73	3,65	4,32	4,91	5,82	6,36	6,85	11,28
Contenido de Humedad	%	12,44	11,59	17,45	15,25	21,87	19,96	23,79	24,58
Promedio humedad	%	12,01		16,35		20,92		24,18	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	12,01	16,35	20,92	24,18
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3625,4	3816,8	3887,6	3846,2
Peso Suelo	gr	1629	1820,4	1891,2	1849,8
Densidad Humeda	gr/cm3	1,727	1,930	2,005	1,961
Densidad Seca	gr/cm3	1,542	1,659	1,658	1,579

Densidad seca maxima	1,67 gr/cm3
Densidad seca maxima	16,7 KN/m3
Contenido humedo optimo	18,4 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 55. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV7.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	22/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,387737	Longitud	-72,647744	Altura	2410 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillito con franjas naranja		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV7 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

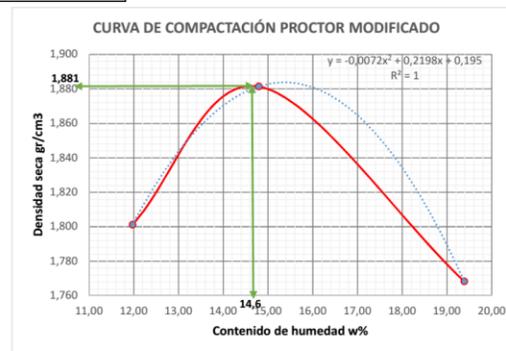
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	7,24	6,4	7,37	10,91	10,44	10,58
Recipiente + Muestra Humeda	gr	25,97	39,29	41,75	46,3	53,74	42,13
Recipiente + Muestra Seca	gr	24,01	35,7	37,28	41,78	46,61	37,08
Peso Muestra seca	gr	16,77	29,3	29,91	30,87	36,17	26,5
Peso de Agua	gr	1,96	3,59	4,47	4,52	7,13	5,05
Contenido de Humedad	%	11,69	12,25	14,94	14,64	19,71	19,06
Promedio humedad	%	11,97		14,79		19,38	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	11,97	14,79	19,38
Peso Molde	gr	1996,8	1996,8	1996,8
Molde + Muestra	gr	3899,2	4034	3988,2
Peso Suelo	gr	1902,4	2037,2	1991,4
Densidad Humeda	gr/cm ³	2,017	2,160	2,111
Densidad Seca	gr/cm ³	1,801	1,881	1,768

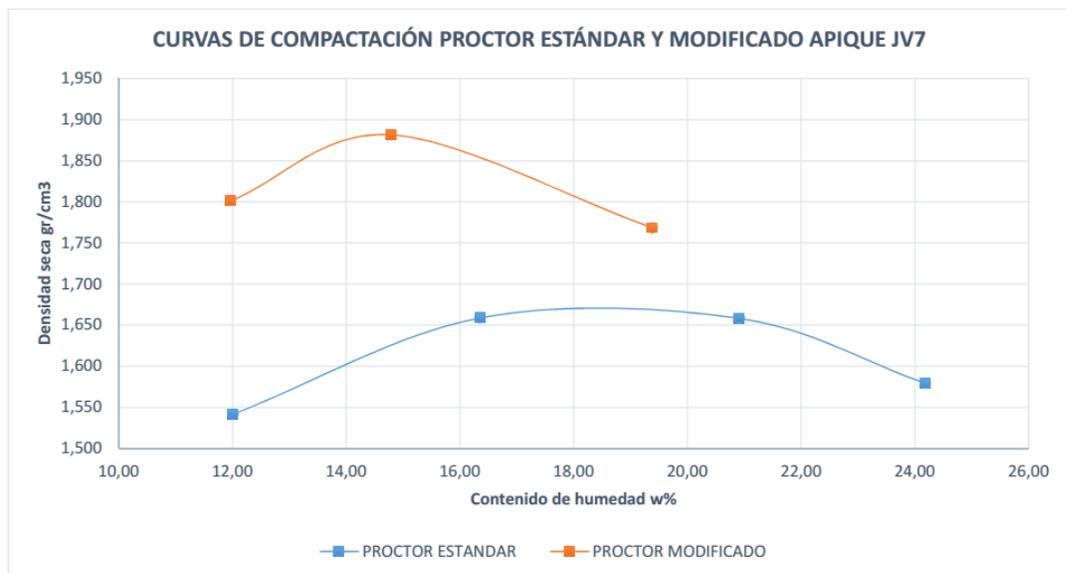
Densidad seca maxima	<u>1,881</u> gr/cm ³
Densidad seca maxima	<u>18,81</u> KN/m ³
Contenido humedo optimo	<u>14,6</u> %
Energia de compactación	<u>2696</u> KN-m/m ³

OBSERVACIONES



Anexo 56. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV7.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	16/08/2018



Anexo 57. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta		
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color marron		Profundidad muestra	0,7 m		
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.1	Estrato	1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	8,3	10,2	11,5
Recipiente + Muestra Humeda	gr	55,4	60,5	70,3
Recipiente + Muestra Seca	gr	46,4	51,1	59,2
Peso Muestra seca	gr	38,1	40,9	47,7
Peso de Agua	gr	9	9,4	11,1
Contenido de Humedad	%	23,62	22,98	23,27
Promedio humedad	%	23,29		

Anexo 58. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793
Altura	2452	m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color marron	Profundidad muestra	0,7 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	JV8.1
Estrato		Estrato	1

Densidad del agua 1 **gr/cm3**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm3**

Humedad 23,29 %

Peso de la muestra (Wm)	gr	55
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	58,1
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	24,7
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm3	33,40
Volumen de parafina (Vp)	cm3	3,56
Volumen de la muestra (Vm)	cm3	29,84

Densidad aparente 1,843 **gr/cm3**

Densidad aparente 18,08 **KN/m3**

Densidad seca 14,67 **KN/m3**

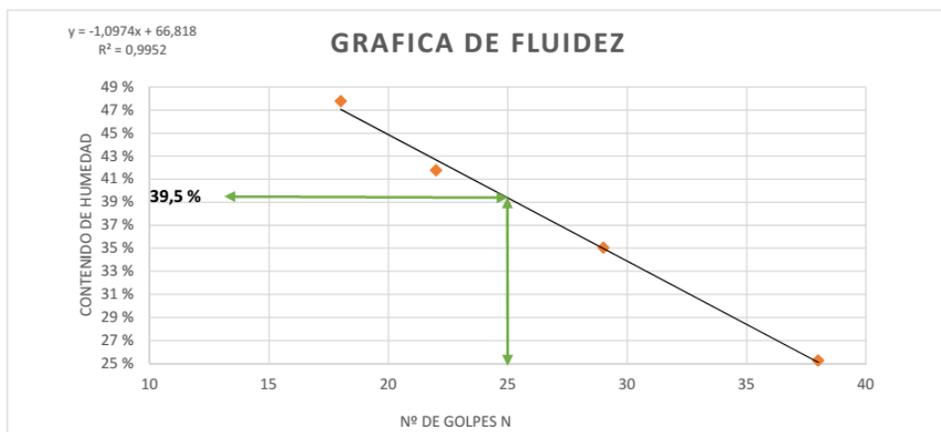
Anexo 59. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793	Altura
				2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color marron		Profundidad muestra	0,7 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.1
			Estrato	1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,28	2,3	10,59	10,69
Recipiente + Muestra Humeda	gr	23,15	26,31	25,66	33,52
Recipiente + Muestra Seca	gr	18,94	20,08	21,22	26,14
Peso Muestra seca	gr	16,66	17,78	10,63	15,45
Peso de Agua	gr	4,21	6,23	4,44	7,38
Contenido de Humedad %	%	25,27	35,04	41,77	47,77
Numero de golpes, N	#	38	29	22	18



Limite liquido	39,5	%
Limite plastico	25,70	%
Indice de plasticidad Ip	13,80	%

Determinación del limite plástico

Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	10,39	10,58
Recipiente + Muestra Humeda	gr	16,21	18,73
Recipiente + Muestra Seca	gr	15,03	17,05
Peso Muestra seca	gr	4,64	6,47
Peso de Agua	gr	1,18	1,68
Contenido de Humedad %	%	25,43	25,97
Promedio humedad	%	25,70	

Anexo 60. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color marron		Profundidad muestra	0,7	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.1	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	10,59	11,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	25,66	26,14
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,32	21,94
Peso Muestra seca	gr	10,73	10,64
Peso de Agua	gr	4,34	4,2
Contenido de Humedad %	%	40,45	39,47
Numero de golpes, N	#	22	23
límite líquido	%	39,84	39,08

Limite liquido 39,46 %

Anexo 61. Análisis granulométrico y clasificación USCS Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.1.

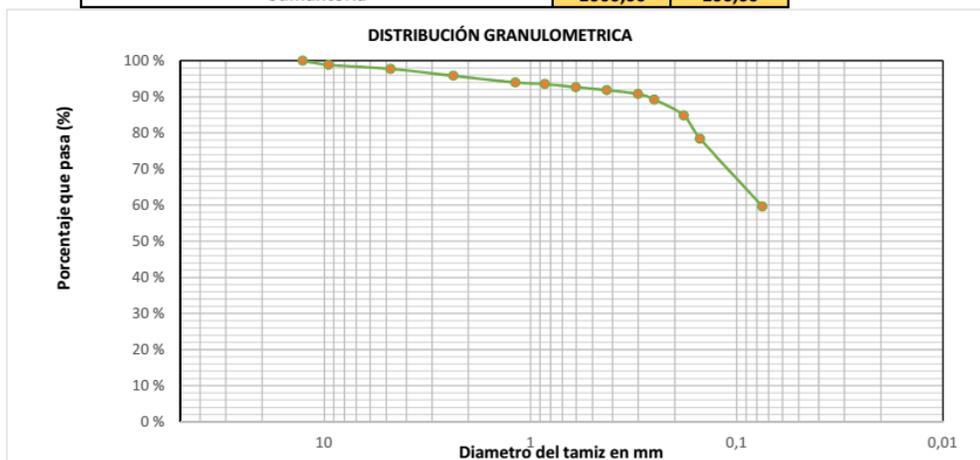
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta		
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color marron		Profundidad muestra	0,7	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.1	Estrato	1

Peso del recipiente	9,8	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,8	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	416,2	gr
Material perdido en lavado	583,8	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	667,4	11,4	1,14	98,86
4	4,75	647,4	658,6	11,2	1,12	97,74
8	2,36	545,4	564,6	19,2	1,92	95,82
16	1,18	542,6	561	18,4	1,84	93,98
20	0,85	526,2	530,6	4,4	0,44	93,54
30	0,6	524,2	533	8,8	0,88	92,66
40	0,425	484,8	493	8,2	0,82	91,84
50	0,3	502,4	513	10,6	1,06	90,78
60	0,25	500,2	516	15,8	1,58	89,20
80	0,18	457	501	44	4,40	84,80
100	0,15	481,4	546	64,6	6,46	78,34
200	0,075	461,4	648,8	187,4	18,74	59,60
FONDO		567,8	1163,8	596	59,60	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA 2,26 % ARENA 38,14 % FINOS 59,60 %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Limos inorganicos de baja plasticidad ML

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 62. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		ENSAYO DE COMPACTACIÓN		Código	
					Página	1 de 1
					Fecha Practica	23/08/2018
Proyecto	Determinación de las curvas de compactación				Barrio	Juan XXII Parte alta
Latitud	7,389052	Longitud	-72,647793		Altura	2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color marron				Profundidad muestra	0,7 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera				Apique No	JV8.1 Estrato 1

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

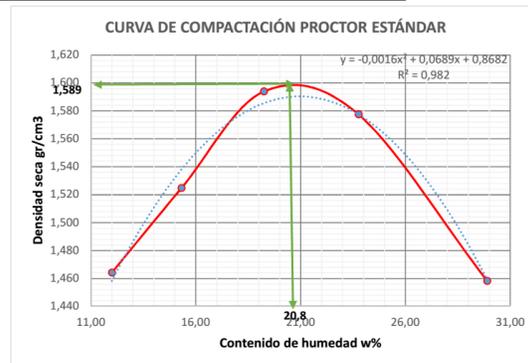
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	10,57	10,25	10,53	10,57	10,49	10,58	10,82	10,59	10,46	10,88
Recipiente + Muestra Humeda	gr	47,05	60,42	54,96	50,84	48,27	55,36	57,82	70,22	60,81	65,49
Recipiente + Muestra Seca	gr	42,91	55,37	49,18	45,38	42,02	48,31	48,86	58,69	49,15	53
Peso Muestra seca	gr	32,34	45,12	38,65	34,81	31,53	37,73	38,04	48,1	38,69	42,12
Peso de Agua	gr	4,14	5,05	5,78	5,46	6,25	7,05	8,96	11,53	11,66	12,49
Contenido de Humedad	%	12,80	11,19	14,95	15,69	19,82	18,69	23,55	23,97	30,14	29,65
Promedio humedad	%	12,00		15,32		19,25		23,76		29,90	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	12,00	15,32	19,25	23,76	29,90
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1997,4
Molde + Muestra	gr	3543,2	3655	3789,4	3838	3784,2
Peso Suelo	gr	1546,8	1658,6	1793	1841,6	1786,8
Densidad Humeda	gr/cm3	1,640	1,758	1,901	1,952	1,894
Densidad Seca	gr/cm3	1,464	1,525	1,594	1,577	1,458

Densidad seca maxima	1,589 gr/cm3
Densidad seca maxima	15,89 KN/m3
Contenido humedo optimo	20,8 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 63. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud	7,389052	Longitud	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color marron		Profundidad muestra	0,7 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

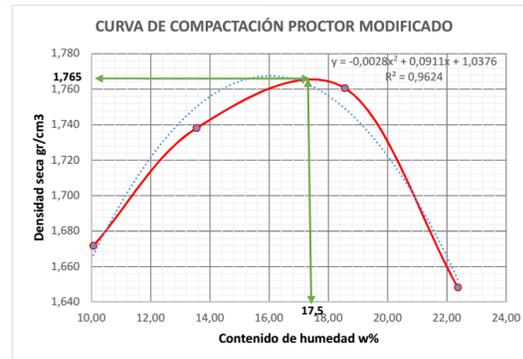
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	7,24	6,4	7,37	10,91	10,44	10,58	10,71	10,51
Recipiente + Muestra Humeda	gr	32,19	41,11	32,24	49,65	45,49	54,73	56,94	60,06
Recipiente + Muestra Seca	gr	29,92	37,92	29,22	45,11	39,96	47,88	48,4	51,1
Peso Muestra seca	gr	22,68	31,52	21,85	34,2	29,52	37,3	37,69	40,59
Peso de Agua	gr	2,27	3,19	3,02	4,54	5,53	6,85	8,54	8,96
Contenido de Humedad	%	10,01	10,12	13,82	13,27	18,73	18,36	22,66	22,07
Promedio humedad	%	10,06		13,55		18,55		22,37	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	10,06	13,55	18,55	22,37
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3732	3858	3965,2	3899
Peso Suelo	gr	1735,6	1861,6	1968,8	1902,6
Densidad Humeda	gr/cm3	1,840	1,973	2,087	2,017
Densidad Seca	gr/cm3	1,672	1,738	1,761	1,648

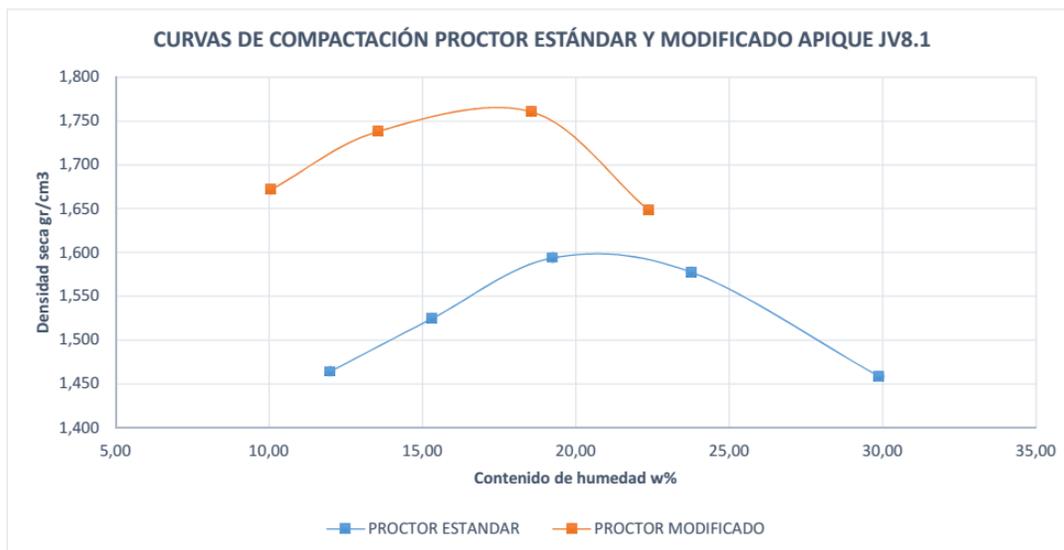
Densidad seca maxima	1,765 gr/cm3
Densidad seca maxima	17,65 KN/m3
Contenido humedo optimo	17,5 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 64. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018



Anexo 65. Humedad natural, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.2	Estrato 2

Determinación contenido de humedad

<i>Recipiente</i>	#	1	2	3
<i>Peso del Recipiente</i>	gr	8,4	11,3	8,6
<i>Recipiente + Muestra Humeda</i>	gr	60,7	45,8	33,7
<i>Recipiente + Muestra Seca</i>	gr	48,2	37,5	27,5
<i>Peso Muestra seca</i>	gr	39,8	26,2	18,9
<i>Peso de Agua</i>	gr	12,5	8,3	6,2
<i>Contenido de Humedad</i>	%	31,41	31,68	32,80
<i>Promedio humedad</i>	%	31,96		

Anexo 66. Densidad aparente, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	31/05/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	Juan XXIII Parte alta
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo	Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	JV8.2
		Estrato	2

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 31,96 %

Peso de la muestra (Wm)	gr	40,7
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	42,8
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	18,6
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm³	24,20
Volumen de parafina (Vp)	cm³	2,41
Volumen de la muestra (Vm)	cm³	21,79

Densidad aparente 1,868 gr/cm³

Densidad aparente 18,33 KN/m³

Densidad seca 13,89 KN/m³

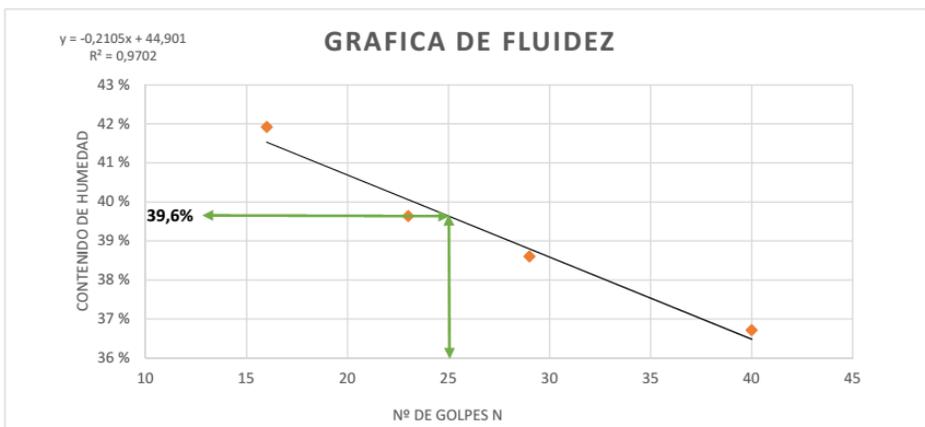
Anexo 67. Limite líquido y plástico, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta		
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.2	Estrato	2

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	10,26	10,55	10,57	10,49
Recipiente + Muestra Humeda	gr	25,38	31,52	31,25	30,43
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,32	25,68	25,38	24,54
Peso Muestra seca	gr	11,06	15,13	14,81	14,05
Peso de Agua	gr	4,06	5,84	5,87	5,89
Contenido de Humedad %	%	36,71	38,60	39,64	41,92
Numero de golpes, N	#	40	29	23	16



Limite liquido	39,6	%
Limite plastico	24,19	%
Indice de plasticidad Ip	15,41	%

Determinación del limite plastico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	10,57	10,83
Recipiente + Muestra Humeda	gr	19,24	19,46
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,54	17,79
Peso Muestra seca	gr	6,97	6,96
Peso de Agua	gr	1,7	1,67
Contenido de Humedad %	%	24,39	23,99
Promedio humedad	%	24,19	

Anexo 68. Limite liquido método de un punto, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.2	Etrato 2

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	10,55	10,23
Recipiente + Muestra Humeda	gr	31,52	31,23
Recipiente + Muestra Seca	gr	25,6	25,31
Peso Muestra seca	gr	15,05	15,08
Peso de Agua	gr	5,92	5,92
Contenido de Humedad %	%	39,34	39,26
Numero de golpes, N	#	29	28
límite líquido	%	40,04	39,81

Limite liquido 39,93 %

Anexo 69. Análisis granulométrico y clasificación USCS Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.2.

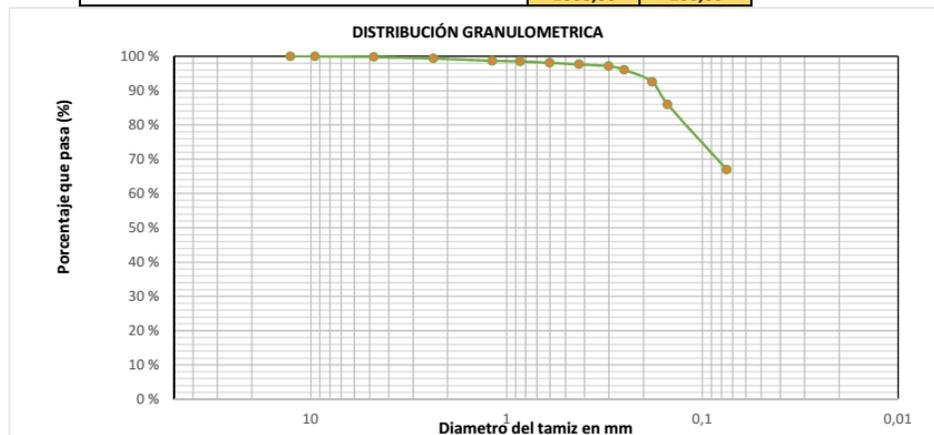
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXIII Parte alta	
Latitud:	7,389052	Longitud:	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.2	Estrato 1

Peso del recipiente	9,8	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,8	gr
Peso de la muestra seca W_s	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	339,4	gr
Material perdido en lavado	660,6	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656	656	0	0,00	100,00
4	4,75	647,4	649,2	1,8	0,18	99,82
8	2,36	545,4	549,6	4,2	0,42	99,40
16	1,18	542,6	549,6	7	0,70	98,70
20	0,85	526,2	528	1,8	0,18	98,52
30	0,6	524,2	528	3,8	0,38	98,14
40	0,425	484,8	489,4	4,6	0,46	97,68
50	0,3	502,4	507,8	5,4	0,54	97,14
60	0,25	500,2	511,2	11	1,10	96,04
80	0,18	457	492	35	3,50	92,54
100	0,15	481,4	547,4	66	6,60	85,94
200	0,075	461,4	651,6	190,2	19,02	66,92
FONDO		567,8	1237	669,2	66,92	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA **0,18** % ARENA **32,90** % FINOS **66,92** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 70. Proctor estándar, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,389052	Longitud	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	8,37	8,24	8,44	8,51	2,31	2,29	2,29	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	85	66,18	72,08	66,7	70,48	91,8	78,92	87,68
Recipiente + Muestra Seca	gr	76,67	59,49	63,08	58,79	58,3	75,68	62,53	68,44
Peso Muestra seca	gr	68,3	51,25	54,64	50,28	55,99	73,39	60,24	66,17
Peso de Agua	gr	8,33	6,69	9	7,91	12,18	16,12	16,39	19,24
Contenido de Humedad	%	12,20	13,05	16,47	15,73	21,75	21,96	27,21	29,08
Promedio humedad	%	12,62		16,10		21,86		28,14	

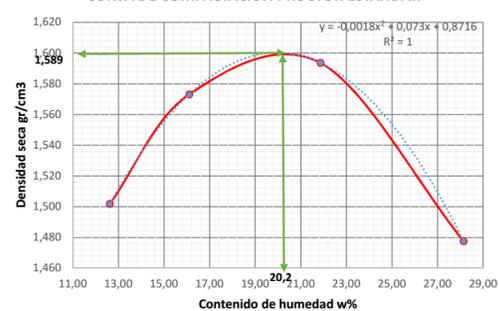
Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	12,62	16,10	21,86	28,14
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3592	3719,2	3828,2	3782,4
Peso Suelo	gr	1595,6	1722,8	1831,8	1786
Densidad Humeda	gr/cm3	1,692	1,826	1,942	1,893
Densidad Seca	gr/cm3	1,502	1,573	1,594	1,478

Densidad seca maxima	1,589 gr/cm3
Densidad seca maxima	15,89 KN/m3
Contenido humedo optimo	20,2 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES

CURVA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR



Anexo 71. Proctor modificado, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,389052	Longitud	-72,647793	Altura	2452 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	JV8.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

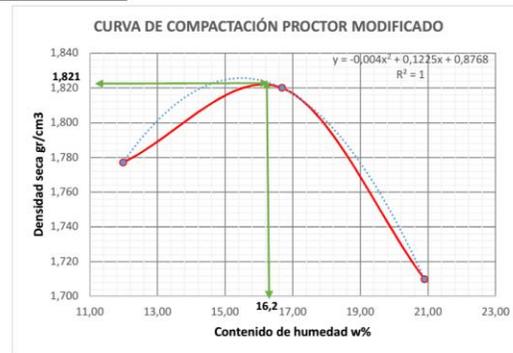
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	10,61	10,35	10,55	10,56	10,59	10,39
Recipiente + Muestra Humeda	gr	51,12	44,28	56,33	45,26	53,73	62,63
Recipiente + Muestra Seca	gr	46,56	40,84	49,68	40,38	46,11	53,8
Peso Muestra seca	gr	35,95	30,49	39,13	29,82	35,52	43,41
Peso de Agua	gr	4,56	3,44	6,65	4,88	7,62	8,83
Contenido de Humedad	%	12,68	11,28	16,99	16,36	21,45	20,34
Promedio humedad	%	11,98		16,68		20,90	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	11,98	16,68	20,90
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3873,6	3999,6	3946,4
Peso Suelo	gr	1877,2	2003,2	1950
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,990	2,124	2,067
Densidad Seca	gr/cm ³	1,777	1,820	1,710

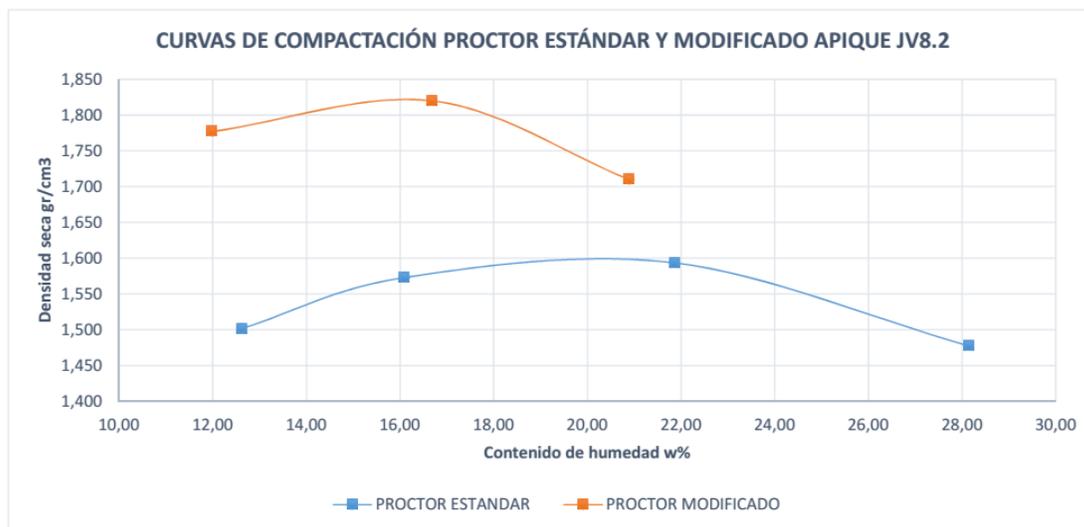
Densidad seca maxima	1,821 gr/cm ³
Densidad seca maxima	18,21 KN/m ³
Contenido humedo optimo	16,2 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m ³

OBSERVACIONES



Anexo 72. Gráfico comparativo de compactación, Juan XXIII Parte alta. APIQUE JV8.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	23/08/2018



Resultados de laboratorios para el sector de VALLE DEL ESPIRITU SANTO.

Anexo 73. Humedad natural, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,365129	Longitud:	-72,66318	Altura	2420 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarilla		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z1	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	10,59	10,38	10,57
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	60,95	70,4	41,21
Recipiente + Muestra Seca	gr	47,17	55,5	33,12
Peso Muestra seca	gr	36,58	45,12	22,55
Peso de Agua	gr	13,78	14,9	8,09
Contenido de Humedad	%	37,67	33,02	35,88
Promedio humedad	%	35,52		

Anexo 74. Densidad aparente, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,365129	Longitud:	-72,66318	Altura
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarilla	Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	Z1	Estrato
				1

Densidad del agua 1 **gr/cm3**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm3**

Humedad 35,52 %

Peso de la muestra (Wm)	gr	67,07
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	72,15
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	30,1
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm3	42,05
Volumen de parafina (Vp)	cm3	5,84
Volumen de la muestra (Vm)	cm3	36,21

Densidad aparente 1,852 **gr/cm3**

Densidad aparente 18,17 **KN/m3**

Densidad seca 13,41 **KN/m3**

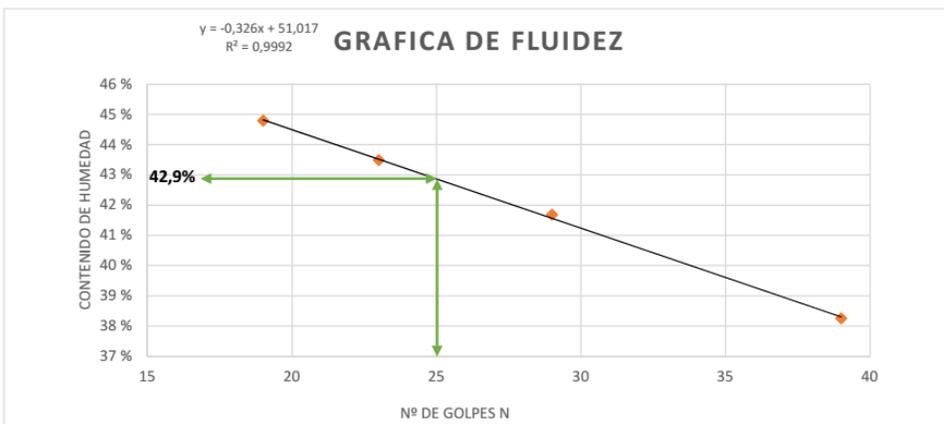
Anexo 75. Limite líquido y plástico, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	6/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,365129	Longitud:	-72,66318	Altura	2420 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarilla		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z1	Estrato 1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,35	2,34	2,31	2,31
Recipiente + Muestra Humeda	gr	18,94	16,82	20,16	18,7
Recipiente + Muestra Seca	gr	14,35	12,56	14,75	13,63
Peso Muestra seca	gr	12	10,22	12,44	11,32
Peso de Agua	gr	4,59	4,26	5,41	5,07
Contenido de Humedad %	%	38,25	41,68	43,49	44,79
Numero de golpes, N	#	39	29	23	19



Limite liquido	42,9	%
Limite plastico	26,81	%
Indice de plasticidad Ip	16,09	%

Determinación del limite plastico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,34	2,33
Recipiente + Muestra Humeda	gr	5,21	5,91
Recipiente + Muestra Seca	gr	4,59	5,17
Peso Muestra seca	gr	2,25	2,84
Peso de Agua	gr	0,62	0,74
Contenido de Humedad %	%	27,56	26,06
Promedio humedad	%	26,81	

Anexo 76. Limite liquido método de un punto, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,365129	Longitud:	-72,66318	Altura	2420 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarilla		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z1	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,31	2,34
Recipiente + Muestra Humeda	gr	20,16	16,82
Recipiente + Muestra Seca	gr	14,75	12,46
Peso Muestra seca	gr	12,44	10,12
Peso de Agua	gr	5,41	4,36
Contenido de Humedad %	%	43,49	43,08
Numero de golpes, N	#	23	24
límite líquido	%	43,05	42,87

Limite liquido 42,96 %

Anexo 77. Análisis granulométrico y clasificación USCS Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	5/09/2018

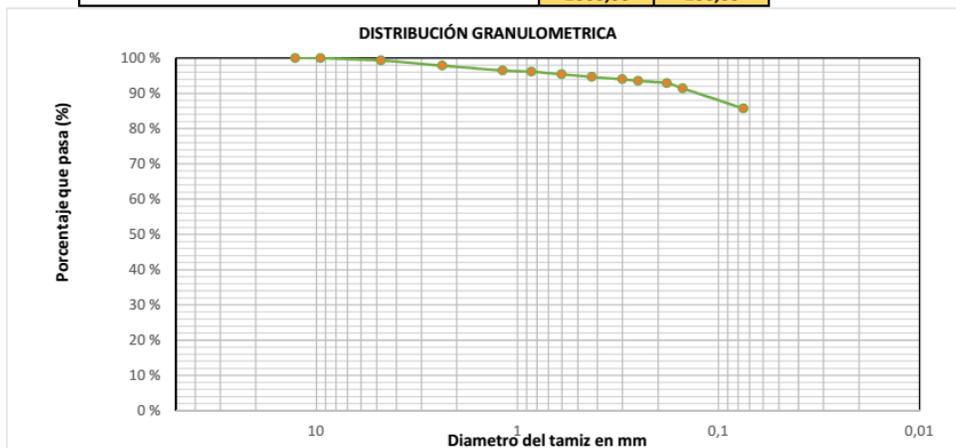
Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO
Latitud:	7,365129	Longitud:	-72,66318
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarilla	Altura	2420 m.s.n.m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Profundidad muestra	1,5 m
		Apique No	Z1
		Estrato	1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	157,6	gr
Material perdido en lavado	830,4	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
						100
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656,3	656,3	0	0,00	100,00
4	4,75	647,8	654,5	6,7	0,67	99,33
8	2,36	545,8	560,4	14,6	1,46	97,87
16	1,18	543	556,6	13,6	1,36	96,51
20	0,85	526,4	529,8	3,4	0,34	96,17
30	0,6	524,6	532,4	7,8	0,78	95,39
40	0,425	485,4	492,6	7,2	0,72	94,67
50	0,3	511,6	518,4	6,8	0,68	93,99
60	0,25	500,6	504,8	4,2	0,42	93,57
80	0,18	457,2	464	6,8	0,68	92,89
100	0,15	481,8	496,6	14,8	1,48	91,41
200	0,075	494	551,2	57,2	5,72	85,69
FONDO		567,6	1424,5	856,9	85,69	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	

u



GRAVA **0,67** % ARENA **13,64** % FINOS **85,69** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Limos inorgánicos de baja plasticidad **ML**

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos **USCS**

Anexo 78. Proctor estándar, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	19/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,365129	Longitud	-72,66318	Altura	2420 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarilla		Profundidad muestra	1,5 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

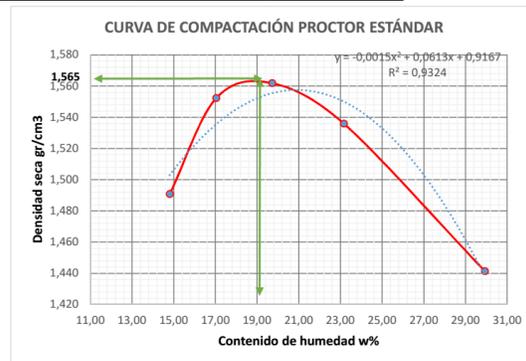
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,38	2,37	2,34	2,35	2,35	2,35	2,31	2,27	2,3	2,29
Recipiente + Muestra Humeda	gr	29,51	50,93	33,31	37,83	33,78	51,25	41,08	41,7	37,7	59,66
Recipiente + Muestra Seca	gr	26,05	44,6	28,83	32,63	29,01	42,58	33,53	34,55	29,91	45,87
Peso Muestra seca	gr	23,67	42,23	26,49	30,28	26,66	40,23	31,22	32,28	27,61	43,58
Peso de Agua	gr	3,46	6,33	4,48	5,2	4,77	8,67	7,55	7,15	7,79	13,79
Contenido de Humedad	%	14,62	14,99	16,91	17,17	17,89	21,55	24,18	22,15	28,21	31,64
Promedio humedad	%	14,80		17,04		19,72		23,17		29,93	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	14,80	17,04	19,72	23,17	29,93
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3610,8	3710,2	3760,2	3780,8	3763
Peso Suelo	gr	1614,4	1713,8	1763,8	1784,4	1766,6
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,711	1,817	1,870	1,892	1,873
Densidad Seca	gr/cm ³	1,491	1,552	1,562	1,536	1,441

Densidad seca maxima 1,565 gr/cm³Densidad seca maxima 15,65 KN/m³Contenido humedo optimo 19 %Energía de compactación 591,3 KN-m/m³

OBSERVACIONES _____



Anexo 79. Proctor modificado, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	19/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,365129	Longitud	-72,66318	Altura	2420 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarilla		Profundidad muestra	1,5 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 Lb	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

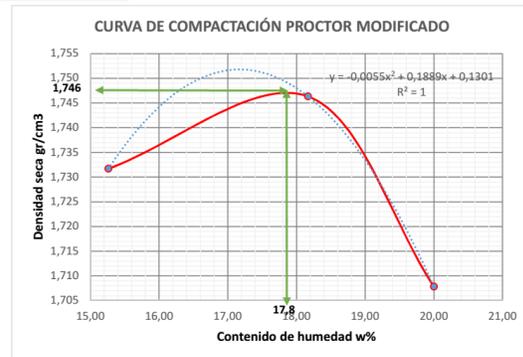
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,25	2,23	2,25	2,25	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	38,5	33,33	31,88	31,28	38,47	33,71
Recipiente + Muestra Seca	gr	33,72	29,2	27,39	26,75	32,21	27,95
Peso Muestra seca	gr	31,45	26,95	25,16	24,5	29,96	25,69
Peso de Agua	gr	4,78	4,13	4,49	4,53	6,26	5,76
Contenido de Humedad	%	15,20	15,32	17,85	18,49	20,89	22,42
Promedio humedad	%	15,26		18,17		20,00	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	15,26	18,17	20,00
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3879,2	3943	3929,6
Peso Suelo	gr	1882,8	1946,6	1933,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,996	2,064	2,049
Densidad Seca	gr/cm3	1,732	1,746	1,708

Densidad seca maxima	1,746 gr/cm3
Densidad seca maxima	17,46 KN/m3
Contenido humedo optimo	17,8 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 80. Compactación molde 6", 5 capas, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		ENSAYO DE COMPACTACIÓN		Código	
					Página	1 de 1
					Fecha Practica	19/09/2018
Proyecto	Determinación de las curvas de compactación				Barrio	Juan XXII Parte alta
Latitud	7,365129	Longitud	-72,66318		Altura	2420 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarilla				Profundidad muestra	1,5 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera				Apique No	Z1 Estrato 1
PROCTOR:		Estandar			Peso martillo	44,5 Lb
		Modificado			No Capas	5
					Golpes X Capa	25
Dimensiones de molde Diam		15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124 Cm3

Determinación contenido de humedad

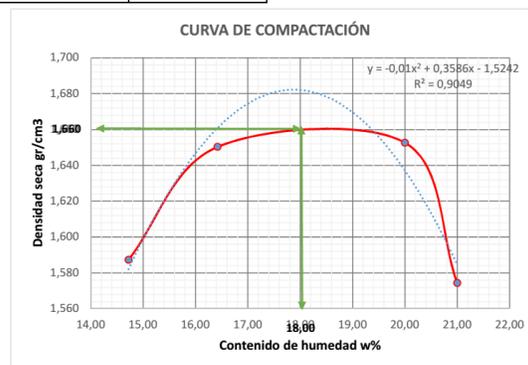
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,29	2,25	2,25	2,28	2,27	2,27	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,5	35,31	40,23	33,34	39,23	49,98	50,8	50,11
Recipiente + Muestra Seca	gr	26,94	31	34,77	29,04	33,15	41,26	41,3	39,85
Peso Muestra seca	gr	24,67	28,71	32,52	26,79	30,87	38,99	39,03	37,58
Peso de Agua	gr	3,56	4,31	5,46	4,3	6,08	8,72	9,5	10,26
Contenido de Humedad	%	14,43	15,01	16,79	16,05	19,70	22,36	24,34	27,30
Promedio humedad	%	14,72		16,42		20,00		21,00	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	14,72	16,42	20,00	21,00
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7086,5	7299,5	7431	7265
Peso Suelo	gr	3867,7	4080,7	4212,2	4046,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,821	1,921	1,983	1,905
Densidad Seca	gr/cm3	1,587	1,650	1,653	1,574

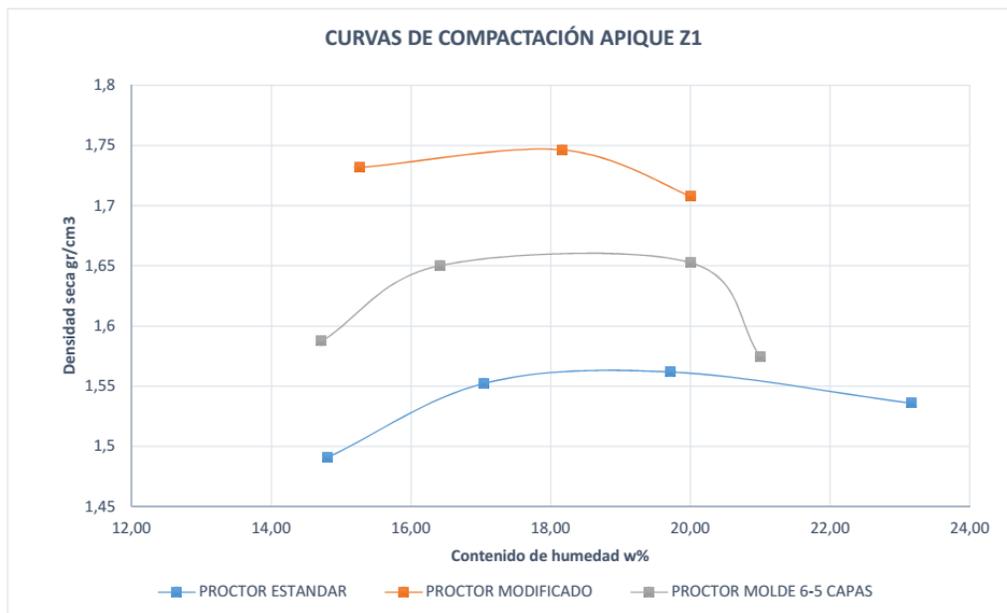
Densidad seca maxima 1,66 gr/cm3Densidad seca maxima 16,6 KN/m3Contenido humedo optimo 18 %Energía de compactación 1197,4 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 81. Gráfico comparativo de compactación, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	19/09/2018



Anexo 82. Humedad natural, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364761	Longitud:	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	0,64	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.1	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	10,26	10,55	10,57
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	45,98	29,94	38,36
Recipiente + Muestra Seca	gr	37,54	25,44	32,11
Peso Muestra seca	gr	27,28	14,89	21,54
Peso de Agua	gr	8,44	4,5	6,25
Contenido de Humedad	%	30,94	30,22	29,02
Promedio humedad	%	30,06		

Anexo 83. Densidad aparente, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO
Latitud:	<u>7,364761</u>	Longitud:	<u>-72,662883</u>
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarillo claro	Profundidad muestra	<u>0,64</u> m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	<u>Z2.1</u>
		Estrato	<u>1</u>

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 30,06 %

Peso de la muestra (<i>Wm</i>)	gr	88,66
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	gr	97,13
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)s</i>)	gr	38,6
Volumen de la muestra + parafina (<i>Vm+p</i>)	cm³	58,53
Volumen de parafina (<i>Vp</i>)	cm³	9,74
Volumen de la muestra (<i>Vm</i>)	cm³	48,79

Densidad aparente 1,817 gr/cm³

Densidad aparente 17,82 KN/m³

Densidad seca 13,71 KN/m³

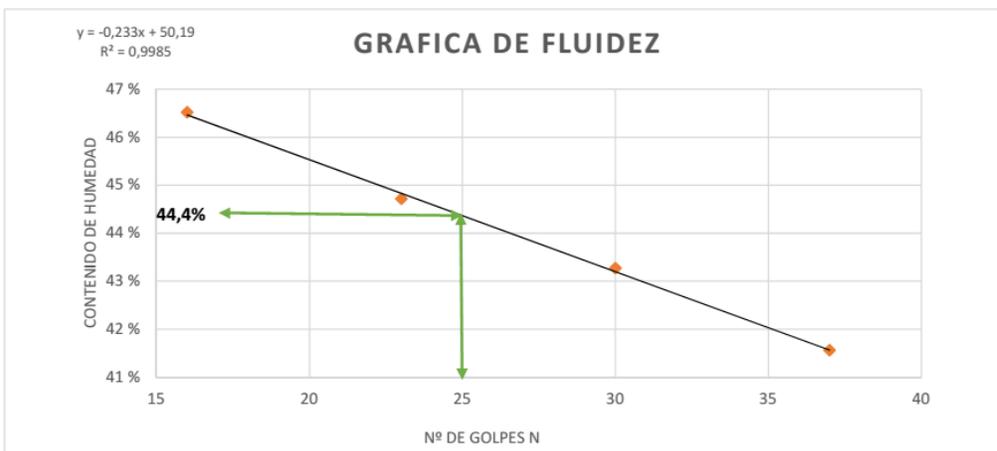
Anexo 84. Limite líquido y plástico, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	7/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364761	Longitud:	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.1	Estrato 1

Determinación del límite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,26	2,26	2,24	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	25,15	19,18	20,59	21,4
Recipiente + Muestra Seca	gr	18,43	14,07	14,92	15,33
Peso Muestra seca	gr	16,17	11,81	12,68	13,05
Peso de Agua	gr	6,72	5,11	5,67	6,07
Contenido de Humedad %	%	41,56	43,27	44,72	46,51
Numero de golpes, N	#	37	30	23	16



Límite líquido	44,4	%
Límite plástico	26,05	%
Índice de plasticidad Ip	18,35	%

Determinación del límite plástico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,26	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	6,25	6,7
Recipiente + Muestra Seca	gr	5,41	5,8
Peso Muestra seca	gr	3,15	3,54
Peso de Agua	gr	0,84	0,9
Contenido de Humedad %	%	26,67	25,42
Promedio humedad	%	26,05	

Anexo 85. Limite liquido método de un punto, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364761	Longitud:	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	0,64	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.1	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,24	2,24
Recipiente + Muestra Humeda	gr	20,59	30,12
Recipiente + Muestra Seca	gr	14,92	21,55
Peso Muestra seca	gr	12,68	19,31
Peso de Agua	gr	5,67	8,57
Contenido de Humedad %	%	44,72	44,38
Numero de golpes, N	#	23	23
límite líquido	%	44,27	43,94

Limite liquido **44,10** %

Anexo 86. Análisis granulométrico y clasificación USCS Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

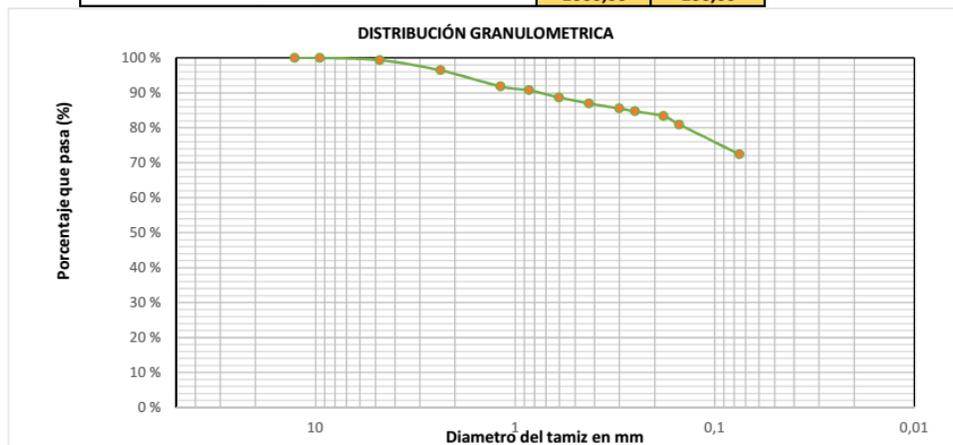
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	6/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO		
Latitud:	7,364761	Longitud:	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	0,64	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.1	Estrato	1

Peso del recipiente	9,4	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,4	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	280,92	gr
Material perdido en lavado	709,68	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz (gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	654	654	0	0,00	100,00
4	4,75	645,2	651,5	6,3	0,63	99,37
8	2,36	543,4	572,7	29,3	2,93	96,44
16	1,18	540,8	587	46,2	4,62	91,82
20	0,85	524,6	535,5	10,9	1,09	90,73
30	0,6	522,4	543,1	20,7	2,07	88,66
40	0,425	483,4	500,5	17,1	1,71	86,95
50	0,3	509,6	523,7	14,1	1,41	85,54
60	0,25	498,6	506,9	8,3	0,83	84,71
80	0,18	455,4	468,9	13,5	1,35	83,36
100	0,15	480	504,3	24,3	2,43	80,93
200	0,075	492	577,6	85,6	8,56	72,37
FONDO		565,4	1289,1	723,7	72,37	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA % ARENA % FINOS %

Clasificación del suelo

Suelo de partículas finas. **Arcilla inorgánica de baja plasticidad CL**

Sistema

Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 87. Proctor estándar, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	19/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364761	Longitud	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	0,64 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N
	Modificado		No Capas	3
			Golpes X Capa	25

Dimensiones de molde Diam 10,16 cm Altura 11,64 cm Volumen 943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,26	2,29	2,24	2,33	2,36	2,31	2,3	2,31
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,81	25,7	26,93	29,63	46,27	46,97	65,04	53,18
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,09	22,62	23,21	25,73	39,07	38,06	50,67	40,71
Peso Muestra seca	gr	24,83	20,33	20,97	23,4	36,71	35,75	48,37	38,4
Peso de Agua	gr	3,72	3,08	3,72	3,9	7,2	8,91	14,37	12,47
Contenido de Humedad	%	14,98	15,15	17,74	16,67	19,61	24,92	29,71	32,47
Promedio humedad	%	15,07		17,20		22,27		31,09	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	15,07	17,20	22,27	31,09
Molde + Muestra	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Peso Suelo	gr	1654,2	1735,8	1807,8	1797
Densidad Humeda	gr/cm3	1,754	1,840	1,916	1,905
Densidad Seca	gr/cm3	1,524	1,570	1,567	1,453

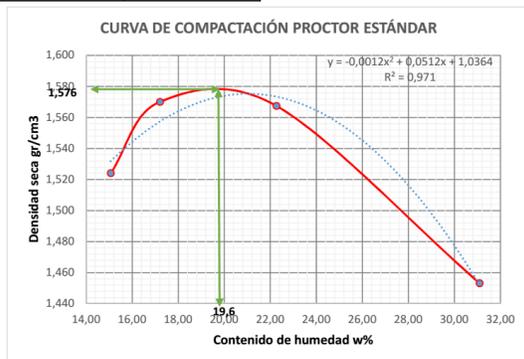
Densidad seca maxima 1,576 gr/cm3

Densidad seca maxima 15,76 KN/m3

Contenido humedo optimo 19,6 %

Energía de compactación 591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES _____



Anexo 88. Proctor modificado, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	19/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364761	Longitud	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	0,64 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

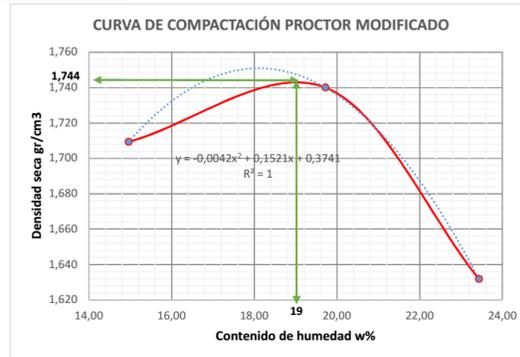
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,28	2,28	2,25	2,28	2,3	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	31,2	26	27,98	17,14	33,19	58,21
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,49	22,87	23,56	14,8	27,18	47,86
Peso Muestra seca	gr	25,21	20,59	21,31	12,52	24,88	45,58
Peso de Agua	gr	3,71	3,13	4,42	2,34	6,01	10,35
Contenido de Humedad	%	14,72	15,20	20,74	18,69	24,16	22,71
Promedio humedad	%	14,96		19,72		23,43	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	14,96	19,72	23,43
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3850	3961,4	3896,4
Peso Suelo	gr	1853,6	1965	1900
Densidad Humeda	gr/cm3	1,965	2,083	2,014
Densidad Seca	gr/cm3	1,709	1,740	1,632

Densidad seca maxima 1,744 gr/cm3Densidad seca maxima 17,44 KN/m3Contenido humedo optimo 19 %Energía de compactación 2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES _____



Anexo 89. Compactación molde 6", 5 capas, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	19/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364761	Longitud	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	0,64 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124 Cm3

Determinación contenido de humedad

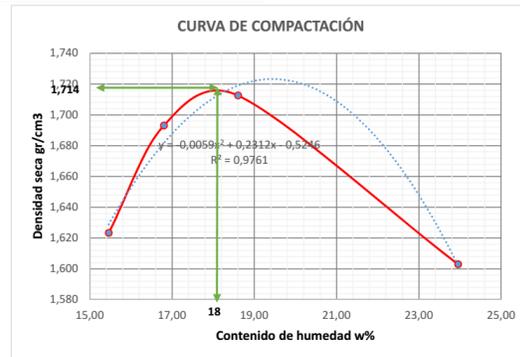
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,28	2,3	2,3	2,27	2,27	10,6	10,39
Recipiente + Muestra Humeda	gr	48,53	55,11	50,7	41,25	25,63	32,17	54,57	49,6
Recipiente + Muestra Seca	gr	42,42	47,94	43,86	35,55	21,95	27,5	45,65	42,41
Peso Muestra seca	gr	40,15	45,66	41,56	33,25	19,68	25,23	35,05	32,02
Peso de Agua	gr	6,11	7,17	6,84	5,7	3,68	4,67	8,92	7,19
Contenido de Humedad	%	15,22	15,70	16,46	17,14	18,70	18,51	25,45	22,45
Promedio humedad	%	15,46		16,80		18,60		23,95	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	15,46	16,80	18,60	23,95
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7200	7419	7533	7439
Peso Suelo	gr	3981,2	4200,2	4314,2	4220,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,874	1,977	2,031	1,987
Densidad Seca	gr/cm3	1,623	1,693	1,713	1,603

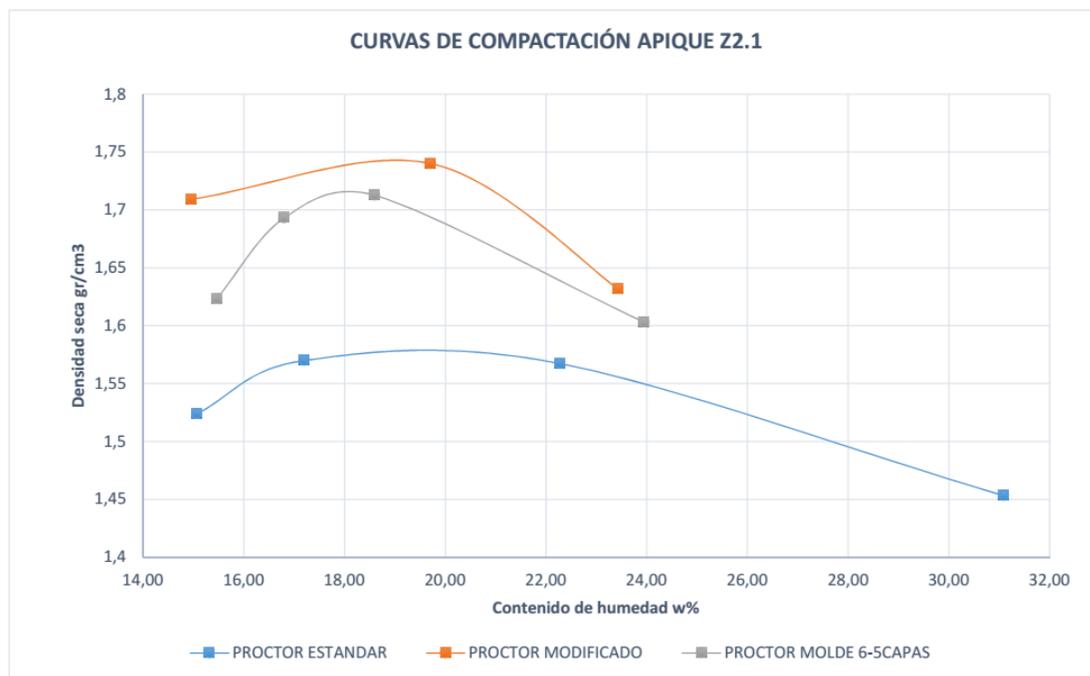
Densidad seca maxima	1,714 gr/cm3
Densidad seca maxima	17,14 KN/m3
Contenido humedo optimo	18 %
Energía de compactación	1197,4 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 90. Gráfico comparativo de compactación, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	19/09/2018



Anexo 91. Humedad natural, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364761	Longitud:	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad gris		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.2	Estrato 2

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	10,48	10,58	10,82
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	40,32	50,63	49,95
Recipiente + Muestra Seca	gr	34,43	44,01	42,47
Peso Muestra seca	gr	23,95	33,43	31,65
Peso de Agua	gr	5,89	6,62	7,48
Contenido de Humedad	%	24,59	19,80	23,63
Promedio humedad	%	22,68		

Anexo 92. Densidad aparente, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	<u>7,364761</u>	Longitud:	<u>-72,662883</u>	Altura	<u>2409</u> m.s.n.m
Descripción del suelo	<u>Suelo de tonalidad gris</u>		Profundidad muestra	<u>2</u>	m
Realizado por	<u>Jesus Ramiro Villamizar Rivera</u>		Apique No	<u>Z2.2</u>	Estrato <u>2</u>

Densidad del agua 1 **gr/cm³**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm³**

Humedad 22,68 **%**

<i>Peso de la muestra (Wm)</i>	gr	79,88
<i>Peso de la muestra + parafina (w(m+p))</i>	gr	87,95
<i>Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)</i>	gr	36,4
<i>Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)</i>	cm³	51,55
<i>Volumen de parafina (Vp)</i>	cm³	9,28
<i>Volumen de la muestra (Vm)</i>	cm³	42,27

Densidad aparente 1,890 **gr/cm³**

Densidad aparente 18,54 **KN/m³**

Densidad seca 15,11 **KN/m³**

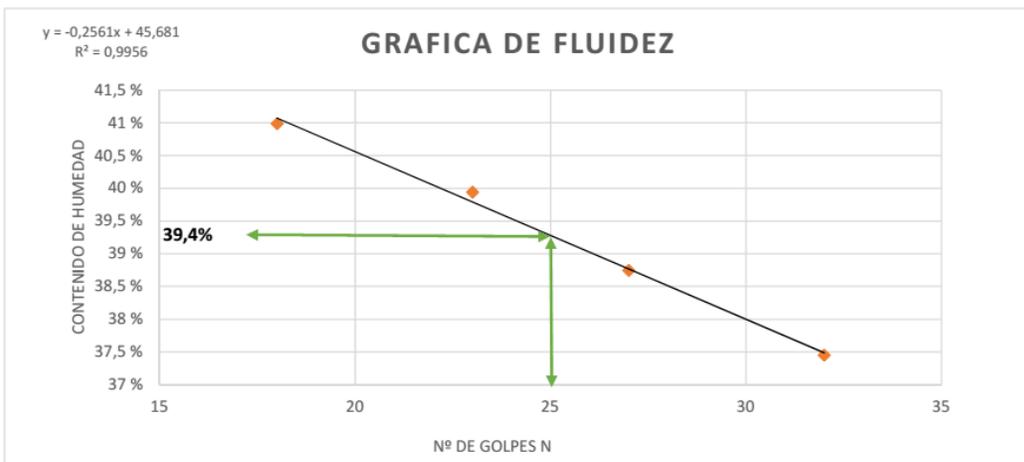
Anexo 93. Limite líquido y plástico, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	7/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364761	Longitud:	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad gris		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.2	Estrato 2

Determinación del límite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,37	2,32	2,27	2,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	22,08	21,12	20,28	19,19
Recipiente + Muestra Seca	gr	16,71	15,87	15,14	14,28
Peso Muestra seca	gr	14,34	13,55	12,87	11,98
Peso de Agua	gr	5,37	5,25	5,14	4,91
Contenido de Humedad %	%	37,45	38,75	39,94	40,98
Numero de golpes, N	#	32	27	23	18



Límite líquido	39,4	%
Límite plástico	23,50	%
Índice de plasticidad Ip	15,90	%

Determinación del límite plástico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	9	9,09
Recipiente + Muestra Seca	gr	7,71	7,8
Peso Muestra seca	gr	5,44	5,54
Peso de Agua	gr	1,29	1,29
Contenido de Humedad %	%	23,71	23,29
Promedio humedad	%	23,50	

Anexo 94. Limite liquido método de un punto, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	7/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364761	Longitud:	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad gris		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.2	Estrato 2

Factores de corrección para obtener el limite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	2,32	2,32
Recipiente + Muestra Humeda	gr	21,12	25,32
Recipiente + Muestra Seca	gr	15,87	18,87
Peso Muestra seca	gr	13,55	16,55
Peso de Agua	gr	5,25	6,45
Contenido de Humedad %	%	38,75	38,97
Numero de golpes, N	#	27	27
límite líquido	%	39,09	39,32

Limite liquido 39,21 %

Anexo 95. Análisis granulométrico y clasificación USCS Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2.

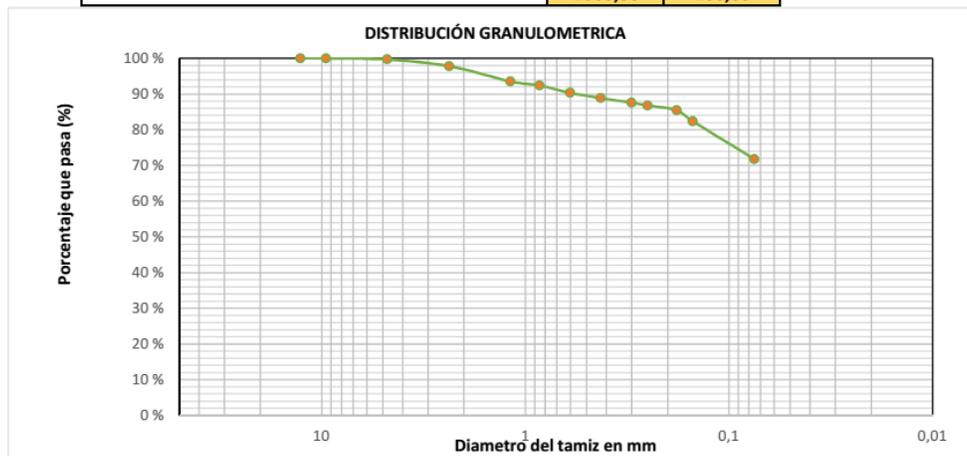
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	6/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO		
Latitud:	7,364761	Longitud:	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad gris		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.2	Estrato	1

Peso del recipiente	9,4	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1009,4	gr
Peso de la muestra seca W _s	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	290,52	gr
Material perdido en lavado	700,08	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
						100
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	654	654	0	0,00	100,00
4	4,75	645,2	648,2	3	0,30	99,70
8	2,36	543,4	562,2	18,8	1,88	97,82
16	1,18	540,8	583,6	42,8	4,28	93,54
20	0,85	524,6	535,8	11,2	1,12	92,42
30	0,6	522,4	543,2	20,8	2,08	90,34
40	0,425	483,4	498,2	14,8	1,48	88,86
50	0,3	509,6	522	12,4	1,24	87,62
60	0,25	498,6	506,8	8,2	0,82	86,80
80	0,18	455,4	468,6	13,2	1,32	85,48
100	0,15	480	511,4	31,4	3,14	82,34
200	0,075	492	597,9	105,9	10,59	71,75
FONDO		565,4	1282,9	717,5	71,75	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA % ARENA % FINOS %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Arcillas inorgánica de baja plasticidad CL

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 96. Proctor estándar, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		ENSAYO DE COMPACTACIÓN		Código		
					Página	1 de 1	
					Fecha Practica	20/09/2018	
Proyecto	Determinación de las curvas de compactación				Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364761	Longitud	-72,662883		Altura	2409 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad gris				Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera				Apique No	Z2.2 Estrato 2	
PROCTOR:					Estandar	X	
					Modificado		
Dimensiones de molde Diam					10,16 cm	Altura	11,64 cm
					Peso martillo	24,4 N	
					No Capas	3	
					Golpes X Capa	25	
					Volumen	943,30 Cm3	

Determinación contenido de humedad

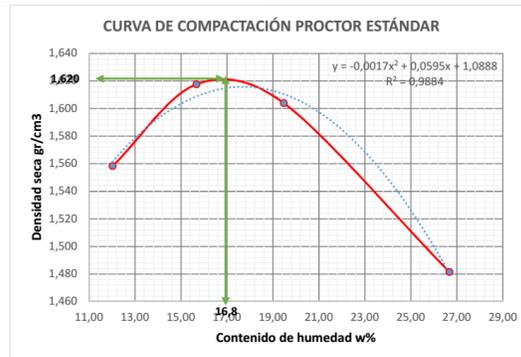
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,25	2,26	2,28	2,28	2,31	2,26	2,33
Recipiente + Muestra Humeda	gr	23,3	24,84	26,93	24,58	33,34	37,2	53,96	30,8
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,02	22,44	23,38	21,75	28,82	30,93	43,32	24,67
Peso Muestra seca	gr	18,75	20,19	21,12	19,47	26,54	28,62	41,06	22,34
Peso de Agua	gr	2,28	2,4	3,55	2,83	4,52	6,27	10,64	6,13
Contenido de Humedad	%	12,16	11,89	16,81	14,54	17,03	21,91	25,91	27,44
Promedio humedad	%	12,02		15,67		19,47		26,68	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	12,02	15,67	19,47	26,68
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3643	3761,4	3804	3766,6
Peso Suelo	gr	1646,6	1765	1807,6	1770,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,746	1,871	1,916	1,877
Densidad Seca	gr/cm3	1,558	1,618	1,604	1,481

Densidad seca maxima 1,62 gr/cm3Densidad seca maxima 16,2 KN/m3Contenido humedo optimo 16,8 %Energía de compactación 591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 97. Proctor modificado, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	20/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364761	Longitud	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad gris		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

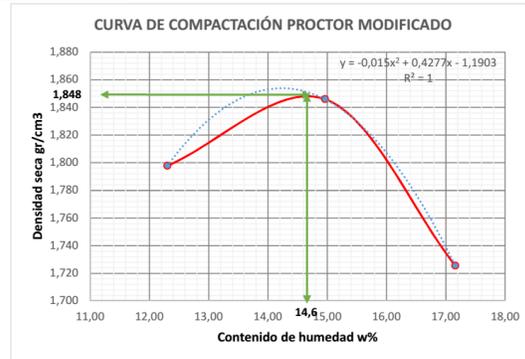
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,36	2,31	2,28	2,31	2,27	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	18,9	26,48	39,06	37,67	33,89	51
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,09	23,83	34,16	33,18	29,4	43,65
Peso Muestra seca	gr	14,73	21,52	31,88	30,87	27,13	41,38
Peso de Agua	gr	1,81	2,65	4,9	4,49	4,49	7,35
Contenido de Humedad	%	12,29	12,31	15,37	14,54	16,55	17,76
Promedio humedad	%	12,30		14,96		17,16	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	12,30	14,96	17,16
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3900,8	3998,2	3903,4
Peso Suelo	gr	1904,4	2001,8	1907
Densidad Humeda	gr/cm3	2,019	2,122	2,022
Densidad Seca	gr/cm3	1,798	1,846	1,726

Densidad seca maxima	1,848 gr/cm3
Densidad seca maxima	18,48 KN/m3
Contenido humedo optimo	14,6 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 98. Compactación molde 6", 5 capas, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	20/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364761	Longitud	-72,662883	Altura	2409 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad gris		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z2.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	_____	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124,00 Cm3

Determinación contenido de humedad

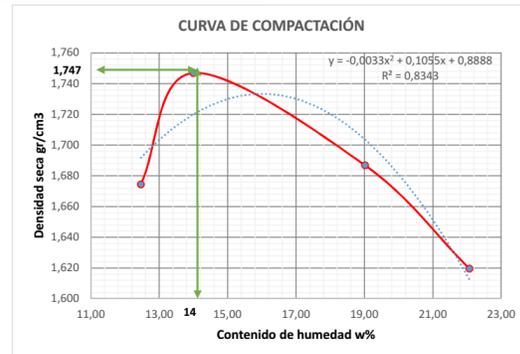
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	10,59	10,24	10,54	10,57	10,48	10,58	10,84	10,58
Recipiente + Muestra Humeda	gr	47	48,86	43,36	53,89	54,8	46,69	53,52	46,98
Recipiente + Muestra Seca	gr	42,9	44,65	39,46	48,4	48,12	40,6	45,91	40,31
Peso Muestra seca	gr	32,31	34,41	28,92	37,83	37,64	30,02	35,07	29,73
Peso de Agua	gr	4,1	4,21	3,9	5,49	6,68	6,09	7,61	6,67
Contenido de Humedad	%	12,69	12,23	13,49	14,51	17,75	20,29	21,70	22,44
Promedio humedad	%	12,46		14,00		19,02		22,07	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	12,46	14,00	19,02	22,07
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7218,5	7448,5	7483	7418
Peso Suelo	gr	3999,7	4229,7	4264,2	4199,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,883	1,991	2,008	1,977
Densidad Seca	gr/cm3	1,674	1,747	1,687	1,620

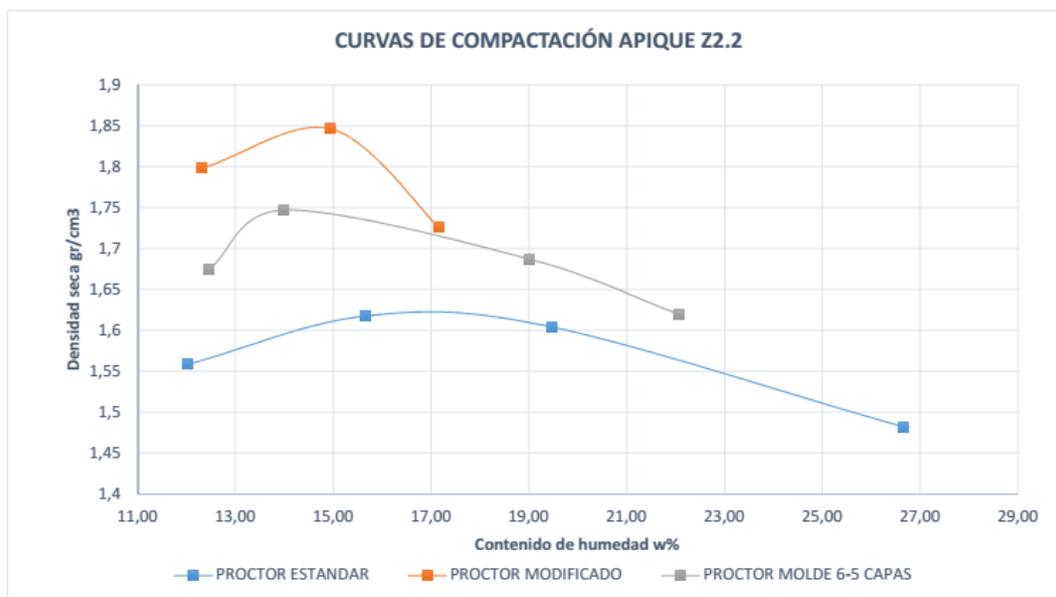
Densidad seca maxima	<u>1,747</u> gr/cm3
Densidad seca maxima	<u>17,47</u> KN/m3
Contenido humedo optimo	<u>14</u> %
Energía de compactación	<u>1197,4</u> KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 99. Gráfico comparativo de compactación, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z2.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	20/09/2018



Anexo 100. Humedad natural, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo claro		Profundidad muestra	1,2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.1	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

<i>Recipiente</i>	#	1	2	3
<i>Peso del Recipiente</i>	gr	10,59	10,46	10,87
<i>Recipiente + Muestra Húmeda</i>	gr	37,39	61,03	47,32
<i>Recipiente + Muestra Seca</i>	gr	32,07	50,92	40,03
<i>Peso Muestra seca</i>	gr	21,48	40,46	29,16
<i>Peso de Agua</i>	gr	5,32	10,11	7,29
<i>Contenido de Humedad</i>	%	24,77	24,99	25,00
<i>Promedio humedad</i>	%	24,92		

Anexo 101. Densidad aparente, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	<u>7,364558</u>	Longitud:	<u>-72,662798</u>	Altura
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo claro	Profundidad muestra	<u>1,2</u>	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	<u>Z3.1</u>	Estrato
				<u>1</u>

Densidad del agua 1 **gr/cm3**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm3**

Humedad 24,92 **%**

Peso de la muestra (Wm)	gr	87,05
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	94,69
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	39,5
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm3	55,19
Volumen de parafina (Vp)	cm3	8,78
Volumen de la muestra (Vm)	cm3	46,41

Densidad aparente 1,876 **gr/cm3**

Densidad aparente 18,40 **KN/m3**

Densidad seca 14,73 **KN/m3**

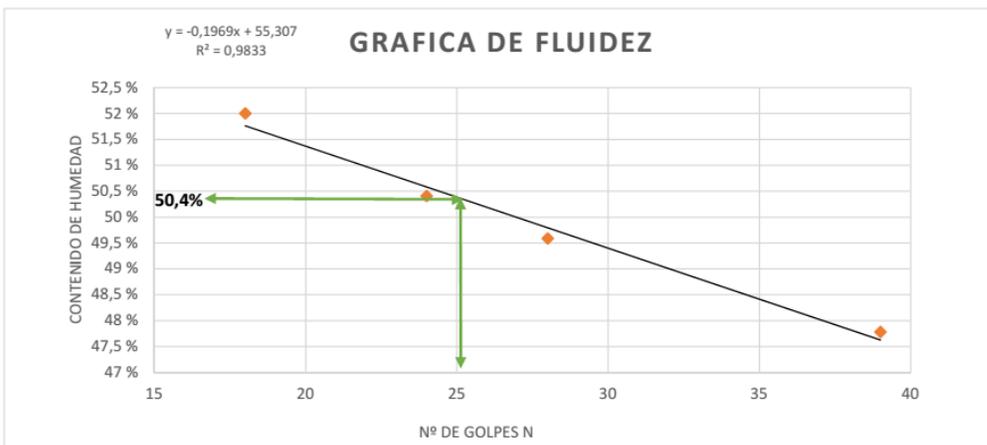
Anexo 102. Limite líquido y plástico, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

	INGENIERIA CIVIL	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE	Código	
	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	Página	1 de 1
			Fecha Practica	7/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo claro		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.1	Estrato 1

Determinación del límite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,26	2,27	2,27	2,29
Recipiente + Muestra Humeda	gr	21,22	29,24	22,77	23,95
Recipiente + Muestra Seca	gr	15,09	20,3	15,9	16,54
Peso Muestra seca	gr	12,83	18,03	13,63	14,25
Peso de Agua	gr	6,13	8,94	6,87	7,41
Contenido de Humedad %	%	47,78	49,58	50,40	52,00
Numero de golpes, N	#	39	28	24	18



Limite liquido	50,4	%
Limite plastico	32,11	%
Indice de plasticidad Ip	18,29	%

Determinación del límite plástico

		1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,24	2,32
Recipiente + Muestra Humeda	gr	5,97	5,74
Recipiente + Muestra Seca	gr	5,03	4,94
Peso Muestra seca	gr	2,79	2,62
Peso de Agua	gr	0,94	0,8
Contenido de Humedad %	%	33,69	30,53
Promedio humedad	%	32,11	

Anexo 103. Limite liquido método de un punto, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	7/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo claro		Profundidad muestra	1,2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.1	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

		20 - 30	
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	22,77	23,55
Recipiente + Muestra Seca	gr	15,9	16,35
Peso Muestra seca	gr	13,63	14,08
Peso de Agua	gr	6,87	7,2
Contenido de Humedad %	%	50,40	51,14
Numero de golpes, N	#	24	24
límite líquido	%	50,15	50,88

Limite liquido 50,52 %

Anexo 104. Análisis granulométrico y clasificación USCS Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

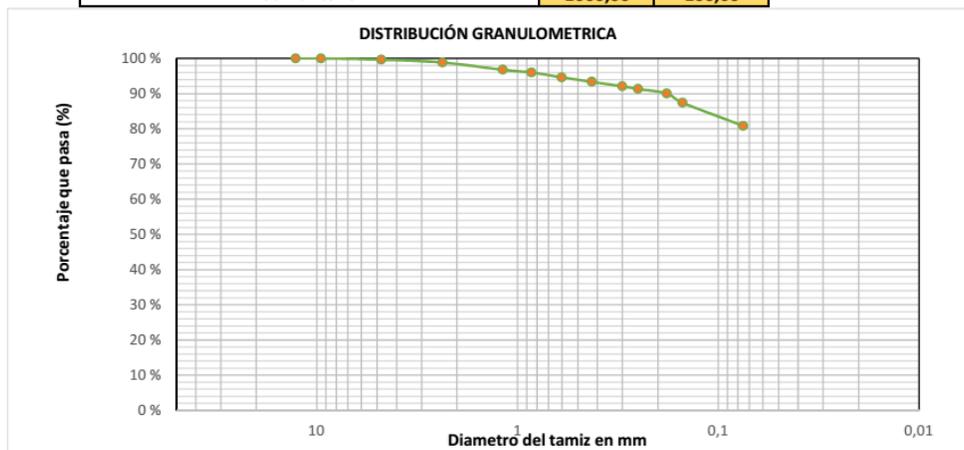
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	6/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO		
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo claro		Profundidad muestra	1,2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.1	Estrato	1

Peso del recipiente	12,2	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012,2	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	187,23	gr
Material perdido en lavado	800,57	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	654	654	0	0,00	100,00
4	4,75	645,2	648,6	3,4	0,34	99,66
8	2,36	543,4	551,4	8	0,80	98,86
16	1,18	540,8	561,6	20,8	2,08	96,78
20	0,85	524,6	532,2	7,6	0,76	96,02
30	0,6	522,4	536,4	14	1,40	94,62
40	0,425	483,4	496	12,6	1,26	93,36
50	0,3	509,6	522,2	12,6	1,26	92,10
60	0,25	498,6	506,4	7,8	0,78	91,32
80	0,18	455,4	468	12,6	1,26	90,06
100	0,15	480	506,8	26,8	2,68	87,38
200	0,075	492	557,4	65,4	6,54	80,84
FONDO		565,4	1373,8	808,4	80,84	0,00
Sumantoria				1000,00	100,00	



GRAVA **0,34** % ARENA **18,82** % FINOS **80,84** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Limos inorgánicos de alta plasticidad MH

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 105. Proctor estándar, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	1/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364558	Longitud	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo claro		Profundidad muestra	1,2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

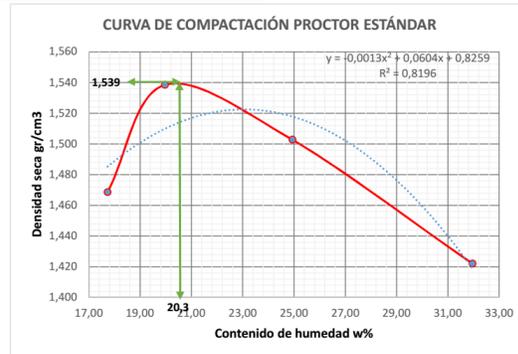
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,38	2,35	2,35	2,33	2,34	2,33	2,34	2,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,51	30,63	31,95	23,3	21,12	52,22	36,37	44,6
Recipiente + Muestra Seca	gr	26,04	26,61	27,18	19,7	17,67	41,5	28,29	34,16
Peso Muestra seca	gr	23,66	24,26	24,83	17,37	15,33	39,17	25,95	31,86
Peso de Agua	gr	4,47	4,02	4,77	3,6	3,45	10,72	8,08	10,44
Contenido de Humedad	%	18,89	16,57	19,21	20,73	22,50	27,37	31,14	32,77
Promedio humedad	%	17,73		19,97		24,94		31,95	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	17,73	19,97	24,94	31,95
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3627,4	3737,4	3767,4	3766,6
Peso Suelo	gr	1631	1741	1771	1770,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,729	1,846	1,877	1,877
Densidad Seca	gr/cm3	1,469	1,538	1,503	1,422

Densidad seca maxima	1,539 gr/cm3
Densidad seca maxima	15,39 KN/m3
Contenido humedo optimo	20,3 %
Energía de compactación	591,3114 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 106. Proctor modificado, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	1/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364558	Longitud	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo claro		Profundidad muestra	1,2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

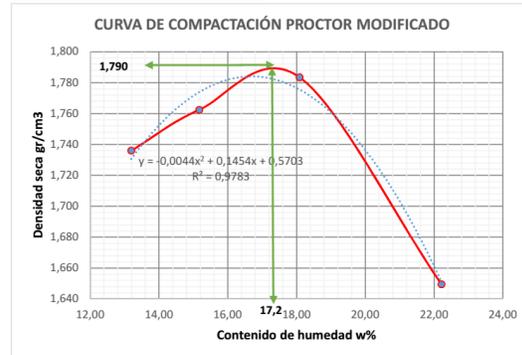
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,3	2,26	2,29	2,26	2,29	2,26	2,23	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,25	38,25	50,21	30,22	26,15	20,55	46,69	33,02
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,09	33,93	44,05	26,45	22,39	17,83	38,67	27,39
Peso Muestra seca	gr	24,79	31,67	41,76	24,19	20,1	15,57	36,44	25,11
Peso de Agua	gr	3,16	4,32	6,16	3,77	3,76	2,72	8,02	5,63
Contenido de Humedad	%	12,75	13,64	14,75	15,58	18,71	17,47	22,01	22,42
Promedio humedad	%	13,19		15,17		18,09		22,22	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	13,19	15,17	18,09	22,22
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3850	3911	3983	3898
Peso Suelo	gr	1853,6	1914,6	1986,6	1901,6
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,965	2,030	2,106	2,016
Densidad Seca	gr/cm ³	1,736	1,762	1,783	1,649

Densidad seca maxima	1,79 gr/cm ³
Densidad seca maxima	17,9 KN/m ³
Contenido humedo optimo	17,2 %
Energía de compactación	2696,04 KN-m/m ³

OBSERVACIONES



Anexo 107. Compactación molde 6", 5 capas, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	1/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364558	Longitud	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color amarillo claro		Profundidad muestra	1,2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	_____	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124,00 Cm3

Determinación contenido de humedad

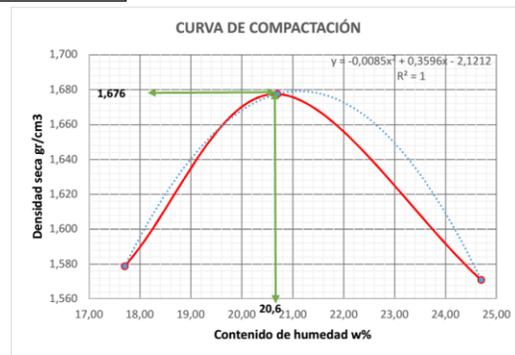
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,27	2,23	2,25	2,28	2,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	38,35	37,57	54,12	53,41	70,72	52,04
Recipiente + Muestra Seca	gr	33,06	32,13	45,22	44,64	57,3	42,09
Peso Muestra seca	gr	30,79	29,86	42,99	42,39	55,02	39,79
Peso de Agua	gr	5,29	5,44	8,9	8,77	13,42	9,95
Contenido de Humedad	%	17,18	18,22	20,70	20,69	24,39	25,01
Promedio humedad	%	17,70		20,70		24,70	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	17,70	20,70	24,70
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7165,5	7519	7379,5
Peso Suelo	gr	3946,7	4300,2	4160,7
Densidad Humeda	gr/cm3	1,858	2,025	1,959
Densidad Seca	gr/cm3	1,579	1,677	1,571

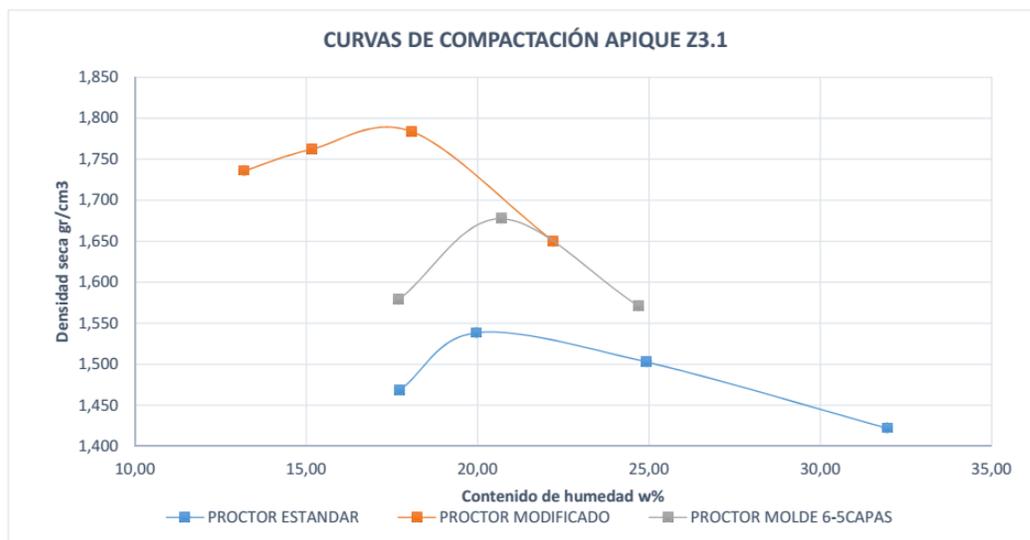
Densidad seca maxima	1,676 gr/cm3
Densidad seca maxima	16,76 KN/m3
Contenido humedo optimo	20,6 %
Energía de compactación	1197,352 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 108. Gráfico comparativo de compactación, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	1/10/2018



Anexo 109. Humedad natural, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color oscuro		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.2	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	10,6	7,36	10,43
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	42,58	43,17	36,7
Recipiente + Muestra Seca	gr	36,41	36,21	31,6
Peso Muestra seca	gr	25,81	28,85	21,17
Peso de Agua	gr	6,17	6,96	5,1
Contenido de Humedad	%	23,91	24,12	24,09
Promedio humedad	%	24,04		

Anexo 110. Densidad aparente, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color oscuro		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.2	Estrato 2

Densidad del agua 1 **gr/cm3**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm3**

Humedad 24,04 %

Peso de la muestra (Wm)	gr	82,2
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	92,04
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	37,9
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm3	54,14
Volumen de parafina (Vp)	cm3	11,31
Volumen de la muestra (Vm)	cm3	42,83

Densidad aparente 1,919 **gr/cm3**

Densidad aparente 18,83 **KN/m3**

Densidad seca 15,18 **KN/m3**

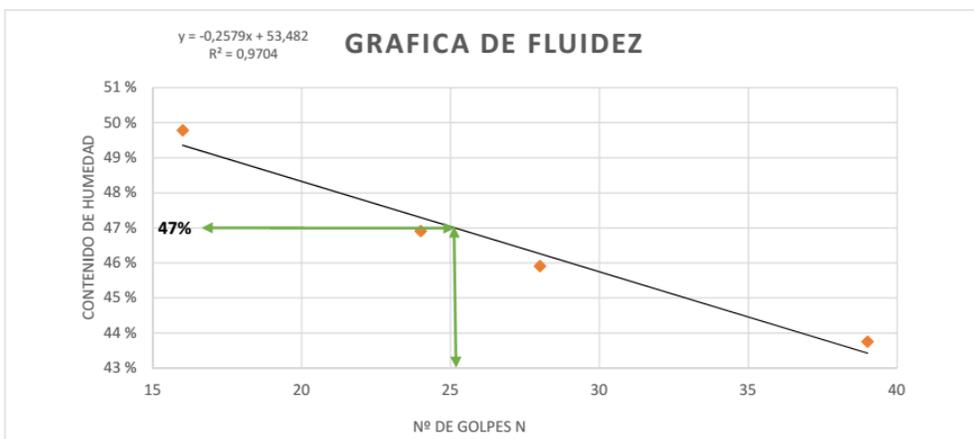
Anexo 111. Limite líquido y plástico, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

	INGENIERIA CIVIL	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE	Código	
	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Página	1 de 1
			Fecha Practica	7/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color oscuro		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.2	Estrato 1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,32	2,28	2,28	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	19,44	18,68	16,75	15,81
Recipiente + Muestra Seca	gr	14,23	13,52	12,13	11,31
Peso Muestra seca	gr	11,91	11,24	9,85	9,04
Peso de Agua	gr	5,21	5,16	4,62	4,5
Contenido de Humedad %	%	43,74	45,91	46,90	49,78
Numero de golpes, N	#	39	28	24	16



Limite liquido	47	%
Limite plastico	30,33	%
Indice de plasticidad Ip	16,67	%

Determinación del limite plastico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,23
Recipiente + Muestra Humeda	gr	5,21	4,87
Recipiente + Muestra Seca	gr	4,51	4,27
Peso Muestra seca	gr	2,24	2,04
Peso de Agua	gr	0,7	0,6
Contenido de Humedad %	%	31,25	29,41
Promedio humedad	%	30,33	

Anexo 112. Limite liquido método de un punto, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	7/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color oscuro		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.2	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,28	2,29
Recipiente + Muestra Humeda	gr	18,68	19,23
Recipiente + Muestra Seca	gr	13,52	13,88
Peso Muestra seca	gr	11,24	11,59
Peso de Agua	gr	5,16	5,35
Contenido de Humedad %	%	45,91	46,16
Numero de golpes, N	#	28	29
límite líquido	%	46,55	46,99

Limite liquido 46,77 %

Anexo 113. Análisis granulométrico y clasificación USCS Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

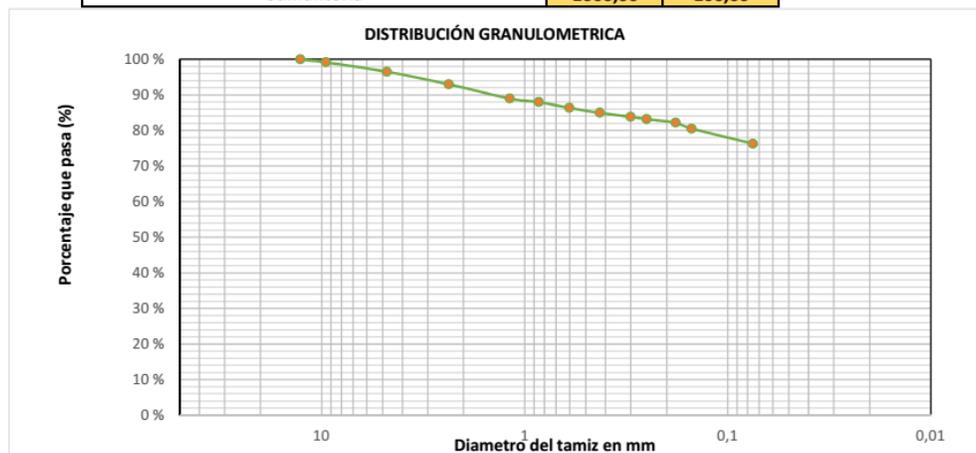
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	6/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO		
Latitud:	7,364558	Longitud:	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de color oscuro		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.2	Estrato	1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	253,6	gr
Material perdido en lavado	734,4	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
						100
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656,3	665	8,7	0,87	99,13
4	4,75	647,8	674	26,2	2,62	96,51
8	2,36	545,8	581,2	35,4	3,54	92,97
16	1,18	543	583,2	40,2	4,02	88,95
20	0,85	526,4	536,2	9,8	0,98	87,97
30	0,6	524,6	541	16,4	1,64	86,33
40	0,425	485,4	499,2	13,8	1,38	84,95
50	0,3	511,6	522,8	11,2	1,12	83,83
60	0,25	500,6	507,1	6,5	0,65	83,18
80	0,18	457,2	467,4	10,2	1,02	82,16
100	0,15	481,8	498,4	16,6	1,66	80,50
200	0,075	494	536,3	42,3	4,23	76,27
FONDO		567,6	1330,3	762,7	76,27	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA **3,49** % ARENA **20,24** % FINOS **76,27** %

Clasificación del suelo

Suelo de partículas finas. Limos de baja plasticidad **ML**

Sistema

Sistema Unificado De Clasificación de Suelos **USCS**

Anexo 114. Proctor estándar, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	20/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364558	Longitud	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color oscuro		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.2 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

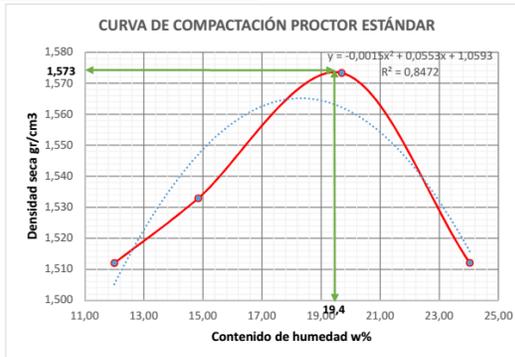
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,23	2,26	2,36	2,3	2,26	2,26	2,26	2,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	29,7	23,68	28,45	28,94	25,26	43,3	41,87	41,67
Recipiente + Muestra Seca	gr	26,75	21,39	24,94	25,64	21,71	36,14	33,76	34,49
Peso Muestra seca	gr	24,52	19,13	22,58	23,34	19,45	33,88	31,5	32,19
Peso de Agua	gr	2,95	2,29	3,51	3,3	3,55	7,16	8,11	7,18
Contenido de Humedad	%	12,03	11,97	15,54	14,14	18,25	21,13	25,75	22,31
Promedio humedad	%	12,00		14,84		19,69		24,03	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	12,00	14,84	19,69	24,03
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3593,8	3657	3772,8	3765,4
Peso Suelo	gr	1597,4	1660,6	1776,4	1769
Densidad Humeda	gr/cm3	1,693	1,760	1,883	1,875
Densidad Seca	gr/cm3	1,512	1,533	1,573	1,512

Densidad seca maxima	1,573 gr/cm3
Densidad seca maxima	15,73 KN/m3
Contenido humedo optimo	19,4 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 115. Proctor modificado, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		ENSAYO DE COMPACTACIÓN		Código	
					Página	1 de 1
					Fecha Practica	20/09/2018
Proyecto	Determinación de las curvas de compactación				Barrio	Juan XXII Parte alta
Latitud	7,364558	Longitud	-72,662798		Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color oscuro				Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera				Apique No	Z3.2 Estrato 1
PROCTOR:		Estandar			Peso martillo	44,5 N
		Modificado	X		No Capas	5
					Golpes X Capa	25
Dimensiones de molde Diam		10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

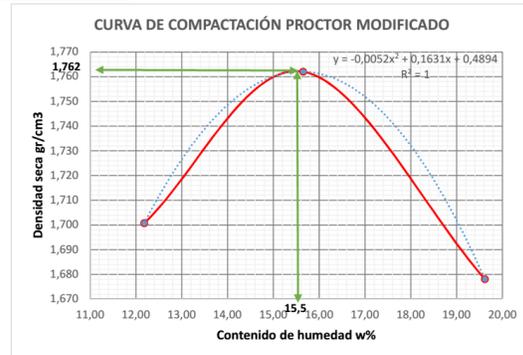
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,29	2,28	2,27	2,26	2,23	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	17,68	21,5	17,35	20,19	26,86	29,51
Recipiente + Muestra Seca	gr	15,98	19,45	15,33	17,74	22,7	25,18
Peso Muestra seca	gr	13,69	17,17	13,06	15,48	20,47	22,9
Peso de Agua	gr	1,7	2,05	2,02	2,45	4,16	4,33
Contenido de Humedad	%	12,42	11,94	15,47	15,83	20,32	18,91
Promedio humedad	%	12,18		15,65		19,62	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	12,18	15,65	19,62
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3796	3918,6	3889,8
Peso Suelo	gr	1799,6	1922,2	1893,4
Densidad Humeda	gr/cm3	1,908	2,038	2,007
Densidad Seca	gr/cm3	1,701	1,762	1,678

Densidad seca maxima 1,762 gr/cm3Densidad seca maxima 17,62 KN/m3Contenido humedo optimo 15,5 %Energía de compactación 2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES _____



Anexo 116. Compactación molde 6", 5 capas, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	20/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364558	Longitud	-72,662798	Altura	2400 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de color oscuro		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z3.2 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124 Cm ³

Determinación contenido de humedad

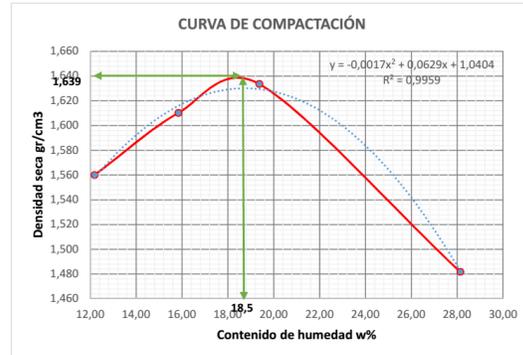
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,36	2,34	2,34	2,34	2,35	2,34	2,29	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	23,69	15,63	25,74	28,7	23,12	28,81	51,13	68,97
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,4	14,17	22,67	24,95	19,77	24,49	40,29	54,49
Peso Muestra seca	gr	19,04	11,83	20,33	22,61	17,42	22,15	38	52,21
Peso de Agua	gr	2,29	1,46	3,07	3,75	3,35	4,32	10,84	14,48
Contenido de Humedad	%	12,03	12,34	15,10	16,59	19,23	19,50	28,53	27,73
Promedio humedad	%	12,18		15,84		19,37		28,13	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	12,18	15,84	19,37	28,13
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	6936	7180,6	7360,5	7251,5
Peso Suelo	gr	3717,2	3961,8	4141,7	4032,7
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,750	1,865	1,950	1,899
Densidad Seca	gr/cm ³	1,560	1,610	1,634	1,482

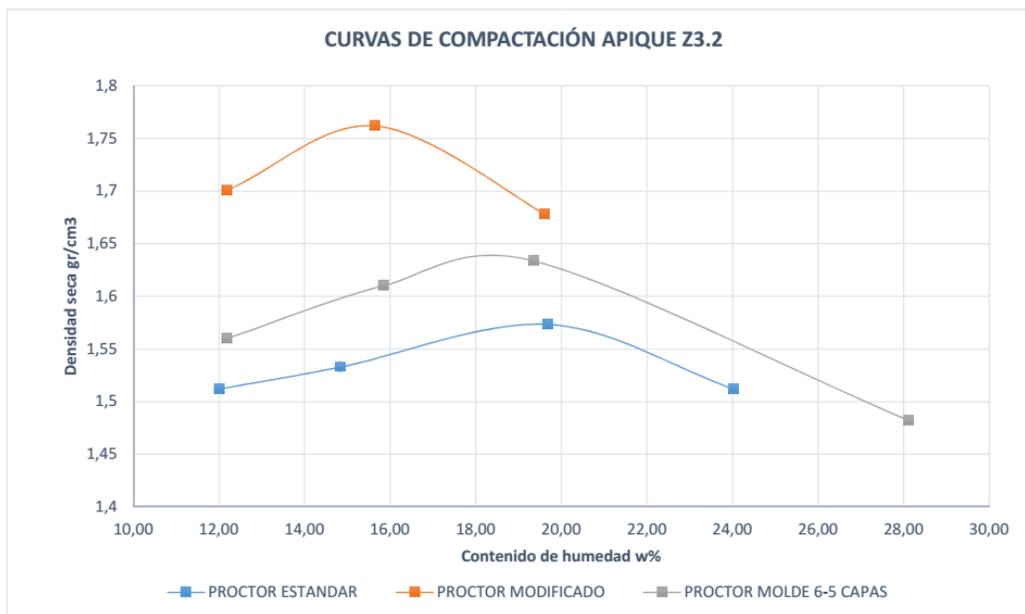
Densidad seca maxima 1,639 gr/cm³Densidad seca maxima 16,39 KN/m³Contenido humedo optimo 18,5 %Energía de compactación 1197,4 KN-m/m³

OBSERVACIONES _____



Anexo 117. Gráfico comparativo de compactación, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z3.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	20/09/2018



Anexo 118. Humedad natural, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364565	Longitud:	-72,663084	Altura	2405 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad oscura		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z4	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

<i>Recipiente</i>	#	1	2	3
<i>Peso del Recipiente</i>	gr	10,51	10,54	10,37
<i>Recipiente + Muestra Húmeda</i>	gr	49,91	47,24	48,74
<i>Recipiente + Muestra Seca</i>	gr	43,05	40,65	41,21
<i>Peso Muestra seca</i>	gr	32,54	30,11	30,84
<i>Peso de Agua</i>	gr	6,86	6,59	7,53
<i>Contenido de Humedad</i>	%	21,08	21,89	24,42
<i>Promedio humedad</i>	%	22,46		

Anexo 119. Densidad aparente, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO		
Latitud:	<u>7,364565</u>	Longitud:	<u>-72,663084</u>	Altura	<u>2405</u> m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad oscura		Profundidad muestra	<u>2</u>	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	<u>Z4</u>	Estrato	<u>1</u>

Densidad del agua 1 **gr/cm3**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm3**

Humedad 22,46 %

Peso de la muestra (Wm)	gr	97,3
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	110,15
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	40,2
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm3	69,95
Volumen de parafina (Vp)	cm3	14,77
Volumen de la muestra (Vm)	cm3	55,18

Densidad aparente 1,763 **gr/cm3**

Densidad aparente 17,30 **KN/m3**

Densidad seca 14,13 **KN/m3**

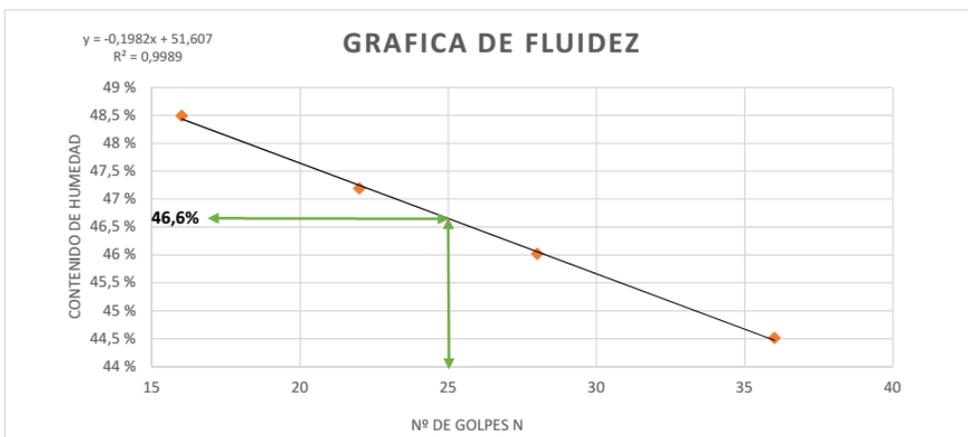
Anexo 120. Limite líquido y plástico, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	7/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364565	Longitud:	-72,663084	Altura	2405 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad oscura		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z4	Estrato 1

Determinación del límite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,22	2,27	2,25	2,25
Recipiente + Muestra Humeda	gr	16,44	18,77	18,75	24,39
Recipiente + Muestra Seca	gr	12,06	13,57	13,46	17,16
Peso Muestra seca	gr	9,84	11,3	11,21	14,91
Peso de Agua	gr	4,38	5,2	5,29	7,23
Contenido de Humedad %	%	44,51	46,02	47,19	48,49
Numero de golpes, N	#	36	28	22	16



Limite liquido	46,6	%
Limite plastico	28,31	%
Indice de plasticidad Ip	18,29	%

Determinación del limite plastico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,29
Recipiente + Muestra Humeda	gr	7,39	8,75
Recipiente + Muestra Seca	gr	6,28	7,3
Peso Muestra seca	gr	4,01	5,01
Peso de Agua	gr	1,11	1,45
Contenido de Humedad %	%	27,68	28,94
Promedio humedad	%	28,31	

Anexo 121. Limite liquido método de un punto, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364565	Longitud:	-72,663084	Altura	2405 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad oscura		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z4	Etrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,25	2,29
Recipiente + Muestra Humeda	gr	18,75	23,21
Recipiente + Muestra Seca	gr	13,46	16,42
Peso Muestra seca	gr	11,21	14,13
Peso de Agua	gr	5,29	6,79
Contenido de Humedad %	%	47,19	48,05
Numero de golpes, N	#	22	23
límite líquido	%	46,48	47,57

Limite liquido 47,03 %

Anexo 122. Análisis granulométrico y clasificación USCS Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	6/09/2018

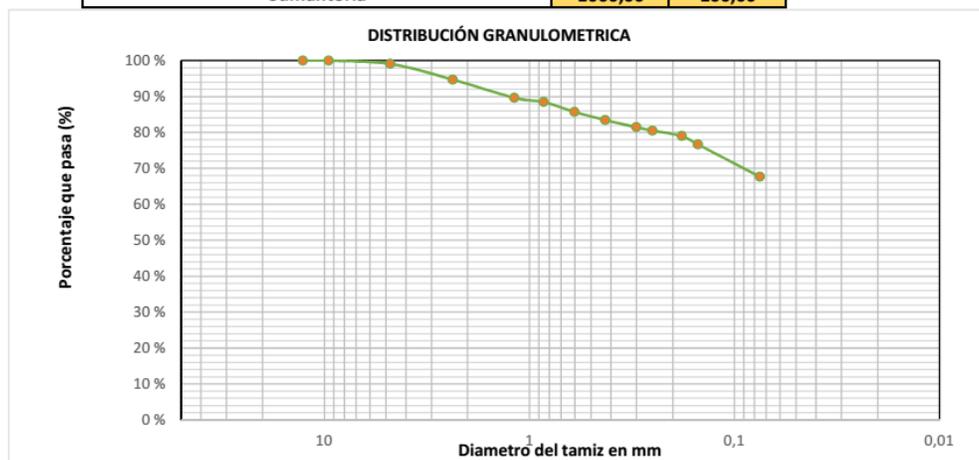
Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	VALLE DEL ESPIRITU SANTO	
Latitud:	7,364565	Longitud:	-72,663084	Altura	2405 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad oscura		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z4	Estrato
					1

Peso del recipiente	12,2	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012,2	gr
Peso de la muestra seca W_s	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	312,16	gr
Material perdido en lavado	675,64	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
						100
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656,3	656,3	0	0,00	100,00
4	4,75	647,8	657	9,2	0,92	99,08
8	2,36	545,8	589,4	43,6	4,36	94,72
16	1,18	543	593,8	50,8	5,08	89,64
20	0,85	526,4	538,4	12	1,20	88,44
30	0,6	524,6	551,8	27,2	2,72	85,72
40	0,425	485,4	508,2	22,8	2,28	83,44
50	0,3	511,6	531,4	19,8	1,98	81,46
60	0,25	500,6	510	9,4	0,94	80,52
80	0,18	457,2	472,6	15,4	1,54	78,98
100	0,15	481,8	505,4	23,6	2,36	76,62
200	0,075	494	583,8	89,76	8,98	67,64
FONDO		567,6	1244,04	676,44	67,64	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	

u



GRAVA **0,92** % ARENA **31,44** % FINOS **67,64** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. Limos inorgánicos de baja plasticidad ML

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 123. Proctor estándar, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	1/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364565	Longitud	-72,663084	Altura	2405 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad oscura		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z4 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

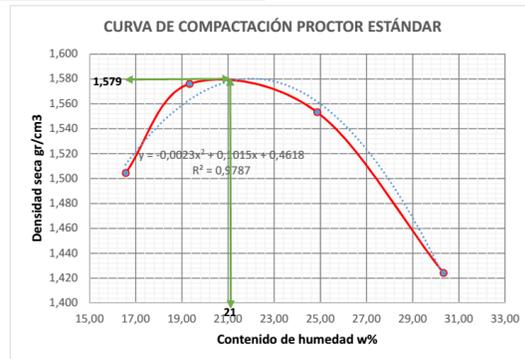
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,26	2,2	2,25	2,27	2,28	2,26	2,27	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	36,22	29,49	44,15	28,5	32,83	33,63	44,91	51,96
Recipiente + Muestra Seca	gr	31,36	25,64	37,24	24,33	26,57	27,57	34,84	40,57
Peso Muestra seca	gr	29,1	23,44	34,99	22,06	24,29	25,31	32,57	38,29
Peso de Agua	gr	4,86	3,85	6,91	4,17	6,26	6,06	10,07	11,39
Contenido de Humedad	%	16,70	16,42	19,75	18,90	25,77	23,94	30,92	29,75
Promedio humedad	%	16,56		19,33		24,86		30,33	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	16,56	19,33	24,86	30,33
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3650,6	3770,4	3825,8	3747,2
Peso Suelo	gr	1654,2	1774	1829,4	1750,8
Densidad Humeda	gr/cm3	1,754	1,881	1,939	1,856
Densidad Seca	gr/cm3	1,504	1,576	1,553	1,424

Densidad seca maxima	1,579 gr/cm3
Densidad seca maxima	15,79 KN/m3
Contenido humedo optimo	21 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 124. Proctor modificado, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	1/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364565	Longitud	-72,663084	Altura	2405 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad oscura		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z4 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Golpes X Capa	25
				Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

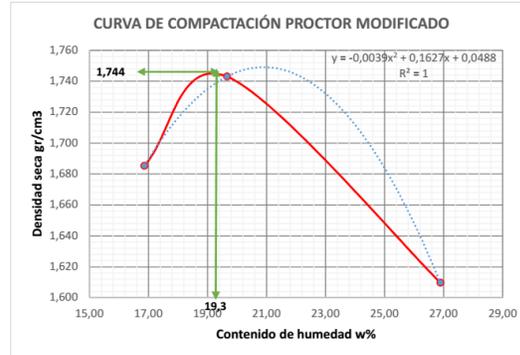
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,33	2,28	2,28	2,26	2,31
Recipiente + Muestra Humeda	gr	24,2	27,06	25,7	34,46	55,33	40,14
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,03	23,5	21,87	29,15	44,36	31,93
Peso Muestra seca	gr	18,76	21,17	19,59	26,87	42,1	29,62
Peso de Agua	gr	3,17	3,56	3,83	5,31	10,97	8,21
Contenido de Humedad	%	16,90	16,82	19,55	19,76	26,06	27,72
Promedio humedad	%	16,86		19,66		26,89	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	16,86	19,66	26,89
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3854,2	3963,8	3923,2
Peso Suelo	gr	1857,8	1967,4	1926,8
Densidad Humeda	gr/cm3	1,969	2,086	2,043
Densidad Seca	gr/cm3	1,685	1,743	1,610

Densidad seca maxima 1,744 gr/cm3Densidad seca maxima 17,44 KN/m3Contenido humedo optimo 19,3 %Energía de compactación 2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 125. Compactación molde 6", 5 capas, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	1/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,364565	Longitud	-72,663084	Altura	2405 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad oscura		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	Z4 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado		No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124 Cm3

Determinación contenido de humedad

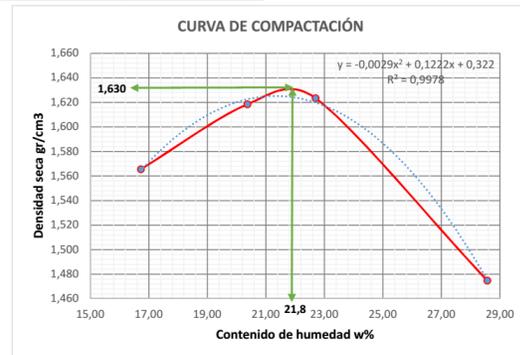
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,28	2,3	2,25	2,32	2,37	2,33	2,32	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	41,03	31,29	37,35	28,15	63,64	47,87	84,57	88,13
Recipiente + Muestra Seca	gr	35,46	27,15	31,09	24,02	52,57	39,25	66,07	69,29
Peso Muestra seca	gr	33,18	24,85	28,84	21,7	50,2	36,92	63,75	67,01
Peso de Agua	gr	5,57	4,14	6,26	4,13	11,07	8,62	18,5	18,84
Contenido de Humedad	%	16,79	16,66	21,71	19,03	22,05	23,35	29,02	28,12
Promedio humedad	%	16,72		20,37		22,70		28,57	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	16,72	20,37	22,70	28,57
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7100	7356,5	7449,5	7246
Peso Suelo	gr	3881,2	4137,7	4230,7	4027,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,827	1,948	1,992	1,896
Densidad Seca	gr/cm3	1,565	1,618	1,623	1,475

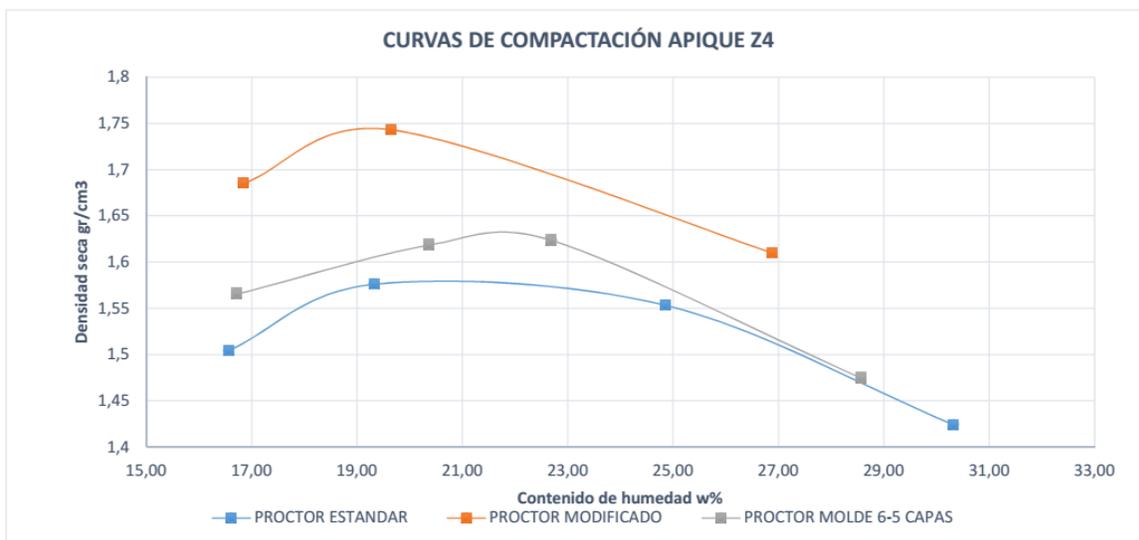
Densidad seca maxima	<u>1,63</u> gr/cm3
Densidad seca maxima	<u>16,3</u> KN/m3
Contenido humedo optimo	<u>21,8</u> %
Energía de compactación	<u>1197,4</u> KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 126. Gráfico comparativo de compactación, Valle del Espíritu Santo. APIQUE Z4.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	1/10/2018



Resultados de laboratorios para el sector de JURADO.

Anexo 127. Humedad natural, Jurado. APIQUE J1.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374898	Longitud:	-72,657165	Altura	2412 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad café		Profundidad muestra	1,15	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.1	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	10,58	10,36	10,59
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	34,62	45,05	45,02
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,64	34,63	34,58
Peso Muestra seca	gr	17,06	24,27	23,99
Peso de Agua	gr	6,98	10,42	10,44
Contenido de Humedad	%	40,91	42,93	43,52
Promedio humedad	%	42,46		

Anexo 127. Densidad aparente, Jurado. APIQUE J1.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	JURADO	
Latitud:	<u>7,374898</u>	Longitud:	<u>-72,657165</u>	Altura
				<u>2412</u> m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad café	Profundidad muestra	<u>1,15</u>	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	<u>J1.1</u>	Estrato
				<u>1</u>

Densidad del agua 1 **gr/cm³**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm³**

Humedad 42,46 **%**

Peso de la muestra (Wm)	gr	115,32
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	133,88
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	40,7
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm³	93,18
Volumen de parafina (Vp)	cm³	21,33
Volumen de la muestra (Vm)	cm³	71,85

Densidad aparente 1,605 **gr/cm³**

Densidad aparente 15,75 **KN/m³**

Densidad seca 11,05 **KN/m³**

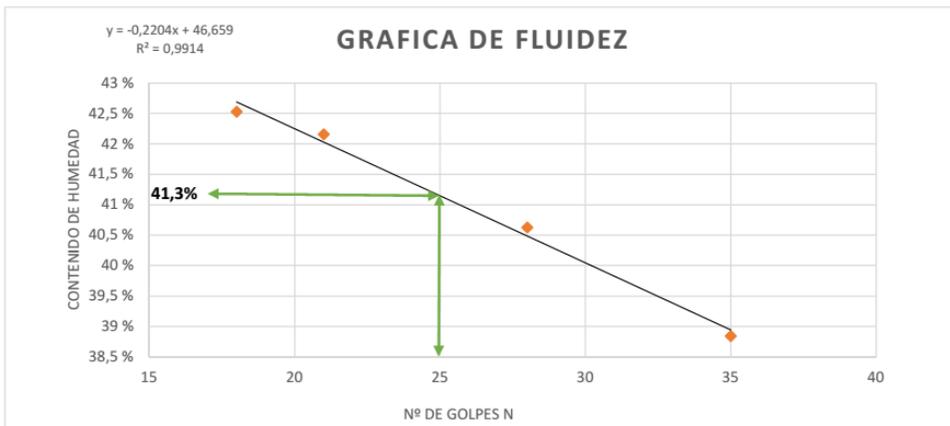
Anexo 129. Limite líquido y plástico, Jurado. APIQUE J1.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374898	Longitud:	-72,657165	Altura	2412 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad café		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.1	Estrato 1

Determinación del limite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	10,49	10,58	10,84	10,58
Recipiente + Muestra Humeda	gr	19,82	20,48	20,99	20,5
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,21	17,62	17,98	17,54
Peso Muestra seca	gr	6,72	7,04	7,14	6,96
Peso de Agua	gr	2,61	2,86	3,01	2,96
Contenido de Humedad %	%	38,84	40,63	42,16	42,53
Numero de golpes, N	#	35	28	21	18



Limite liquido	41,3	%
Limite plastico	29,83	%
Indice de plasticidad Ip	11,47	%

Determinación del limite plástico

		1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	10,46	10,87
Recipiente + Muestra Humeda	gr	14,22	14,64
Recipiente + Muestra Seca	gr	13,37	13,76
Peso Muestra seca	gr	2,91	2,89
Peso de Agua	gr	0,85	0,88
Contenido de Humedad %	%	29,21	30,45
Promedio humedad	%	29,83	

Anexo 130. Limite liquido método de un punto, Jurado. APIQUE J1.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374898	Longitud:	-72,657165	Altura	2412 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad café		Profundidad muestra	1,15	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.1	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	10,58	10,7
Recipiente + Muestra Humeda	gr	20,48	25,48
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,55	21,13
Peso Muestra seca	gr	6,97	10,43
Peso de Agua	gr	2,93	4,35
Contenido de Humedad %	%	42,04	41,71
Numero de golpes, N	#	23	24
límite líquido	%	41,62	41,50

Limite liquido 41,56 %

Anexo 131. Análisis granulométrico y clasificación USCS Jurado. APIQUE J1.1.

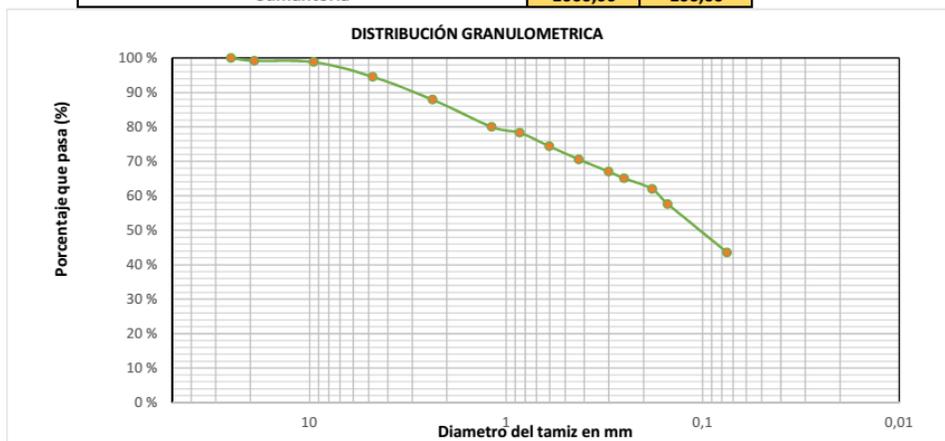
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374898	Longitud:	-72,657165	Altura	2412 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad café		Profundidad muestra	1,15	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.1	Estrato 1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca <i>Ws</i>	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	556,8	gr
Material perdido en lavado	431,2	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1"	25	639	639	0	0,00	100,00
3/4"	19	693,4	701,9	8,5	0,85	99,15
3/8"	9,5	656,4	659,6	3,2	0,32	98,83
4	4,75	647,6	690,8	43,2	4,32	94,51
8	2,36	545,6	611,8	66,2	6,62	87,89
16	1,18	542,8	621,8	79	7,90	79,99
20	0,85	526,6	543,6	17	1,70	78,29
30	0,6	524,4	564	39,6	3,96	74,33
40	0,425	485,4	523,2	37,8	3,78	70,55
50	0,3	511,8	547,4	35,6	3,56	66,99
60	0,25	500,6	519,8	19,2	1,92	65,07
80	0,18	457,2	488,2	31	3,10	61,97
100	0,15	481,8	525,8	44	4,40	57,57
200	0,075	497,6	637,82	140,22	14,02	43,55
FONDO		568	1003,48	435,48	43,55	0,00
Sumantoria				1000,00	100,00	



GRAVA 5,49 % ARENA 50,96 % FINOS 43,55 %

Clasificación del suelo Suelo de partículas gruesas. Arena limosas SM

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 132. Proctor estándar, Jurado. APIQUE J1.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,374898	Longitud	-72,657165	Altura	2412 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad café		Profundidad muestra	1,15 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,23	2,27	2,28	2,31	2,26	2,31	2,27	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	32,16	38,53	50,61	32,82	34,59	42,69	71,6	63,5
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,75	33,26	42,27	27,5	28,37	34,67	55,53	49,37
Peso Muestra seca	gr	25,52	30,99	39,99	25,19	26,11	32,36	53,26	47,09
Peso de Agua	gr	4,41	5,27	8,34	5,32	6,22	8,02	16,07	14,13
Contenido de Humedad	%	17,28	17,01	20,86	21,12	23,82	24,78	30,17	30,01
Promedio humedad	%	17,14		20,99		24,30		30,09	

Determinación de la densidad

Molde		2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	17,14	20,99	24,30	30,09
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3700,4	3820	3845	3784,4
Peso Suelo	gr	1704	1823,6	1848,6	1788
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,806	1,933	1,960	1,895
Densidad Seca	gr/cm ³	1,542	1,598	1,577	1,457

Densidad seca maxima	1,6 gr/cm ³
Densidad seca maxima	16 KN/m ³
Contenido humedo optimo	21,9 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m ³

OBSERVACIONES



Anexo 133. Proctor modificado, Jurado. APIQUE J1.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,374898	Longitud	-72,657165	Altura	2412 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad café		Profundidad muestra	1,15 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

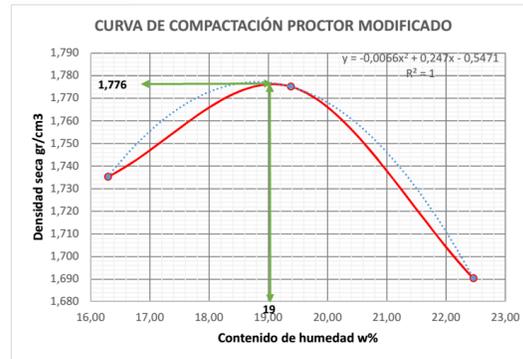
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,37	2,35	2,33	2,33	2,34	2,32
Recipiente + Muestra Humeda	gr	19,96	17,87	29,36	27,85	32,6	30,43
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,39	15,79	24,97	23,71	26,98	25,34
Peso Muestra seca	gr	15,02	13,44	22,64	21,38	24,64	23,02
Peso de Agua	gr	2,57	2,08	4,39	4,14	5,62	5,09
Contenido de Humedad	%	17,11	15,48	19,39	19,36	22,81	22,11
Promedio humedad	%	16,29		19,38		22,46	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	16,29	19,38	22,46
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3900	3995,4	3949
Peso Suelo	gr	1903,6	1999	1952,6
Densidad Humeda	gr/cm3	2,018	2,119	2,070
Densidad Seca	gr/cm3	1,735	1,775	1,690

Densidad seca maxima 1,776 gr/cm3Densidad seca maxima 17,76 KN/m3Contenido humedo optimo 19 %Energía de compactación 2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 134. Compactación molde 6", 3 capas, Jurado. APIQUE J1.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		ENSAYO DE COMPACTACIÓN		Código	
					Página	1 de 1
					Fecha Practica	3/10/2018
Proyecto	Determinación de las curvas de compactación				Barrio	Juan XXII Parte alta
Latitud	7,374898	Longitud	-72,657165	Altura	2412	m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo de tonalidad café				Profundidad muestra	1,15 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera				Apique No	J1.1 Estrato 1
PROCTOR:	Estandar		_____		Peso martillo	44,5 N
	Modificado		_____		No Capas	3
					Golpes X Capa	25
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124,00	Cm ³

Determinación contenido de humedad

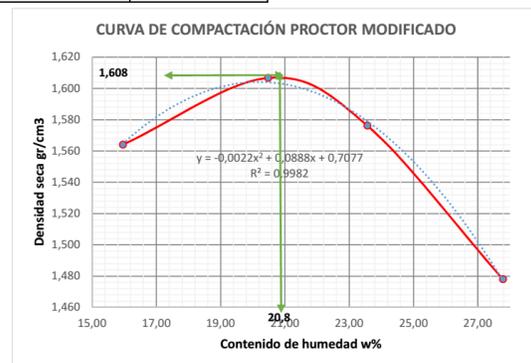
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,25	2,25	2,29	2,28	2,24	2,27	2,28	2,31
Recipiente + Muestra Humeda	gr	52,98	51,13	36,51	58,46	46,55	42,81	33,28	52,06
Recipiente + Muestra Seca	gr	45,99	44,41	30,85	48,66	37,98	35,19	26,45	41,39
Peso Muestra seca	gr	43,74	42,16	28,56	46,38	35,74	32,92	24,17	39,08
Peso de Agua	gr	6,99	6,72	5,66	9,8	8,57	7,62	6,83	10,67
Contenido de Humedad	%	15,98	15,94	19,82	21,13	23,98	23,15	28,26	27,30
Promedio humedad	%	15,96		20,47		23,56		27,78	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	15,96	20,47	23,56	27,78
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7071	7330	7355,5	7230,5
Peso Suelo	gr	3852,2	4111,2	4136,7	4011,7
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,814	1,936	1,948	1,889
Densidad Seca	gr/cm ³	1,564	1,607	1,576	1,478

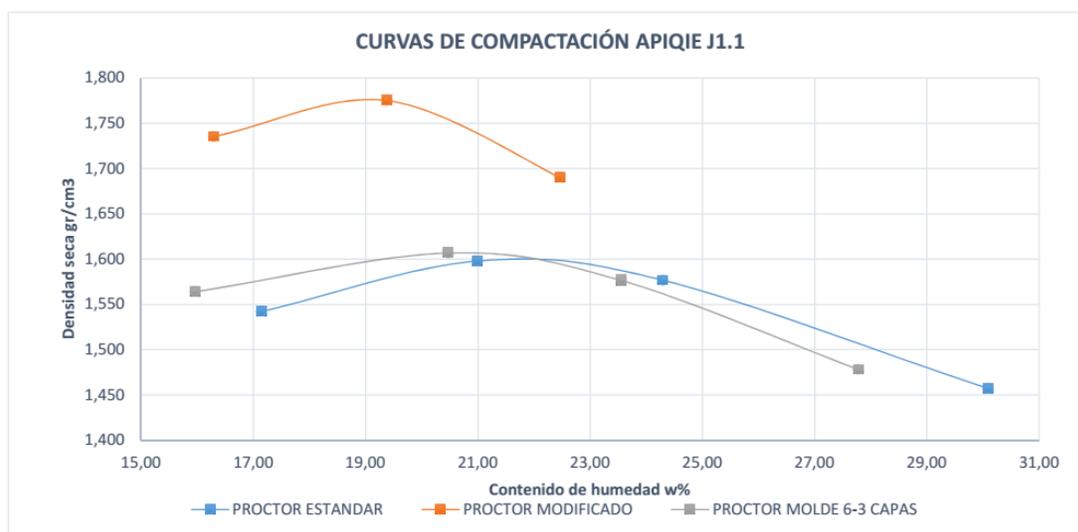
Densidad seca maxima 1,608 gr/cm³Densidad seca maxima 16,08 KN/m³Contenido humedo optimo 20,8 %Energía de compactación 718,4 KN-m/m³

OBSERVACIONES _____



Anexo 135. Gráfico comparativo de compactación, Jurado. APIQUE J1.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018



Anexo 136. Humedad natural, Jurado. APIQUE J1.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374898	Longitud:	-72,657165	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo con tonos naranjas		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.2	Estrato 2

Determinación contenido de humedad

	#	1	2	3
Recipiente				
Peso del Recipiente	gr	10,25	10,54	10,58
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	36,15	47,74	38,69
Recipiente + Muestra Seca	gr	27,76	35,54	29,4
Peso Muestra seca	gr	17,51	25	18,82
Peso de Agua	gr	8,39	12,2	9,29
Contenido de Humedad	%	47,92	48,80	49,36
Promedio humedad	%	48,69		

Anexo 137. Densidad aparente, Jurado. APIQUE J1.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	JURADO
Latitud:	<u>7,374898</u>	Longitud:	<u>-72,657165</u>
Descripción del suelo	Suelo amarillo con tonos naranjas	Profundidad muestra	<u>2</u> m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	<u>J1.2</u>
		Estrato	<u>2</u>

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 48,69 %

Peso de la muestra (Wm)	gr	106,69
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	116,93
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	43,3
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm³	73,63
Volumen de parafina (Vp)	cm³	11,77
Volumen de la muestra (Vm)	cm³	61,86

Densidad aparente 1,725 gr/cm³

Densidad aparente 16,92 KN/m³

Densidad seca 11,38 KN/m³

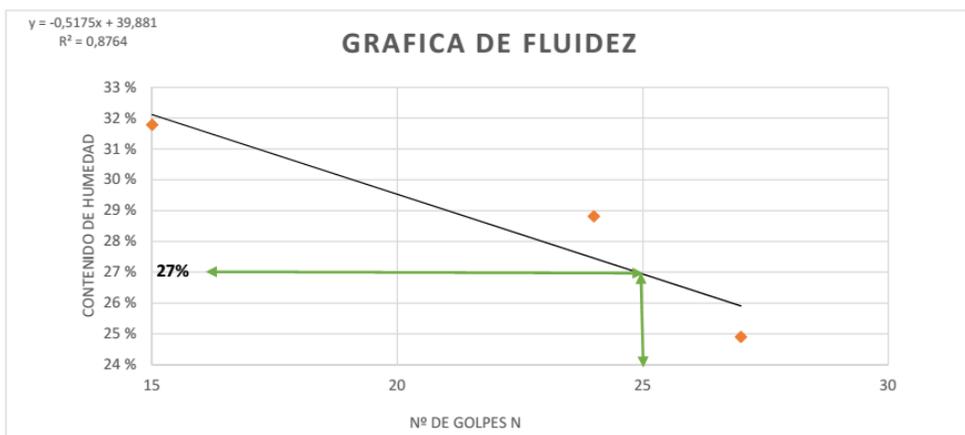
Anexo 138. Limite líquido y plástico, Jurado. APIQUE J1.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374898	Longitud:	-72,657165	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo con tonos naranjas		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.2	Estrato 2

Determinación del límite líquido

		25 -30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,36	2,35	2,36
Recipiente + Muestra Humeda	gr	20,77	22,65	20,48
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,1	18,11	16,11
Peso Muestra seca	gr	14,74	15,76	13,75
Peso de Agua	gr	3,67	4,54	4,37
Contenido de Humedad %	%	24,90	28,81	31,78
Numero de golpes, N	#	27	24	15



Límite líquido	27	%
Límite plástico	24,22	%
Índice de plasticidad Ip	2,78	%

Determinación del límite plástico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,23
Recipiente + Muestra Humeda	gr	13,43	15,42
Recipiente + Muestra Seca	gr	11,21	12,9
Peso Muestra seca	gr	8,94	10,67
Peso de Agua	gr	2,22	2,52
Contenido de Humedad %	%	24,83	23,62
Promedio humedad	%	24,22	

Anexo 139. Limite liquido método de un punto, Jurado. APIQUE J1.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374898	Longitud:	-72,657165	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo con tonos naranjas		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.2	Estrato 2

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	2,35	2,23
Recipiente + Muestra Humeda	gr	22,65	14,23
Recipiente + Muestra Seca	gr	18,29	11,65
Peso Muestra seca	gr	15,94	9,42
Peso de Agua	gr	4,36	2,58
Contenido de Humedad %	%	27,35	27,39
Numero de golpes, N	#	24	24
límite líquido	%	27,22	27,25

Limite liquido **27,23** %

Anexo 140. Análisis granulométrico y clasificación USCS Jurado. APIQUE J1.2.

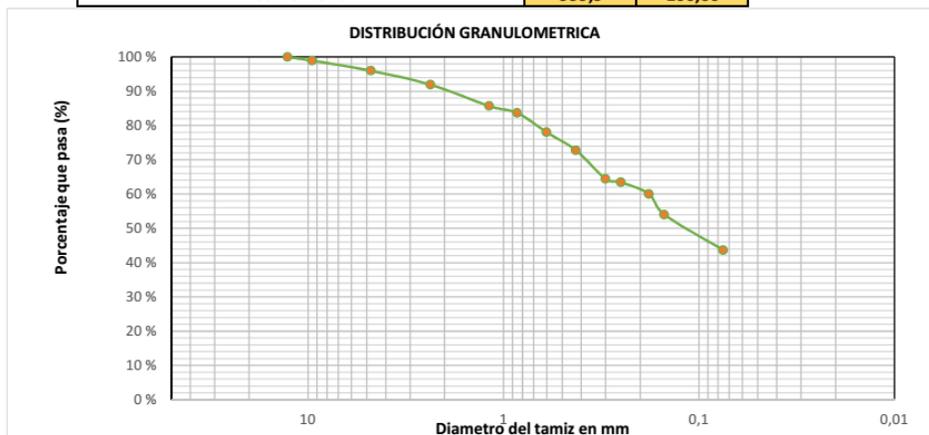
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO		
Latitud:	7,374898	Longitud:	-72,657165	Altura	2401 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo amarillo con tonos naranjas		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.2	Estrato	1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	561,66	gr
Material perdido en lavado	426,34	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656,4	667,1	10,7	1,07	98,93
4	4,75	647,6	677,3	29,7	2,97	95,96
8	2,36	545,6	586,1	40,5	4,05	91,91
16	1,18	542,8	605,1	62,3	6,23	85,68
20	0,85	526,6	546,7	20,1	2,01	83,67
30	0,6	524,4	581,1	56,7	5,67	78,00
40	0,425	485,4	538,1	52,7	5,27	72,73
50	0,3	511,8	595,1	83,3	8,33	64,40
60	0,25	500,6	510,3	9,7	0,97	63,43
80	0,18	457,2	491,3	34,1	3,41	60,02
100	0,15	481,8	542,3	60,5	6,05	53,97
200	0,075	497,6	600,9	103,3	10,33	43,64
FONDO		568	1004,3	436,34	43,64	0,00
Sumatoria				999,9	100,00	



GRAVA **4,04** % ARENA **52,32** % FINOS **43,64** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas gruesas. Arena limosas SM

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 141. Proctor estándar, Jurado. APIQUE J1.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	4/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,374898	Longitud	-72,657165	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo con tonos naranjas		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

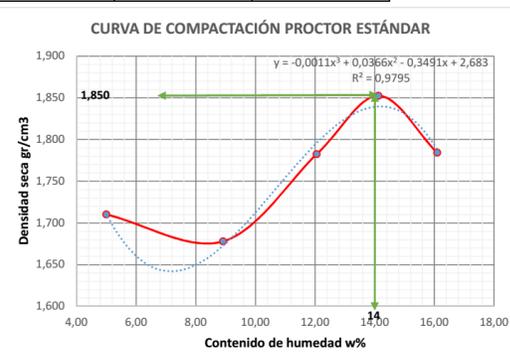
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	10,5	10,5	10,9	7,36	10,5	10,6	10,8	10,59	7,3	7,36
Recipiente + Muestra Humeda	gr	29,56	28,54	30,49	41,5	35,64	39,8	58,5	38,41	43,7	30,5
Recipiente + Muestra Seca	gr	28,72	27,62	28,92	38,65	32,86	36,75	52,63	34,95	38,55	27,36
Peso Muestra seca	gr	18,22	17,12	18,02	31,29	22,36	26,15	41,83	24,36	31,25	20
Peso de Agua	gr	0,84	0,92	1,57	2,85	2,78	3,05	5,87	3,46	5,15	3,14
Contenido de Humedad	%	4,61	5,37	8,71	9,11	12,43	11,66	14,03	14,20	16,48	15,70
Promedio humedad	%	4,99		8,91		12,05		14,12		16,09	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	4,99	8,91	12,05	14,12	16,09
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3690,2	3720,2	3880,3	3990,4	3950,3
Peso Suelo	gr	1693,8	1723,8	1883,9	1994	1953,9
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,796	1,827	1,997	2,114	2,071
Densidad Seca	gr/cm ³	1,710	1,678	1,782	1,852	1,784

Densidad seca maxima	1,85 gr/cm ³
Densidad seca maxima	18,5 KN/m ³
Contenido humedo optimo	14 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m ³

OBSERVACIONES



Anexo 142. Proctor modificado, Jurado. APIQUE J1.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	4/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,374898	Longitud	-72,657165	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo con tonos naranjas		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

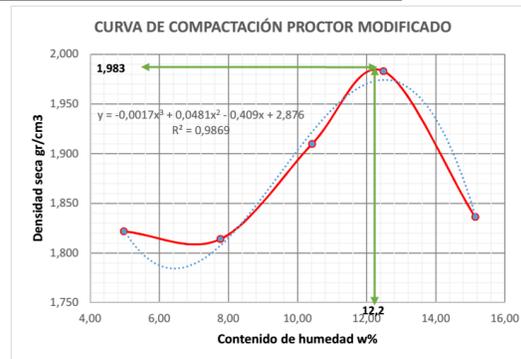
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,32	2,35	2,3	2,31	10,5	10,2	10,5	10,55	10,5	10,52
Recipiente + Muestra Humeda	gr	22,36	24,87	26,51	34,4	32,1	35,14	40,6	42,11	41,73	45,23
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,37	23,85	24,75	32,11	30,05	32,8	37,22	38,65	37,45	40,86
Peso Muestra seca	gr	19,05	21,5	22,45	29,8	19,55	22,6	26,72	28,1	26,95	30,34
Peso de Agua	gr	0,99	1,02	1,76	2,29	2,05	2,34	3,38	3,46	4,28	4,37
Contenido de Humedad	%	5,20	4,74	7,84	7,68	10,49	10,35	12,65	12,31	15,88	14,40
Promedio humedad	%	4,97		7,76		10,42		12,48		15,14	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	4,97	7,76	10,42	12,48	15,14
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3800,3	3840,4	3985,6	4100,5	3990,8
Peso Suelo	gr	1803,9	1844	1989,2	2104,1	1994,4
Densidad Humeda	gr/cm3	1,912	1,955	2,109	2,231	2,114
Densidad Seca	gr/cm3	1,822	1,814	1,910	1,983	1,836

Densidad seca maxima	1,983 gr/cm3
Densidad seca maxima	19,83 KN/m3
Contenido humedo optimo	12,2 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 143. Compactación molde 6", 3 capas, Jurado. APIQUE J1.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	4/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,374898	Longitud	-72,657165	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo con tonos naranjas		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J1.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124 Cm3

Determinación contenido de humedad

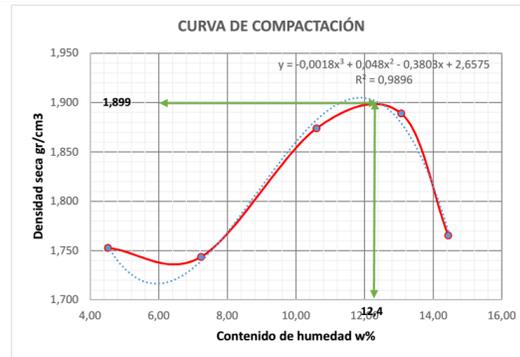
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,38	2,34	2,3	2,26	2,27	2,3	10,49	10,38	10,6	10,5
Recipiente + Muestra Humeda	gr	52,69	46,44	49,96	43,66	50,59	49,48	60,5	50,3	61,15	70,12
Recipiente + Muestra Seca	gr	50,35	44,68	46,85	40,78	45,93	44,99	54,78	45,64	54,56	62,85
Peso Muestra seca	gr	47,97	42,34	44,55	38,52	43,66	42,69	44,29	35,26	43,96	52,35
Peso de Agua	gr	2,34	1,76	3,11	2,88	4,66	4,49	5,72	4,66	6,59	7,27
Contenido de Humedad	%	4,88	4,16	6,98	7,48	10,67	10,52	12,91	13,22	14,99	13,89
Promedio humedad	%	4,52		7,23		10,60	13,07	12,91	13,22	14,99	14,44

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	4,52	7,23	10,60	13,07	14,44
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7110	7190	7620,5	7755,4	7509,8
Peso Suelo	gr	3891,2	3971,2	4401,7	4536,6	4291
Densidad Humeda	gr/cm3	1,832	1,870	2,072	2,136	2,020
Densidad Seca	gr/cm3	1,753	1,744	1,874	1,889	1,765

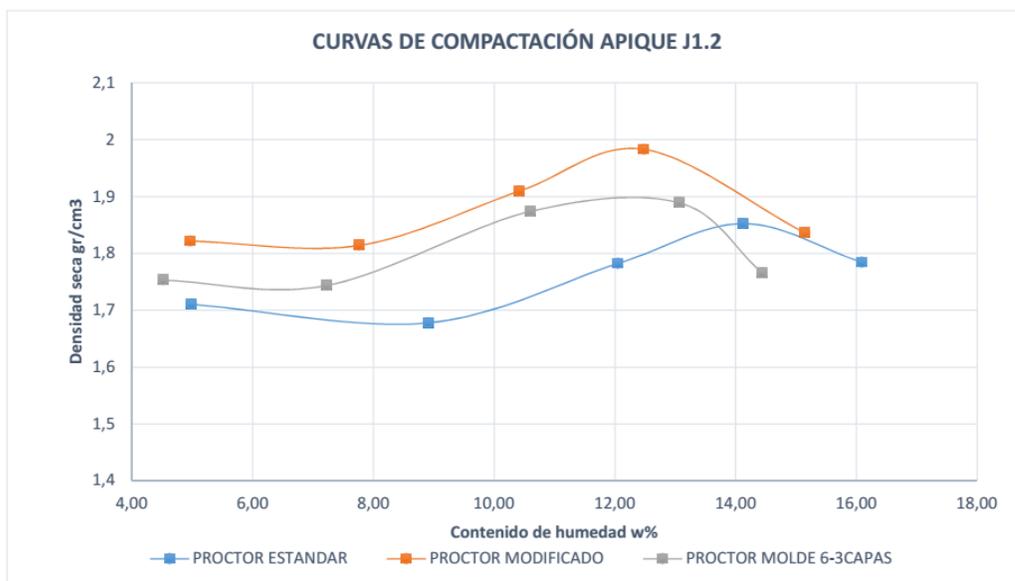
Densidad seca maxima	1,899 gr/cm3
Densidad seca maxima	18,99 KN/m3
Contenido humedo optimo	12,4 %
Energía de compactación	718,411 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 144. Gráfico comparativo de compactación, Jurado. APIQUE J1.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	4/10/2018



Anexo 45. Humedad natural, Jurado. APIQUE J2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374282	Longitud:	-72,657256	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J2	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	10,6	10,56	10,72
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	50,48	44,12	55,37
Recipiente + Muestra Seca	gr	45,72	40,49	49,83
Peso Muestra seca	gr	35,12	29,93	39,11
Peso de Agua	gr	4,76	3,63	5,54
Contenido de Humedad	%	13,55	12,13	14,17
Promedio humedad	%	13,28		

Anexo 146. Densidad aparente, Jurado. APIQUE J2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	<u>7,374282</u>	Longitud:	<u>-72,657256</u>	Altura	<u>2401</u> m.s.n.m
Descripción del suelo	<u>Suelo amarillo, arenoso</u>		Profundidad muestra	<u>2</u>	m
Realizado por	<u>Jesus Ramiro Villamizar Rivera</u>		Apique No	<u>J2</u>	Estrato
					<u>1</u>

Densidad del agua 1 **gr/cm3**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm3**

Humedad 13,28 %

Peso de la muestra (Wm)	gr	91,56
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	100,75
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	31,6
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm3	69,15
Volumen de parafina (Vp)	cm3	10,56
Volumen de la muestra (Vm)	cm3	58,59

Densidad aparente 1,563 **gr/cm3**

Densidad aparente 15,33 **KN/m3**

Densidad seca 13,53 **KN/m3**

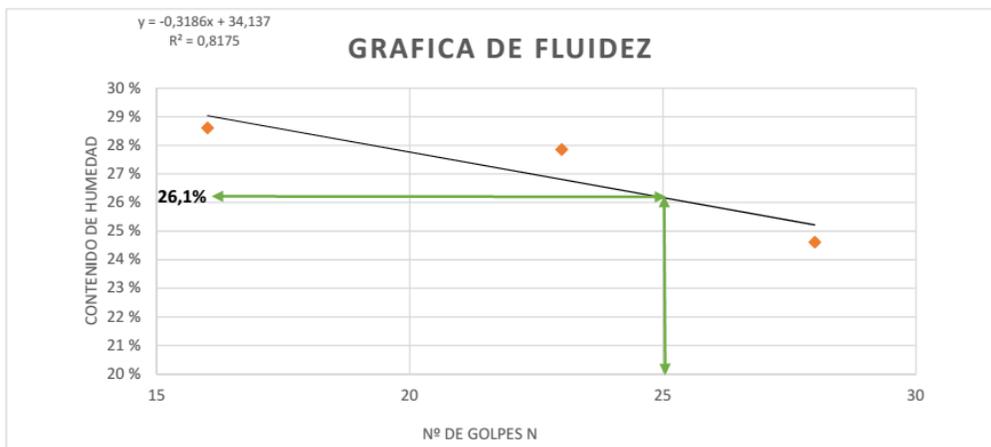
Anexo 147. Limite líquido y plástico, Jurado. APIQUE J2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374282	Longitud:	-72,657256	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J2	Estrato 1

Determinación del límite líquido

		25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,23	2,35	2,24
Recipiente + Muestra Humeda	gr	21,32	25,21	18,65
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,55	20,23	15
Peso Muestra seca	gr	15,32	17,88	12,76
Peso de Agua	gr	3,77	4,98	3,65
Contenido de Humedad %	%	24,61	27,85	28,61
Numero de golpes, N	#	28	23	16



Limite liquido	26,1	%
Limite plastico	23,91	%
Indice de plasticidad Ip	2,19	%

Determinacion del limite plastico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,3	2,5
Recipiente + Muestra Humeda	gr	25,32	22,34
Recipiente + Muestra Seca	gr	20,8	18,58
Peso Muestra seca	gr	18,5	16,08
Peso de Agua	gr	4,52	3,76
Contenido de Humedad %	%	24,43	23,38
Promedio humedad	%	23,91	

Anexo 148. Limite liquido método de un punto, Jurado. APIQUE J2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,374282	Longitud:	-72,657256	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J2	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,35	2,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	25,21	30,25
Recipiente + Muestra Seca	gr	20,42	24,4
Peso Muestra seca	gr	18,07	22,1
Peso de Agua	gr	4,79	5,85
Contenido de Humedad %	%	26,51	26,47
Numero de golpes, N	#	23	23
límite líquido	%	26,24	26,21

Limite liquido 26,22 %

Anexo 149. Análisis granulométrico y clasificación USCS Jurado. APIQUE J2.

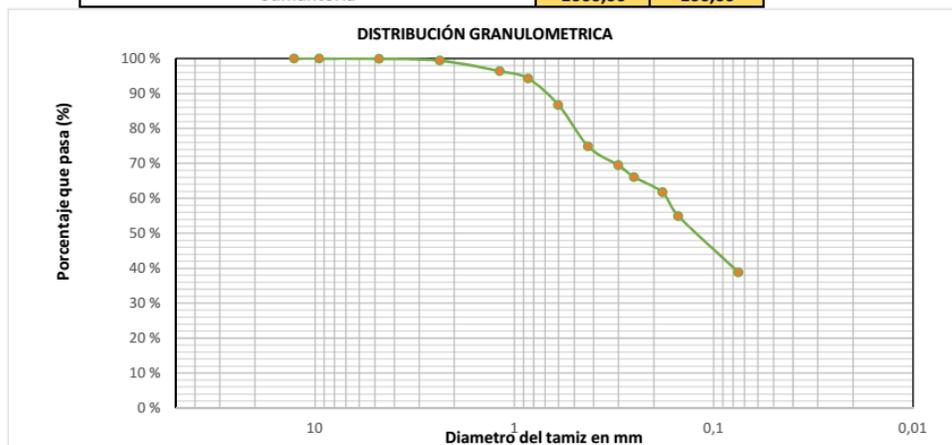
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO		
Latitud:	7,374282	Longitud:	-72,657256	Altura	2401 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J2	Estrato	1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	659,7	gr
Material perdido en lavado	328,3	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz (gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100
3/8"	9,5	654	654	0	0,00	100,00
4	4,75	645,2	645,8	0,6	0,06	99,94
8	2,36	543,4	548,6	5,2	0,52	99,42
16	1,18	540,8	570,8	30	3,00	96,42
20	0,85	524,6	546,2	21,6	2,16	94,26
30	0,6	522,4	598,2	75,8	7,58	86,68
40	0,425	483,4	602	118,6	11,86	74,82
50	0,3	509,6	563,4	53,8	5,38	69,44
60	0,25	498,6	532,4	33,8	3,38	66,06
80	0,18	455,4	499,2	43,8	4,38	61,68
100	0,15	480	548	68	6,80	54,88
200	0,075	492	652,8	160,8	16,08	38,80
FONDO		567,8	955,8	388	38,80	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA % ARENA % FINOS %

Clasificación del suelo Suelo de partículas gruesas. Arena limosa SM

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 150. Proctor estándar, Jurado. APIQUE J2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,374282	Longitud	-72,657256	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J2 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

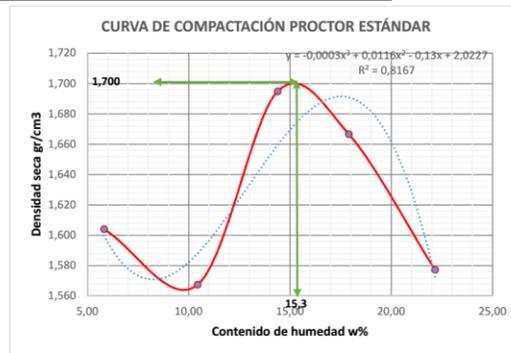
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,4	2,35	2,34	2,36	2,35	2,33	2,3	2,28	2,3	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	50,42	48,25	48,07	45,41	57,98	46,54	70,43	58,85	74,43	61,85
Recipiente + Muestra Seca	gr	47,45	46,05	43,84	41,26	50,65	41,25	60,29	50,09	61,29	51,09
Peso Muestra seca	gr	45,05	43,7	41,5	38,9	48,3	38,92	57,99	47,81	58,99	48,81
Peso de Agua	gr	2,97	2,2	4,23	4,15	7,33	5,29	10,14	8,76	13,14	10,76
Contenido de Humedad	%	6,59	5,03	10,19	10,67	15,18	13,59	17,49	18,32	22,27	22,04
Promedio humedad	%	5,81		10,43		14,38		17,90		22,16	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	5,81	10,43	14,38	17,90	22,16
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3597,5	3629,2	3825	3850	3814
Peso Suelo	gr	1601,1	1632,8	1828,6	1853,6	1817,6
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,697	1,731	1,939	1,965	1,927
Densidad Seca	gr/cm ³	1,604	1,567	1,695	1,667	1,577

Densidad seca maxima 1,7 gr/cm³Densidad seca maxima 17 KN/m³Contenido humedo optimo 15,3 %Energía de compactación 591,3 KN-m/m³

OBSERVACIONES



Anexo 151. Proctor modificado, Jurado. APIQUE J2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,374282	Longitud	-72,657256	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J2	Estrato 1

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N
	Modificado	X	No Capas	5
			Golpes X Capa	25

Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3
---------------------------	----------	--------	----------	---------	------------

Determinación contenido de humedad

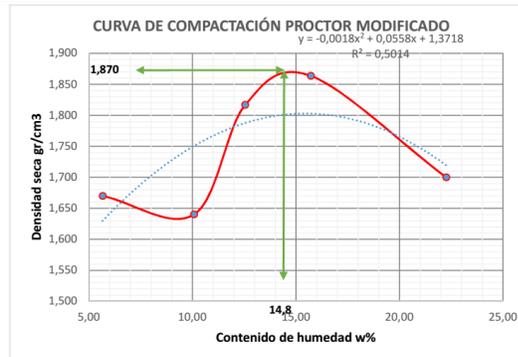
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,15	2,2	2,23	2,28	2,28	2,31	2,3	2,26	2,27	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	35,62	25,98	42,49	61,94	67,2	72,14	79,71	86,66	79,71	96,66
Recipiente + Muestra Seca	gr	33,75	24,76	39,3	55,76	60,21	64,09	69,12	75,28	65,36	79,78
Peso Muestra seca	gr	31,6	22,56	37,07	53,48	57,93	61,78	66,82	73,02	63,09	77,52
Peso de Agua	gr	1,87	1,22	3,19	6,18	6,99	8,05	10,59	11,38	14,35	16,88
Contenido de Humedad	%	5,92	5,41	8,61	11,56	12,07	13,03	15,85	15,58	22,75	21,78
Promedio humedad	%	5,66		10,08		12,55		15,72		22,26	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	5,66	10,08	12,55	15,72	22,26
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3660,8	3699,5	3925	4030,6	3956,8
Peso Suelo	gr	1664,4	1703,1	1928,6	2034,2	1960,4
Densidad Humeda	gr/cm3	1,764	1,805	2,045	2,156	2,078
Densidad Seca	gr/cm3	1,670	1,640	1,817	1,864	1,700

Densidad seca maxima 1,87 gr/cm3Densidad seca maxima 18,7 KN/m3Contenido humedo optimo 14,8 %Energía de compactación 2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 152. Compactación molde 6", 3 capas, Jurado. APIQUE J2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,374282	Longitud	-72,657256	Altura	2401 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J2 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124,00 Cm3

Determinación contenido de humedad

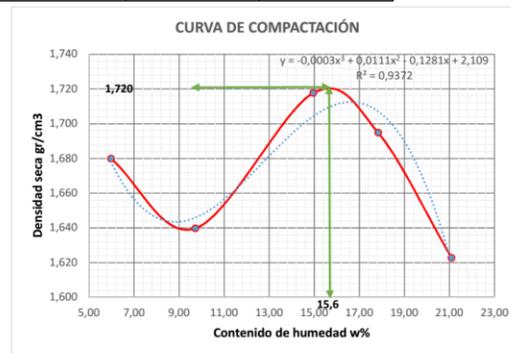
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,33	2,29	2,35	2,33	2,33	2,28	2,27	2,23	2,26	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,96	34,87	43,6	48,93	47,25	51,03	92,81	62,44	85,3	75,63
Recipiente + Muestra Seca	gr	29,28	33,11	39,86	44,9	41,26	44,85	79,25	53,23	70,55	63,11
Peso Muestra seca	gr	26,95	30,82	37,51	42,57	38,93	42,57	76,98	51	68,29	60,83
Peso de Agua	gr	1,68	1,76	3,74	4,03	5,99	6,18	13,56	9,21	14,75	12,52
Contenido de Humedad	%	6,23	5,71	9,97	9,47	15,39	14,52	17,61	18,06	21,60	20,58
Promedio humedad	%	5,97		9,72		14,95		17,84		21,09	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	5,97	9,72	14,95	17,84	21,09
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7000	7040	7412,5	7460,6	7392,5
Peso Suelo	gr	3781,2	3821,2	4193,7	4241,8	4173,7
Densidad Humeda	gr/cm3	1,780	1,799	1,974	1,997	1,965
Densidad Seca	gr/cm3	1,680	1,640	1,718	1,695	1,623

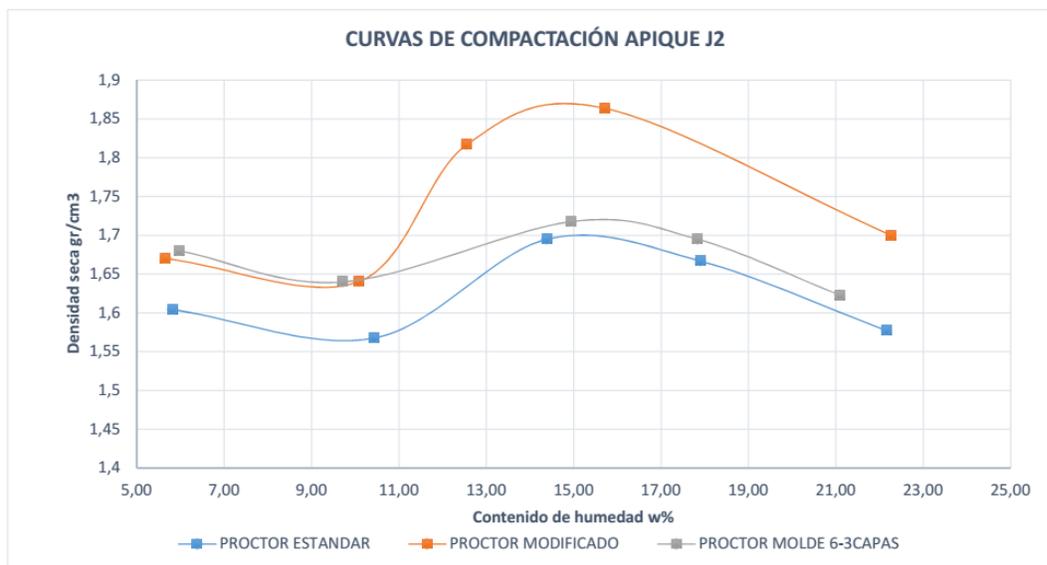
Densidad seca maxima 1,72 gr/cm3Densidad seca maxima 17,2 KN/m3Contenido humedo optimo 15,6 %Energía de compactación 718,4 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 153. Gráfico comparativo de compactación, Jurado. APIQUE J2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018



Anexo 154. Humedad natural, Jurado. APIQUE J3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373825	Longitud:	-72,657434	Altura	2403 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J3	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

	#	1	2	3
<i>Recipiente</i>				
<i>Peso del Recipiente</i>	gr	10,48	10,56	10,81
<i>Recipiente + Muestra Húmeda</i>	gr	43,45	46,27	53,63
<i>Recipiente + Muestra Seca</i>	gr	41,04	43,45	50,36
<i>Peso Muestra seca</i>	gr	30,56	32,89	39,55
<i>Peso de Agua</i>	gr	2,41	2,82	3,27
<i>Contenido de Humedad</i>	%	7,89	8,57	8,27
<i>Promedio humedad</i>	%	8,24		

Anexo 155. Densidad aparente, Jurado. APIQUE J3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	JURADO
Latitud:	7,373825	Longitud:	-72,657434
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad amarillo claro	Altura	2403 m.s.n.m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Profundidad muestra	2 m
		Apique No	J3
		Estrato	1

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 8,24 %

Peso de la muestra (<i>W_m</i>)	gr	89,79
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	gr	100,5
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)_s</i>)	gr	28,8
Volumen de la muestra + parafina (<i>V_{m+p}</i>)	cm³	71,70
Volumen de parafina (<i>V_p</i>)	cm³	12,31
Volumen de la muestra (<i>V_m</i>)	cm³	59,39

Densidad aparente 1,512 gr/cm³

Densidad aparente 14,83 KN/m³

Densidad seca 13,70 KN/m³

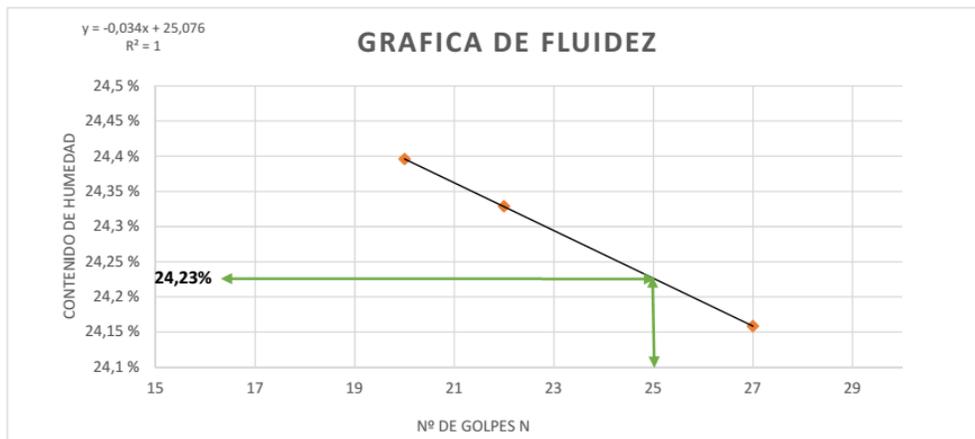
Anexo 156. Limite líquido y plástico, Jurado. APIQUE J3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373825	Longitud:	-72,657434	Altura	2403 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J3	Estrato 1

Determinación del límite líquido

		25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,29	2,26	2,24
Recipiente + Muestra Humeda	gr	17,04	17,08	18,71
Recipiente + Muestra Seca	gr	14,17	14,18	15,48
Peso Muestra seca	gr	11,88	11,92	13,24
Peso de Agua	gr	2,87	2,9	3,23
Contenido de Humedad %	%	24,16	24,33	24,40
Numero de golpes, N	#	27	22	20



Límite líquido	24,23	%
Límite plástico	21,19	%
Índice de plasticidad Ip	3,04	%

Determinación del límite plástico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,26	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	4,61	5,18
Recipiente + Muestra Seca	gr	4,2	4,67
Peso Muestra seca	gr	1,94	2,4
Peso de Agua	gr	0,41	0,51
Contenido de Humedad %	%	21,13	21,25
Promedio humedad	%	21,19	

Anexo 157. Limite liquido método de un punto, Jurado. APIQUE J3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373825	Longitud:	-72,657434	Altura	2403 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J3	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranur.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	2,29	2,26
Recipiente + Muestra Humeda	gr	17,04	17,08
Recipiente + Muestra Seca	gr	14,17	14,18
Peso Muestra seca	gr	11,88	11,92
Peso de Agua	gr	2,87	2,9
Contenido de Humedad %	%	24,16	24,33
Numero de golpes, N	#	27	27
límite líquido	%	24,38	24,55

Limite liquido 24,46 %

Anexo 158. Análisis granulométrico y clasificación USCS Jurado. APIQUE J3.

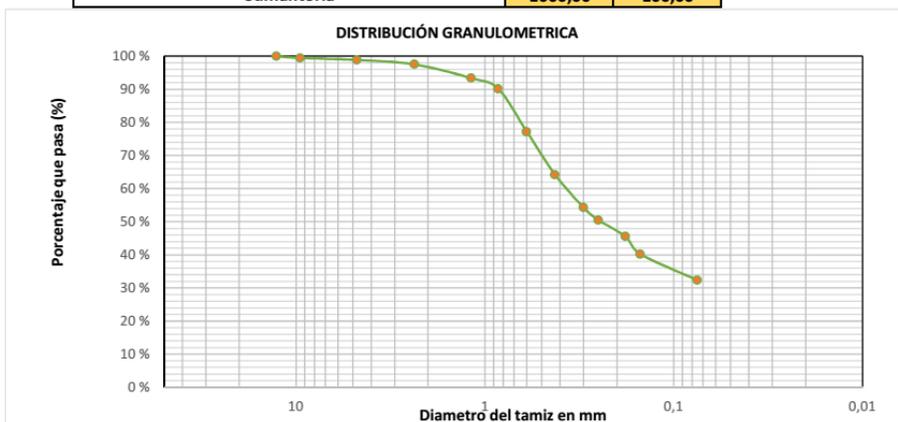
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373825	Longitud:	-72,657434	Altura	2403 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J3	Estrato 1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	667,75	gr
Material perdido en lavado	320,25	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656,4	662	5,6	0,56	99,44
4	4,75	647,6	653,2	5,6	0,56	98,88
8	2,36	545,6	559,4	13,8	1,38	97,50
16	1,18	542,8	584,2	41,4	4,14	93,36
20	0,85	526,6	559	32,4	3,24	90,12
30	0,6	524,4	653,9	129,5	12,95	77,17
40	0,425	485,4	615,1	129,7	12,97	64,20
50	0,3	511,8	611,1	99,3	9,93	54,27
60	0,25	500,6	538,6	38	3,80	50,47
80	0,18	457,2	506,6	49,4	4,94	45,53
100	0,15	481,8	535,05	53,25	5,32	40,21
200	0,075	497,6	576,2	78,6	7,86	32,35
FONDO		568	891,45	323,45	32,35	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA **1,12** % ARENA **66,54** % FINOS **32,35** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas gruesas. Arena limosa SM

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 159. Proctor estándar, Jurado. APIQUE J3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373825	Longitud	-72,657434	Altura	2403 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J3 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

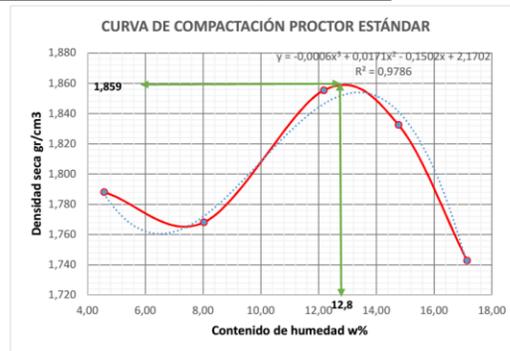
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	10,95	10,58	10,85	10,59	10,49	10,91	10,61	7,36	10,61	7,36
Recipiente + Muestra Humeda	gr	18,23	29,63	34,39	43,71	39,69	34,54	54,78	39,84	58,56	38,48
Recipiente + Muestra Seca	gr	17,88	28,88	32,43	41,55	36,49	32	48,95	35,77	51,65	33,86
Peso Muestra seca	gr	6,93	18,3	21,58	30,96	26	21,09	38,34	28,41	41,04	26,5
Peso de Agua	gr	0,35	0,75	1,96	2,16	3,2	2,54	5,83	4,07	6,91	4,62
Contenido de Humedad	%	5,05	4,10	9,08	6,98	12,31	12,04	15,21	14,33	16,84	17,43
Promedio humedad	%	4,57		8,03		12,18		14,77		17,14	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	4,57	8,03	12,18	14,77	17,14
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3760,2	3798,2	3959,6	3980,2	3922,2
Peso Suelo	gr	1763,8	1801,8	1963,2	1983,8	1925,8
Densidad Humeda	gr/cm3	1,870	1,910	2,081	2,103	2,042
Densidad Seca	gr/cm3	1,788	1,768	1,855	1,832	1,743

Densidad seca maxima	1,859 gr/cm3
Densidad seca maxima	18,59 KN/m3
Contenido humedo optimo	12,8 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 160. Proctor modificado, Jurado. APIQUE J3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373825	Longitud	-72,657434	Altura	2403 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J3 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N
	Modificado	X	No Capas	5
			Golpes X Capa	25

Dimensiones de molde Diam 10,16 cm Altura 11,64 cm Volumen 943,30 Cm³

Determinación contenido de humedad

Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,3	2,31	2,3	2,31	10,58	10,26	10,51	10,59	10,51	10,59
Recipiente + Muestra Humeda	gr	20,65	25,84	27,51	31,44	35,14	32,04	44,94	48,6	45,94	49,6
Recipiente + Muestra Seca	gr	19,63	24,68	25,47	29,26	32,61	29,68	40,73	44,08	40,73	44,08
Peso Muestra seca	gr	17,33	22,37	23,17	26,95	22,03	19,42	30,22	33,49	30,22	33,49
Peso de Agua	gr	1,02	1,16	2,04	2,18	2,53	2,36	4,21	4,52	5,21	5,52
Contenido de Humedad	%	5,89	5,19	8,80	8,09	11,48	12,15	13,93	13,50	17,24	16,48
Promedio humedad	%	5,54		8,45		11,82		13,71		16,86	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	5,54	8,45	11,82	13,71	16,86
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3860,8	3892,4	4078,8	4090,9	3935,6
Peso Suelo	gr	1864,4	1896	2082,4	2094,5	1939,2
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,976	2,010	2,208	2,220	2,056
Densidad Seca	gr/cm ³	1,873	1,853	1,974	1,953	1,759

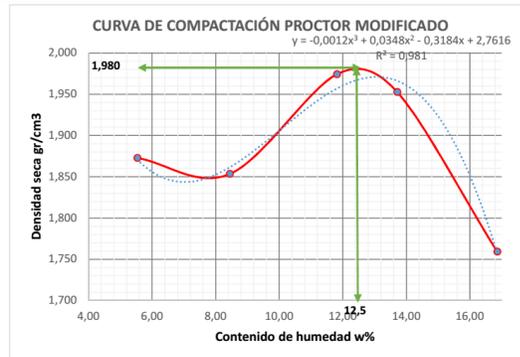
Densidad seca maxima 1,98 gr/cm³

Densidad seca maxima 19,8 KN/m³

Contenido humedo optimo 12,5 %

Energía de compactación 2696 KN-m/m³

OBSERVACIONES _____



Anexo 161. Compactación molde 6", 3 capas, Jurado. APIQUE J3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373825	Longitud	-72,657434	Altura	2403 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad amarillo claro		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J3 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N
	Modificado	_____	No Capas	3
			Golpes X Capa	25

Dimensiones de molde Diam 15,24 cm Altura 11,64 cm Volumen 2124 Cm3

Determinación contenido de humedad

Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,3	2,32	2,33	2,32	2,28	2,32	10,59	10,38	10,55	10,57
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,56	35,74	39,96	42,66	51,59	48,04	60,61	58,3	61,12	75,02
Recipiente + Muestra Seca	gr	29,15	34,05	37,13	39,32	46,99	43,4	53,81	52,33	52,8	64,38
Peso Muestra seca	gr	26,85	31,73	34,8	37	44,71	41,08	43,22	41,95	42,25	53,81
Peso de Agua	gr	1,41	1,69	2,83	3,34	4,6	4,64	6,8	5,97	8,32	10,64
Contenido de Humedad	%	5,25	5,33	8,13	9,03	10,29	11,30	15,73	14,23	19,69	19,77
Promedio humedad	%	5,29		8,58		10,79		14,98		19,73	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	5,29	8,58	10,79	14,98	19,73
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7180	7209	7566,5	7702,5	7409
Peso Suelo	gr	3961,2	3990,2	4347,7	4483,7	4190,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,865	1,879	2,047	2,111	1,973
Densidad Seca	gr/cm3	1,771	1,730	1,848	1,836	1,648

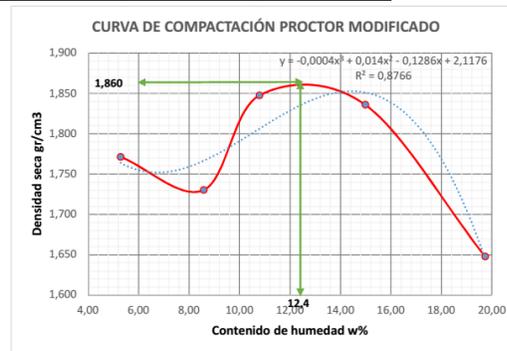
Densidad seca maxima 1,86 gr/cm3

Densidad seca maxima 18,6 KN/m3

Contenido humedo optimo 12,4 %

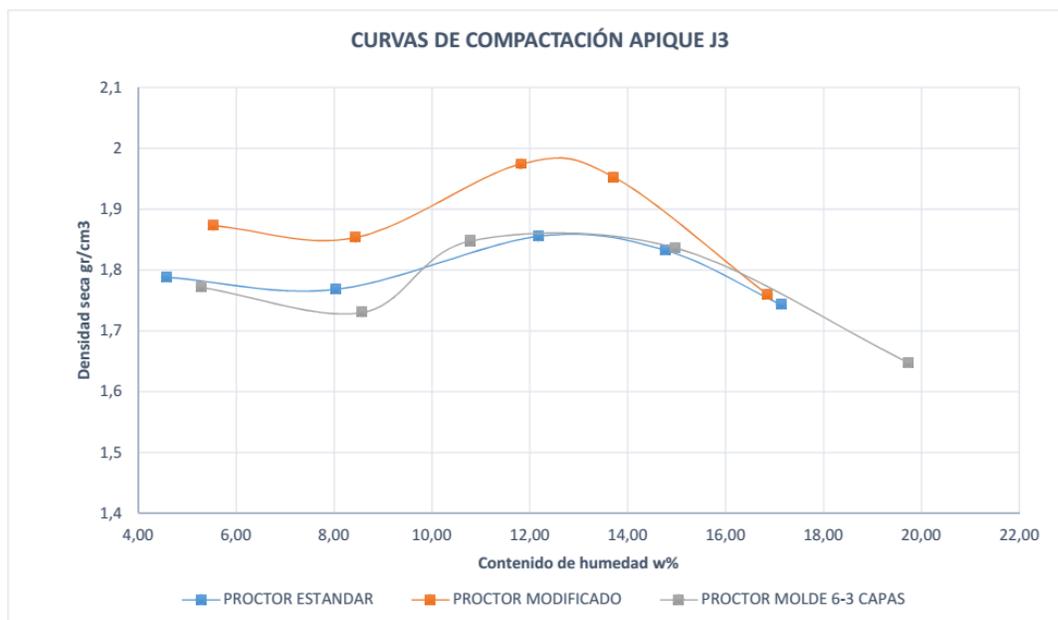
Energía de compactación 718,4 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 162. Gráfico comparativo de compactación, Jurado. APIQUE J3.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018



Anexo 163. Humedad natural, Jurado. APIQUE J4.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad blanca		Profundidad muestra	0,7	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.1	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

	#	1	2	3
Recipiente				
Peso del Recipiente	gr	10,58	10,45	10,87
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	41,23	49,61	45,27
Recipiente + Muestra Seca	gr	38,45	46,05	42,17
Peso Muestra seca	gr	27,87	35,6	31,3
Peso de Agua	gr	2,78	3,56	3,1
Contenido de Humedad	%	9,97	10,00	9,90
Promedio humedad	%	9,96		

Anexo 164. Densidad aparente, Jurado. APIQUE J4.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación	Barrio	JURADO
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad blanca	Profundidad muestra	0,7 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera	Apique No	J4.1 Estrato 1

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 9,96 %

Peso de la muestra (<i>W_m</i>)	<i>gr</i>	113,43
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	<i>gr</i>	126,99
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)s</i>)	<i>gr</i>	50,2
Volumen de la muestra + parafina (<i>V_{m+p}</i>)	<i>cm³</i>	76,79
Volumen de parafina (<i>V_p</i>)	<i>cm³</i>	15,59
Volumen de la muestra (<i>V_m</i>)	<i>cm³</i>	61,20

Densidad aparente 1,853 gr/cm³

Densidad aparente 18,18 KN/m³

Densidad seca 16,53 KN/m³

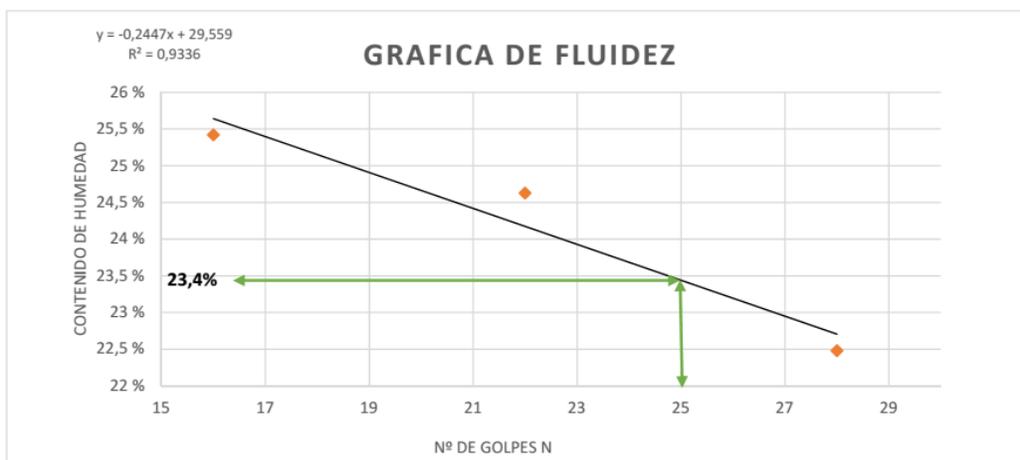
Anexo 165. Limite líquido y plástico, Jurado. APIQUE J4.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO		
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad blanca		Profundidad muestra	1,5	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.1	Estrato	1

Determinación del limite líquido

		25 -30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,34	2,36	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	28,71	25,74	51,13
Recipiente + Muestra Seca	gr	23,87	21,12	41,23
Peso Muestra seca	gr	21,53	18,76	38,95
Peso de Agua	gr	4,84	4,62	9,9
Contenido de Humedad %	%	22,48	24,63	25,42
Numero de golpes, N	#	28	22	16



Límite líquido	23,4	%
Límite plástico	21,17	%
Índice de plasticidad Ip	2,23	%

Determinación del limite plástico

	#	1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	10,6	10,39
Recipiente + Muestra Humeda	gr	30,52	35,21
Recipiente + Muestra Seca	gr	26,97	30,96
Peso Muestra seca	gr	16,37	20,57
Peso de Agua	gr	3,55	4,25
Contenido de Humedad %	%	21,69	20,66
Promedio humedad	%	21,17	

Anexo 166. Limite liquido método de un punto, Jurado. APIQUE J4.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad blanca		Profundidad muestra	0,7	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.1	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

	#	20 - 30	
		1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,34	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	28,71	33,34
Recipiente + Muestra Seca	gr	23,8	27,5
Peso Muestra seca	gr	21,46	25,23
Peso de Agua	gr	4,91	5,84
Contenido de Humedad %	%	22,88	23,15
Numero de golpes, N	#	28	27
límite líquido	%	23,20	23,36

Limite liquido 23,28 %

Anexo 167. Análisis granulométrico y clasificación USCS Jurado. APIQUE J4.1.

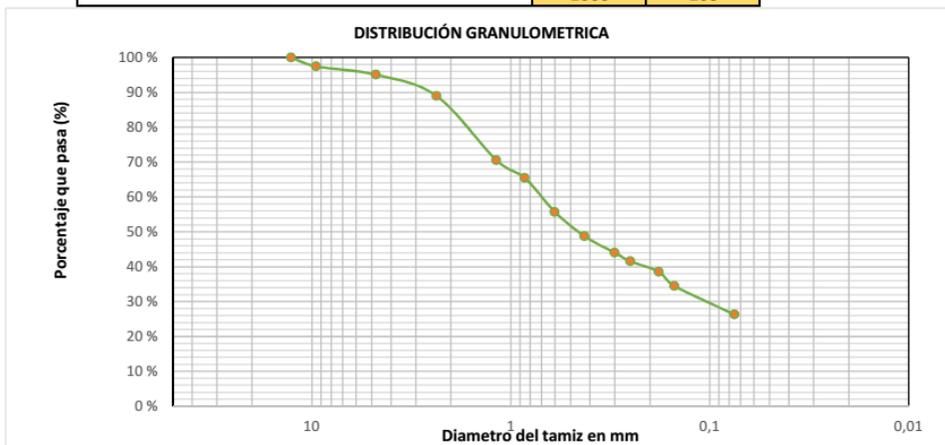
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO		
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad blanca		Profundidad muestra	0,7	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.1	Estrato	1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	733,92	gr
Material perdido en lavado	254,08	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz (gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656,4	681,7	25,3	2,53	97,47
4	4,75	647,6	671,7	24,1	2,41	95,06
8	2,36	545,6	606,7	61,1	6,11	88,95
16	1,18	542,8	727,3	184,5	18,45	70,50
20	0,85	526,6	576,9	50,3	5,03	65,47
30	0,6	524,4	622,3	97,9	9,79	55,68
40	0,425	485,4	555,1	69,7	6,97	48,71
50	0,3	511,8	558,9	47,1	4,71	44,00
60	0,25	500,6	525,3	24,7	2,47	41,53
80	0,18	457,2	487,1	29,9	2,99	38,54
100	0,15	481,8	522,9	41,1	4,11	34,43
200	0,075	497,6	579,2	81,6	8,16	26,27
FONDO		568	830,68	262,68	26,27	0,00
Sumatoria				1000	100	



GRAVA **4,94** % ARENA **68,79** % FINOS **26,27** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas gruesas. **Arena limosa SM**

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos **USCS**

Anexo 168. Proctor estándar, Jurado. APIQUE J4.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373645	Longitud	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad blanca		Profundidad muestra	0,7 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estándar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

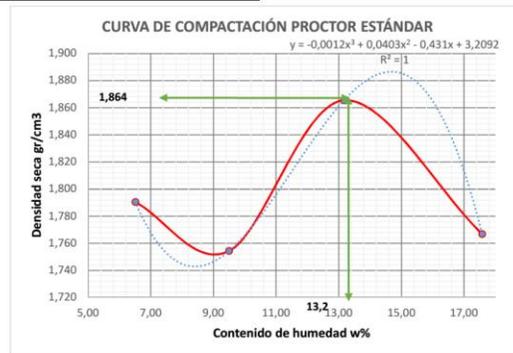
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,3	2,31	2,36	2,33	2,33	2,32	2,29	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	45,23	48,99	42,07	36,58	35,09	40,6	45,7	82,4
Recipiente + Muestra Seca	gr	42,65	46,09	38,8	33,46	31,36	36,05	39,19	70,46
Peso Muestra seca	gr	40,35	43,78	36,44	31,13	29,03	33,73	36,9	68,18
Peso de Agua	gr	2,58	2,9	3,27	3,12	3,73	4,55	6,51	11,94
Contenido de Humedad	%	6,39	6,62	8,97	10,02	12,85	13,49	17,64	17,51
Promedio humedad	%	6,51		9,50		13,17		17,58	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	6,51	9,50	13,17	17,58
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3795,2	3808,4	3987,8	3956
Peso Suelo	gr	1798,8	1812	1991,4	1959,6
Densidad Humeda	gr/cm ³	1,907	1,921	2,111	2,077
Densidad Seca	gr/cm ³	1,790	1,754	1,865	1,767

Densidad seca maxima 1,864 gr/cm³Densidad seca maxima 18,64 KN/m³Contenido humedo optimo 13,2 %Energía de compactación 591,3 KN-m/m³

OBSERVACIONES



Anexo 169. Proctor modificado, Jurado. APIQUE J4.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373645	Longitud	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad blanca		Profundidad muestra	0,7 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm ³

Determinación contenido de humedad

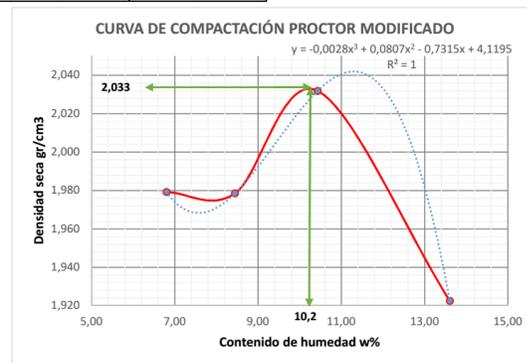
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,46	2,4	2,34	2,28	2,27	2,26	2,26	2,24
Recipiente + Muestra Humeda	gr	41,76	36,55	31,34	26,13	34,88	39,9	33,59	32,62
Recipiente + Muestra Seca	gr	38,6	33,83	29,06	24,29	31,7	36,46	29,84	28,98
Peso Muestra seca	gr	36,14	31,43	26,72	22,01	29,43	34,2	27,58	26,74
Peso de Agua	gr	3,16	2,72	2,28	1,84	3,18	3,44	3,75	3,64
Contenido de Humedad	%	8,74	8,65	8,53	8,36	10,81	10,06	13,60	13,61
Promedio humedad	%	8,70		8,45		10,43		13,60	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	6,80	8,45	10,43	13,60
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3990,3	4020,4	4113	4056,6
Peso Suelo	gr	1993,9	2024	2116,6	2060,2
Densidad Humeda	gr/cm ³	2,114	2,146	2,244	2,184
Densidad Seca	gr/cm ³	1,979	1,979	2,032	1,922

Densidad seca maxima	2,033 gr/cm ³
Densidad seca maxima	20,33 KN/m ³
Contenido humedo optimo	10,2 %
Energía de compactación	2696 KN-m/m ³

OBSERVACIONES



Anexo 170. Compactación molde 6", 3 capas, Jurado. APIQUE J4.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373645	Longitud	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo arenoso tonalidad blanca		Profundidad muestra	0,7 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.1 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	_____	No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124 Cm3

Determinación contenido de humedad

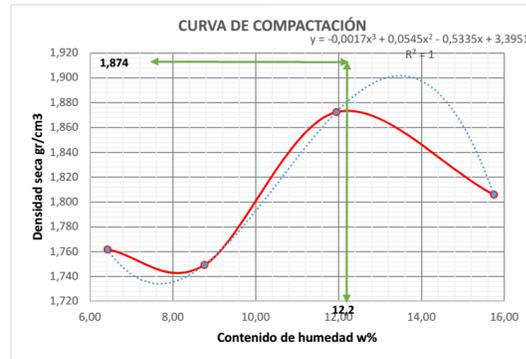
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Recipiente	gr	2,36	2,28	2,38	2,37	2,33	2,29	2,27	2,23
Recipiente + Muestra Humeda	gr	38,65	50,44	72,61	40,52	51,16	59,19	64,61	84,54
Recipiente + Muestra Seca	gr	36,45	47,55	66,95	37,45	46,02	53,04	56,2	73,25
Peso Muestra seca	gr	34,09	45,27	64,57	35,08	43,69	50,75	53,93	71,02
Peso de Agua	gr	2,2	2,89	5,66	3,07	5,14	6,15	8,41	11,29
Contenido de Humedad	%	6,45	6,38	8,77	8,75	11,76	12,12	15,59	15,90
Promedio humedad	%	6,42		8,76		11,94			

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4
Contenido de Humedad	%	6,42	8,76	11,94	15,75
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7200,8	7259,6	7670,5	7658,5
Peso Suelo	gr	3982	4040,8	4451,7	4439,7
Densidad Humeda	gr/cm3	1,875	1,902	2,096	2,090
Densidad Seca	gr/cm3	1,762	1,749	1,872	1,806

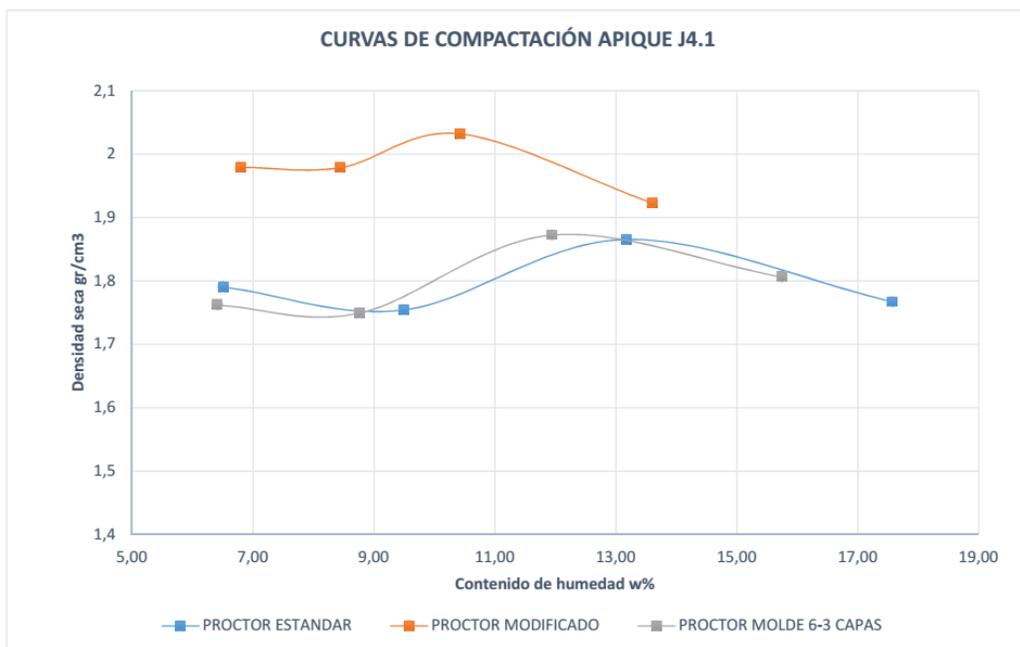
Densidad seca maxima 1,874 gr/cm3Densidad seca maxima 18,74 KN/m3Contenido humedo optimo 12,2 %Energía de compactación 718,4 KN-m/m3

OBSERVACIONES _____



Anexo 171. Gráfico comparativo de compactación, Jurado. APIQUE J4.1.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018



Anexo 172. Humedad natural, Jurado. APIQUE J4.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.2	Estrato 2

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	10,59	7,35	10,42
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	56,23	56,18	64,96
Recipiente + Muestra Seca	gr	49,27	48,72	56,43
Peso Muestra seca	gr	38,68	41,37	46,01
Peso de Agua	gr	6,96	7,46	8,53
Contenido de Humedad	%	17,99	18,03	18,54
Promedio humedad	%	18,19		

Anexo 173. Densidad aparente, Jurado. APIQUE J4.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO		
Latitud:	<u>7,373645</u>	Longitud:	<u>-72,656856</u>	Altura	<u>2385</u> m.s.n.m	
Descripción del suelo	<u>Suelo amarillo, arenoso</u>		Profundidad muestra	<u>2</u>	m	
Realizado por	<u>Jesus Ramiro Villamizar Rivera</u>		Apique No	<u>J4.2</u>	Estrato	<u>2</u>

Densidad del agua 1 **gr/cm3**

Densidad de la parafina 0,87 **gr/cm3**

Humedad 18,19 **%**

Peso de la muestra (Wm)	gr	114,46
Peso de la muestra + parafina (w(m+p))	gr	124,94
Peso de la muestra + parafina sumergida (W(m+p)s)	gr	53,3
Volumen de la muestra + parafina (Vm+p)	cm3	71,64
Volumen de parafina (Vp)	cm3	12,05
Volumen de la muestra (Vm)	cm3	59,59

Densidad aparente 1,921 **gr/cm3**

Densidad aparente 18,84 **KN/m3**

Densidad seca 15,94 **KN/m3**

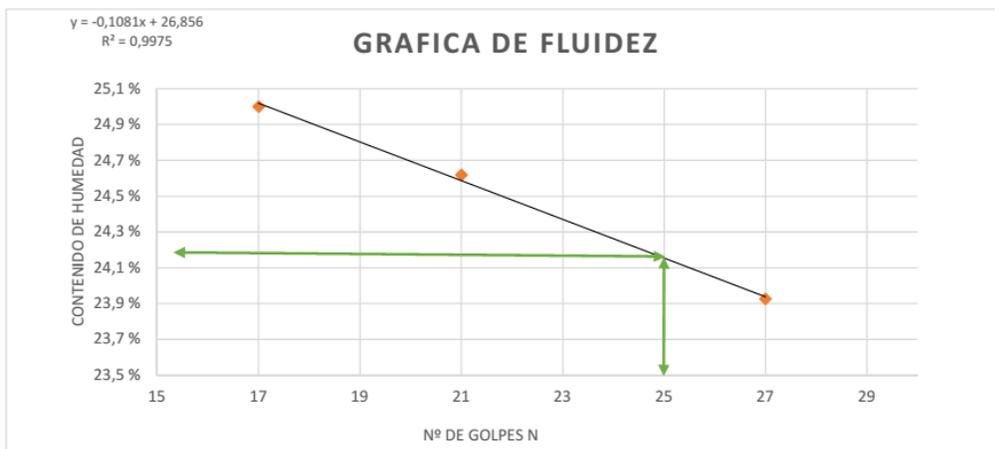
Anexo 174. Limite líquido y plástico, Jurado. APIQUE J4.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/09/201

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.2	Estrato 2

Determinación del límite líquido

		25 -30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	10,59	10,24	10,57
Recipiente + Muestra Humeda	gr	23,85	28,16	31,42
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,29	24,62	27,25
Peso Muestra seca	gr	10,7	14,38	16,68
Peso de Agua	gr	2,56	3,54	4,17
Contenido de Humedad %	%	23,93	24,62	25,00
Numero de golpes, N	#	27	21	17



Límite líquido	24,2	%
Límite plástico	21,80	%
Índice de plasticidad Ip	2,40	%

Determinación del límite plástico

	#	1	2
Recipiente			
Peso del Recipiente	gr	2,27	2,23
Recipiente + Muestra Humeda	gr	3,43	3,42
Recipiente + Muestra Seca	gr	3,21	3,22
Peso Muestra seca	gr	0,94	0,99
Peso de Agua	gr	0,22	0,2
Contenido de Humedad %	%	23,40	20,20
Promedio humedad	%	21,80	

Anexo 175. Limite liquido método de un punto, Jurado. APIQUE J4.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.2	Estrato 2

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

Recipiente	#	20 - 30	
		1	2
Peso del Recipiente	gr	10,59	10,84
Recipiente + Muestra Humeda	gr	23,85	25,68
Recipiente + Muestra Seca	gr	21,29	22,83
Peso Muestra seca	gr	10,7	11,99
Peso de Agua	gr	2,56	2,85
Contenido de Humedad %	%	23,93	23,77
Numero de golpes, N	#	27	27
límite líquido	%	24,14	23,98

Limite liquido 24,06 %

Anexo 176. Análisis granulométrico y clasificación USCS Jurado. APIQUE J4.2.

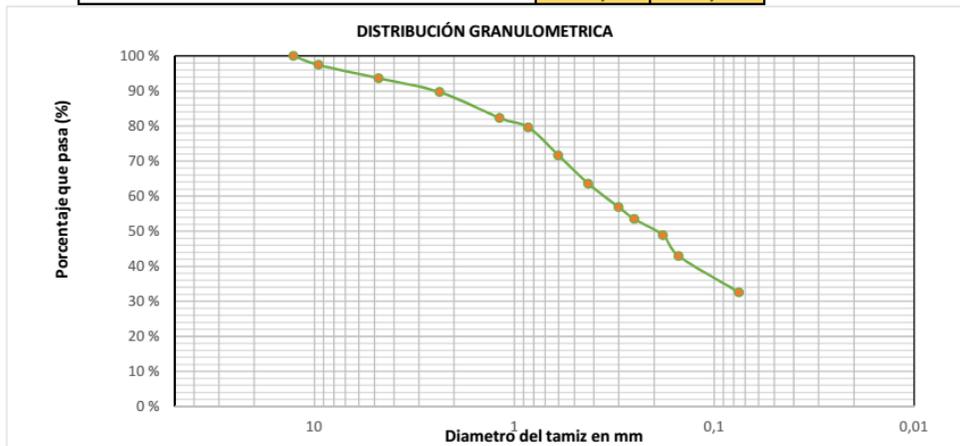
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO		
Latitud:	7,373645	Longitud:	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m	
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2	m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.2	Estrato	1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca W _s	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	669,2	gr
Material perdido en lavado	318,8	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz(gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
						100
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656,4	682,1	25,7	2,57	97,43
4	4,75	647,6	685,5	37,9	3,79	93,64
8	2,36	545,6	585,1	39,5	3,95	89,69
16	1,18	542,8	616,7	73,9	7,39	82,30
20	0,85	526,6	553,5	26,9	2,69	79,61
30	0,6	524,4	604,5	80,1	8,01	71,60
40	0,425	485,4	566,1	80,7	8,07	63,53
50	0,3	511,8	578,9	67,1	6,71	56,82
60	0,25	500,6	534,5	33,9	3,39	53,43
80	0,18	457,2	503,5	46,3	4,63	48,80
100	0,15	481,8	541,3	59,5	5,95	42,85
200	0,075	497,6	600,9	103,3	10,33	32,52
FONDO		568	893,2	325,2	32,52	0,00
Sumatoria				1000,00	100,00	



GRAVA **6,36** % ARENA **61,12** % FINOS **32,52** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas gruesas. Arena limosa SM

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 177. Proctor estándar, Jurado. APIQUE J4.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373645	Longitud	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

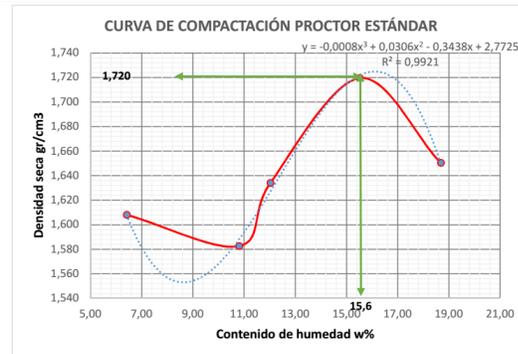
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,3	2,25	2,3	2,26	2,3	2,31	2,3	2,31	2,36	2,33
Recipiente + Muestra Humeda	gr	35,36	42,15	69,13	59,04	38,46	45,3	68,46	65,3	59,09	79,38
Recipiente + Muestra Seca	gr	33,28	39,85	62,23	53,83	34,5	40,78	59,45	56,96	50,55	66,73
Peso Muestra seca	gr	30,98	37,6	59,93	51,57	32,2	38,47	57,15	54,65	48,19	64,4
Peso de Agua	gr	2,08	2,3	6,9	5,21	3,96	4,52	9,01	8,34	8,54	12,65
Contenido de Humedad	%	6,71	6,12	11,51	10,10	12,30	11,75	15,77	15,26	17,72	19,64
Promedio humedad	%	6,42		10,81		12,02		15,51		18,68	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	6,42	10,81	12,02	15,51	18,68
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3610,6	3650,6	3723	3870	3844
Peso Suelo	gr	1614,2	1654,2	1726,6	1873,6	1847,6
Densidad Humeda	gr/cm3	1,711	1,754	1,830	1,986	1,959
Densidad Seca	gr/cm3	1,608	1,583	1,634	1,719	1,650

Densidad seca maxima	1,72 gr/cm3
Densidad seca maxima	17,2 KN/m3
Contenido humedo optimo	15,6 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 178. Proctor modificado, Jurado. APIQUE J4.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	2/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373645	Longitud	-72,656856	Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J4.2 Estrato 2	

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

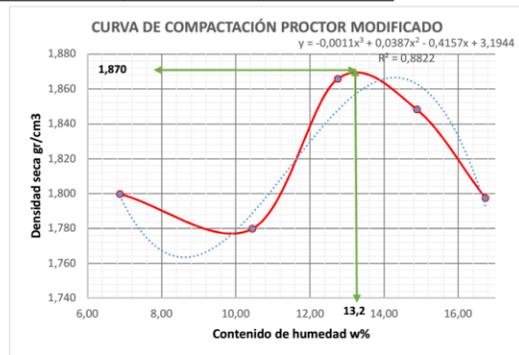
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,29	2,24	2,29	2,33	2,27	2,26	2,27	2,26	2,26	2,27
Recipiente + Muestra Humeda	gr	40,23	38,56	51,29	31,06	23,22	32,85	53,52	52,46	57,82	55,84
Recipiente + Muestra Seca	gr	37,92	36,1	46,64	28,35	20,83	29,42	46,99	45,85	49,67	48,34
Peso Muestra seca	gr	35,63	33,86	44,35	26,02	18,56	27,16	44,72	43,59	47,41	46,07
Peso de Agua	gr	2,31	2,46	4,65	2,71	2,39	3,43	6,53	6,61	8,15	7,5
Contenido de Humedad	%	6,48	7,27	10,48	10,42	12,88	12,63	14,60	15,16	17,19	16,28
Promedio humedad	%	6,87		10,45		12,75		14,88		16,74	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	6,87	10,45	12,75	14,88	16,74
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3810,8	3850,8	3980,8	3999,3	3975,6
Peso Suelo	gr	1814,4	1854,4	1984,4	2002,9	1979,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,923	1,966	2,104	2,123	2,098
Densidad Seca	gr/cm3	1,800	1,780	1,866	1,848	1,797

Densidad seca maxima 1,87 gr/cm3Densidad seca maxima 18,7 KN/m3Contenido humedo optimo 13,2 %Energía de compactación 2696 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 179. Compactación molde 6", 3 capas, Jurado. APIQUE J4.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		ENSAYO DE COMPACTACIÓN		Código	
					Página	1 de 1
					Fecha Practica	2/10/2018
Proyecto	Determinación de las curvas de compactación				Barrio	Juan XXII Parte alta
Latitud	7,373645	Longitud	-72,656856		Altura	2385 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo amarillo, arenoso				Profundidad muestra	2 m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera				Apique No	J4.2 Estrato 2
PROCTOR:					Estandar	_____
					Modificado	_____
					Peso martillo	44,5 N
					No Capas	3
					Golpes X Capa	25
Dimensiones de molde Diam		15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124,00 Cm3

Determinación contenido de humedad

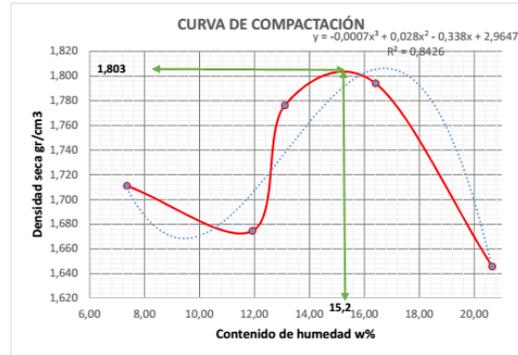
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,31	2,28	2,24	2,27	2,3	2,28	2,28	2,27	2,25	2,33
Recipiente + Muestra Humeda	gr	32,43	37,85	43,27	48,69	79,52	58,23	69,26	66,64	36,73	83,28
Recipiente + Muestra Seca	gr	30,35	35,43	39,02	43,61	70,81	51,58	59,81	57,58	30,69	69,75
Peso Muestra seca	gr	28,04	33,15	36,78	41,34	68,51	49,3	57,53	55,31	28,44	67,42
Peso de Agua	gr	2,08	2,42	4,25	5,08	8,71	6,65	9,45	9,06	6,04	13,53
Contenido de Humedad	%	7,42	7,30	11,56	12,29	12,71	13,49	16,43	16,38	21,24	20,07
Promedio humedad	%	7,36		11,92		13,10		16,40		20,65	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	7,36	11,92	13,10	16,40	20,65
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8
Molde + Muestra	gr	7120,5	7199,5	7485,6	7654,5	7436
Peso Suelo	gr	3901,7	3980,7	4266,8	4435,7	4217,2
Densidad Humeda	gr/cm3	1,837	1,874	2,009	2,088	1,985
Densidad Seca	gr/cm3	1,711	1,675	1,776	1,794	1,646

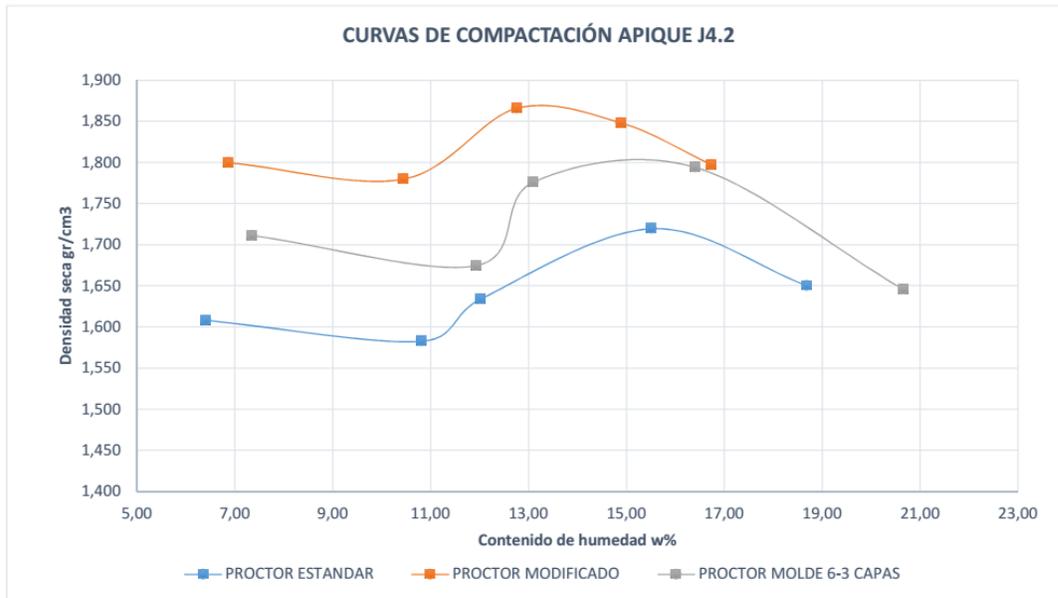
Densidad seca maxima 1,803 gr/cm3Densidad seca maxima 18,03 KN/m3Contenido humedo optimo 15,2 %Energía de compactación 718,4 KN-m/m3

OBSERVACIONES _____



Anexo 180. Gráfico comparativo de compactación, Jurado. APIQUE J4.2.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018



Anexo 181. Humedad natural, Jurado. APIQUE J5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373883	Longitud:	-72,656454	Altura	2374 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo tonalidad café		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J5	Estrato 1

Determinación contenido de humedad

Recipiente	#	1	2	3
Peso del Recipiente	gr	10,5	10,53	10,36
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	39,65	48,8	62,48
Recipiente + Muestra Seca	gr	31,58	38,38	48,18
Peso Muestra seca	gr	21,08	27,85	37,82
Peso de Agua	gr	8,07	10,42	14,3
Contenido de Humedad	%	38,28	37,41	37,81
Promedio humedad	%	37,84		

Anexo 182. Densidad aparente, Jurado. APIQUE J5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DENSIDAD MÉTODO DE LA PARAFINA	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	10/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373883	Longitud:	-72,656454	Altura	2374 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo tonalidad café		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J5	Estrato 1

Densidad del agua 1 gr/cm³

Densidad de la parafina 0,87 gr/cm³

Humedad 37,84 %

Peso de la muestra (<i>W_m</i>)	<i>gr</i>	95,26
Peso de la muestra + parafina (<i>w(m+p)</i>)	<i>gr</i>	109,82
Peso de la muestra + parafina sumergida (<i>W(m+p)s</i>)	<i>gr</i>	40,1
Volumen de la muestra + parafina (<i>V_{m+p}</i>)	<i>cm³</i>	69,72
Volumen de parafina (<i>V_p</i>)	<i>cm³</i>	16,74
Volumen de la muestra (<i>V_m</i>)	<i>cm³</i>	52,98

Densidad aparente 1,798 gr/cm³

Densidad aparente 17,64 KN/m³

Densidad seca 12,80 KN/m³

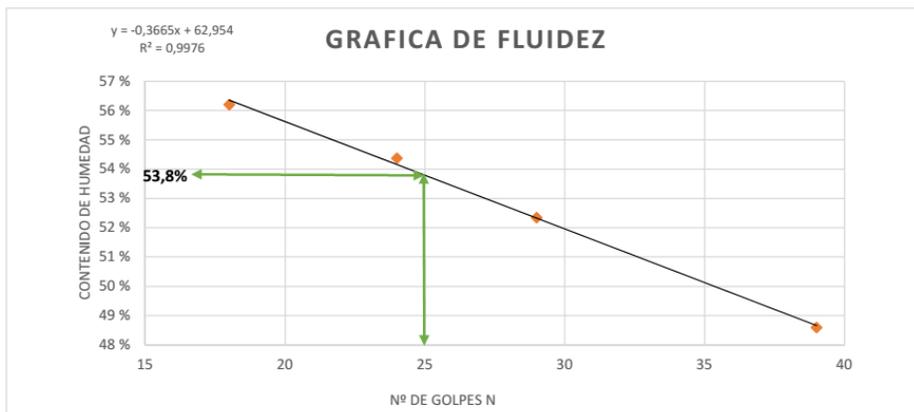
Anexo 183. Limite líquido y plástico, Jurado. APIQUE J5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373883	Longitud:	-72,656454	Altura	2374 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo tonalidad café		Profundidad muestra	1,5	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J5	Estrato 1

Determinación del límite líquido

		30 - 40	25 - 30	20 - 25	15 - 20
Recipiente	#	1	2	3	4
Peso del Recipiente	gr	2,37	2,36	2,35	2,33
Recipiente + Muestra Humeda	gr	19,77	19,97	22,65	20,48
Recipiente + Muestra Seca	gr	14,08	13,92	15,5	13,95
Peso Muestra seca	gr	11,71	11,56	13,15	11,62
Peso de Agua	gr	5,69	6,05	7,15	6,53
Contenido de Humedad %	%	48,59	52,34	54,37	56,20
Numero de golpes, N	#	39	29	24	18



Límite líquido	53,8	%
Límite plástico	34,15	%
Índice de plasticidad Ip	19,65	%

Determinación del límite plástico

		1	2
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,33	2,3
Recipiente + Muestra Humeda	gr	4,74	5,19
Recipiente + Muestra Seca	gr	4,13	4,45
Peso Muestra seca	gr	1,8	2,15
Peso de Agua	gr	0,61	0,74
Contenido de Humedad %	%	33,89	34,42
Promedio humedad	%	34,15	

Anexo 184. Limite liquido método de un punto, Jurado. APIQUE J5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	DETERMINACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO METODO B A PARTIR DE UN SOLO PUNTO.	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	13/08/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373883	Longitud:	-72,656454	Altura	2374 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo tonalidad café		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J5	Estrato 1

Factores de corrección para obtener el límite líquido a partir de la humedad y del número de golpes que causan el cierre de la ranura.

NÚMERO DE GOLPES N	FACTOR PARA LÍMITE LÍQUIDO K
20	0,973
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Determinación del límite líquido método B

		20 - 30	
Recipiente	#	1	2
Peso del Recipiente	gr	2,36	2,33
Recipiente + Muestra Humeda	gr	19,97	20,55
Recipiente + Muestra Seca	gr	13,92	14,14
Peso Muestra seca	gr	11,56	11,81
Peso de Agua	gr	6,05	6,41
Contenido de Humedad %	%	52,34	54,28
Numero de golpes, N	#	29	29
límite líquido	%	53,28	55,25

Limite liquido **54,27** %

Anexo 185. Análisis granulométrico y clasificación USCS Jurado. APIQUE J5.

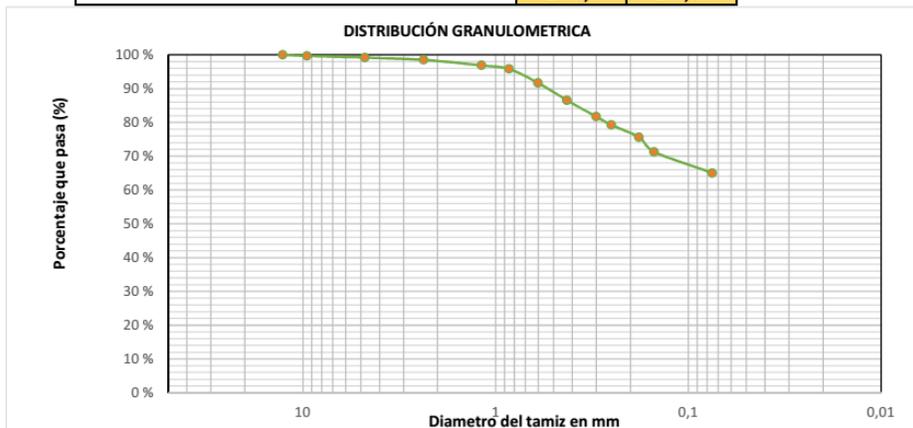
	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ANALISIS GRANULOMETRICO MÉTODO - MECANICO	Código	
			Página	1 de 2
			Fecha Practica	14/09/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	JURADO	
Latitud:	7,373883	Longitud:	-72,656454	Altura	2374 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo tonalidad café		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J5	Estrato 1

Peso del recipiente	12	gr
Peso de la muestra seca + recipiente	1012	gr
Peso de la muestra seca Ws	1000	gr
Peso muestras seca despues del lavado	340,17	gr
Material perdido en lavado	647,83	gr

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz No.	Diam.(mm)	Peso tamiz (gr)	Peso tamiz + muestra (gr)	Peso retenido	% retenido	% pasa
1/2"	12,7	672	672	0	0,00	100,00
3/8"	9,5	656,4	659,7	3,3	0,33	99,67
4	4,75	647,6	652,3	4,7	0,47	99,20
8	2,36	545,6	552,5	6,9	0,69	98,51
16	1,18	542,8	559,1	16,3	1,63	96,88
20	0,85	526,6	537,5	10,9	1,09	95,79
30	0,6	524,4	565,9	41,5	4,15	91,64
40	0,425	485,4	536,5	51,1	5,11	86,53
50	0,3	511,8	560,2	48,4	4,84	81,69
60	0,25	500,6	525,3	24,7	2,47	79,22
80	0,18	457,2	493,3	36,1	3,61	75,61
100	0,15	481,8	525,1	43,3	4,33	71,28
200	0,075	497,6	560,4	62,8	6,28	65,00
FONDO		568	1218,03	650,03	65,00	0,00
Sumatoria				1000,0	100,00	



GRAVA **0,80** % ARENA **34,20** % FINOS **65,00** %

Clasificación del suelo Suelo de partículas finas. limos de alta plasticidad MH

Sistema Sistema Unificado De Clasificación de Suelos USCS

Anexo 186. Proctor estándar, Jurado. APIQUE J5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	4/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373883	Longitud	-72,656454	Altura	2374 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo tonalidad café		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J5 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	X	Peso martillo	24,4 N	
	Modificado		No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	943,30 Cm3

Determinación contenido de humedad

Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,24	2,25	2,27	2,27	2,24	2,29	2,25	2,26	2,26	2,31
Recipiente + Muestra Humeda	gr	33,36	24,54	29,82	30,62	33,05	31,14	38,86	39,82	50,31	45,35
Recipiente + Muestra Seca	gr	29,71	21,53	26,06	26,57	28,11	25,2	30,97	31,39	37,53	34,34
Peso Muestra seca	gr	27,47	19,28	23,79	24,3	25,87	22,91	28,72	29,13	35,27	32,03
Peso de Agua	gr	3,65	3,01	3,76	4,05	4,94	5,94	7,89	8,43	12,78	11,01
Contenido de Humedad	%	13,29	15,61	15,80	16,67	19,10	25,93	27,47	28,94	36,23	34,37
Promedio humedad	%	14,45		16,24		22,51		28,21		35,30	

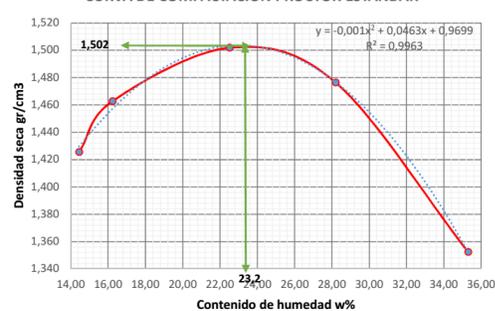
Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	14,45	16,24	22,51	28,21	35,30
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4	1996,4	1997,4
Molde + Muestra	gr	3535,4	3600,2	3732	3781,8	3723,4
Peso Suelo	gr	1539	1603,8	1735,6	1785,4	1726
Densidad Humeda	gr/cm3	1,632	1,700	1,840	1,893	1,830
Densidad Seca	gr/cm3	1,426	1,463	1,502	1,476	1,352

Densidad seca maxima	1,502 gr/cm3
Densidad seca maxima	15,02 KN/m3
Contenido humedo optimo	23,2 %
Energía de compactación	591,3 KN-m/m3

OBSERVACIONES

CURVA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR



Anexo 187. Proctor modificado, Jurado. APIQUE J5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	4/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373883	Longitud	-72,656454	Altura	2374 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo tonalidad café		Profundidad muestra	2	m
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J5	Estrato 1

PROCTOR:	Estandar		Peso martillo	44,5	N
	Modificado	X	No Capas	5	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	10,16	cm	Altura	11,64	cm
			Volumen	943,30	Cm3

Determinación contenido de humedad

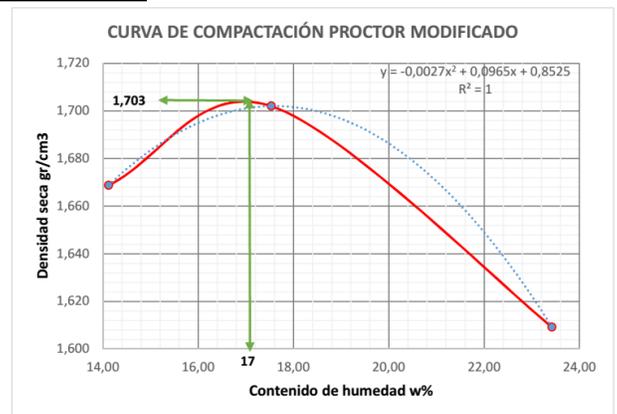
Recipiente		1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	2,36	2,32	2,27	2,26	2,26	2,28
Recipiente + Muestra Humeda	gr	25,82	28,38	21,85	20,65	25,37	21,54
Recipiente + Muestra Seca	gr	22,86	25,22	18,78	18,05	21,1	17,79
Peso Muestra seca	gr	20,5	22,9	16,51	15,79	18,84	15,51
Peso de Agua	gr	2,96	3,16	3,07	2,6	4,27	3,75
Contenido de Humedad	%	14,44	13,80	18,59	16,47	22,66	24,18
Promedio humedad	%	14,12		17,53		23,42	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3
Contenido de Humedad	%	14,12	17,53	23,42
Peso Molde	gr	1996,4	1996,4	1996,4
Molde + Muestra	gr	3792,8	3883,4	3870
Peso Suelo	gr	1796,4	1887	1873,6
Densidad Humeda	gr/cm3	1,904	2,000	1,986
Densidad Seca	gr/cm3	1,669	1,702	1,609

Densidad seca maxima	<u>1,703</u>	gr/cm3
Densidad seca maxima	<u>17,03</u>	KN/m3
Contenido humedo optimo	<u>17</u>	%
Energía de compactación	<u>2696</u>	KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 188. Compactación molde 6", 3 capas, Jurado. APIQUE J5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	4/10/2018

Proyecto	Determinación de las curvas de compactación		Barrio	Juan XXII Parte alta	
Latitud	7,373883	Longitud	-72,656454	Altura	2374 m.s.n.m
Descripción del suelo	Suelo tonalidad café		Profundidad muestra	2 m	
Realizado por	Jesus Ramiro Villamizar Rivera		Apique No	J5 Estrato 1	

PROCTOR:	Estandar	_____	Peso martillo	44,5 N	
	Modificado	_____	No Capas	3	
			Golpes X Capa	25	
Dimensiones de molde Diam	15,24 cm	Altura	11,64 cm	Volumen	2124 Cm3

Determinación contenido de humedad

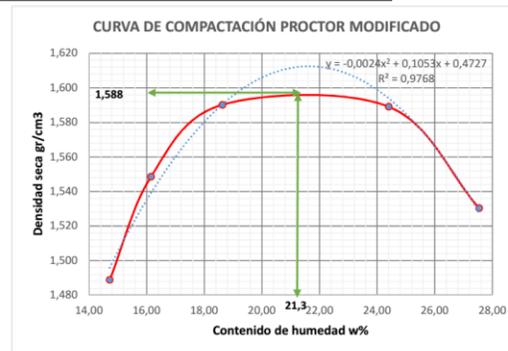
Recipiente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso del Recipiente	gr	2,24	2,29	2,29	2,32	2,27	2,25	2,27	2,34	2,3	2,32
Recipiente + Muestra Humeda	gr	39,84	46,77	35,37	32,27	36,57	34,82	48,41	59,71	32,73	65,86
Recipiente + Muestra Seca	gr	34,96	41,13	30,7	28,17	31,18	29,71	39,27	48,57	26,16	52,14
Peso Muestra seca	gr	32,72	38,84	28,41	25,85	28,91	27,46	37	46,23	23,86	49,82
Peso de Agua	gr	4,88	5,64	4,67	4,1	5,39	5,11	9,14	11,14	6,57	13,72
Contenido de Humedad	%	14,91	14,52	16,44	15,86	18,64	18,61	24,70	24,10	27,54	27,54
Promedio humedad	%	14,72		16,15		18,63		24,40		27,54	

Determinación de la densidad

Molde		1	2	3	4	5
Contenido de Humedad	%	14,72	16,15	18,63	24,40	27,54
Peso Molde	gr	3218,8	3218,8	3218,8	3218,8	3219,8
Molde + Muestra	gr	6846,5	7039	7225,5	7417,5	7365,5
Peso Suelo	gr	3627,7	3820,2	4006,7	4198,7	4145,7
Densidad Humeda	gr/cm3	1,708	1,799	1,886	1,977	1,952
Densidad Seca	gr/cm3	1,489	1,549	1,590	1,589	1,530

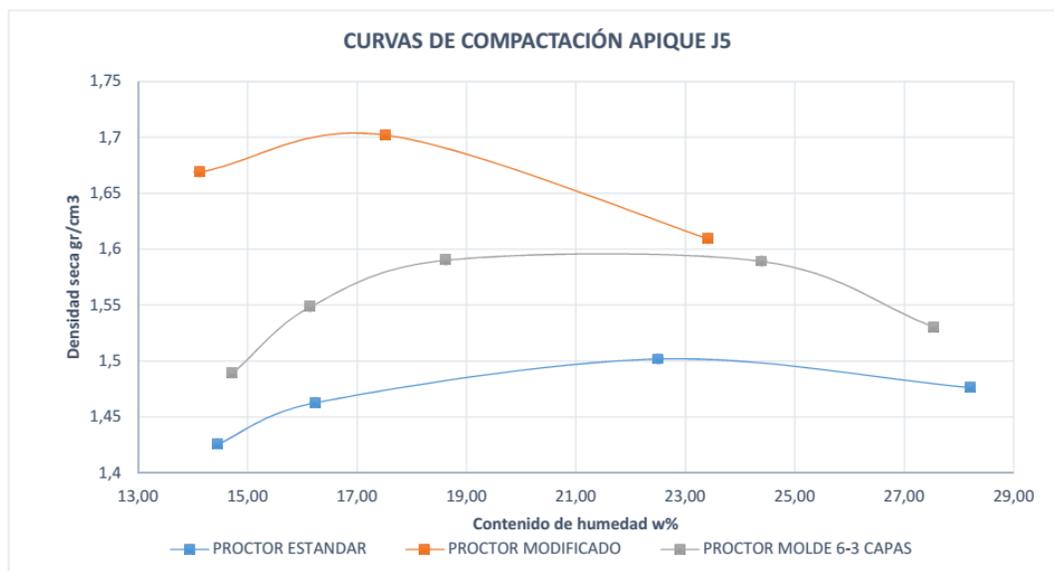
Densidad seca maxima	1,588 gr/cm3
Densidad seca maxima	15,88 KN/m3
Contenido humedo optimo	21,3 %
Energía de compactación	718,4 KN-m/m3

OBSERVACIONES



Anexo 189. Gráfico comparativo de compactación, Jurado. APIQUE J5.

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	GRAFICO COMPARATIVO DE COMPACTACIÓN	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	3/10/2018



Anexo 190. Humedad para calibración

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CONTENIDO DE HÚMEDAD CALIBRACIÓN SPEEDY	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	18/09/2018

Proyecto

"DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE COMPACTACIÓN PARA LOS SUELOS DE LOS BARRIOS JUAN XXIII PARTE ALTA, JURADO Y VALLE DEL ESPIRITU SANTO DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER "

Realizado por

Jesus Ramiro Villamizar Rivera

Determinación contenido de humedad

		2%	4%	6%	8%	10%	12%
Recipiente	#	1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente	gr	10,58	10,83	10,59	10,45	10,89	10,62
Recipiente + Muestra	gr	44,97	47,85	41,64	45,32	56,91	43,09
Recipiente + Muestra Seca	gr	44,3	46,51	39,92	42,74	52,75	39,643
Peso Muestra seca	gr	33,72	35,68	29,33	32,29	41,86	29,023
Peso de Agua	gr	0,67	1,34	1,72	2,58	4,16	3,447
Contenido de Humedad	%	1,99	3,76	5,86	7,99	9,94	11,88

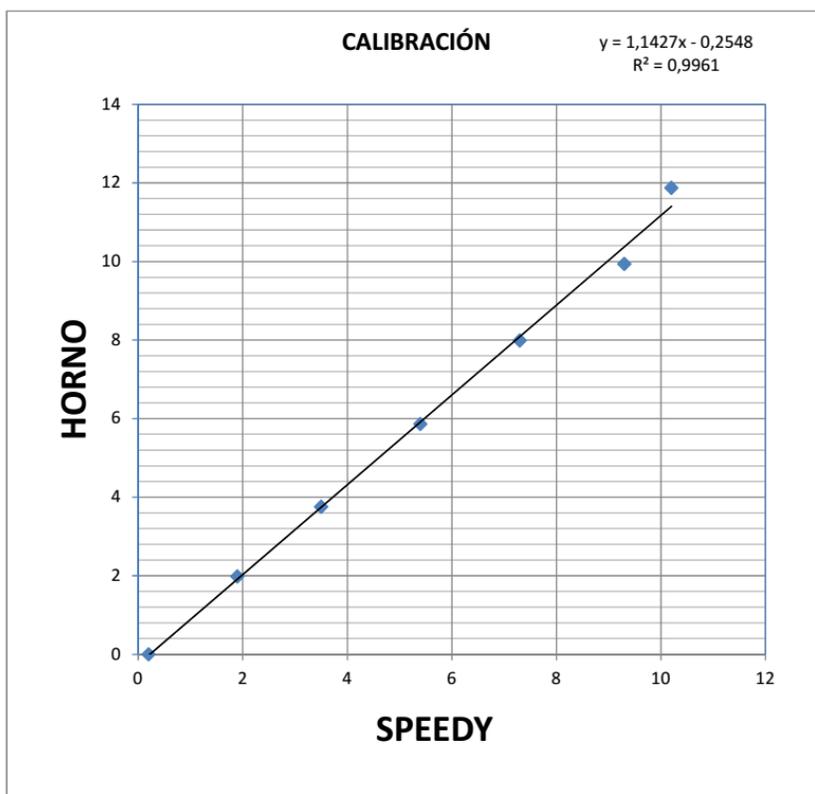
Anexo 191. Formato de calibración humidómetro (Speedy)

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	CALIBRACIÓN SPEEDY VS HORNO	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	18/09/2018

Proyecto :

"DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE COMPACTACIÓN PARA LOS SUELOS DE LOS BARRIOS JUAN XXIII PARTE ALTA, JURADO Y VALLE DEL ESPIRITU SANTO DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER "

% de H ₂ O	X	Y
	SPEEDY	HORNO
0	0,2	0
2	1,9	1,99
4	3,5	3,76
6	5,4	5,86
8	7,3	7,99
10	9,3	9,94
12	10,2	11,88



CUADRO DE CONVERSION	
Lectura Speedy	Lectura Corregida
1,00	0,89
2,00	2,03
3,00	3,17
4,00	4,32
5,00	5,46
6,00	6,60
7,00	7,74
8,00	8,89
9,00	10,03
10,00	11,17
11,00	12,31
12,00	13,46
13,00	14,60
14,00	15,74
15,00	16,89
16,00	18,03
17,00	19,17
18,00	20,31
19,00	21,46
20,00	22,60

OBSERVACIONES: _____

Anexo 192. Lecturas corregidas

	INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	LECTURAS CORREGIDAS	Código	
			Página	1 de 1
			Fecha Practica	18/09/2018

CUADRO DE CONVERSION							
Lectura Speedy	Lectura Corregida	Lectura Speedy	Lectura Corregida	Lectura Speedy	Lectura Corregida	Lectura Speedy	Lectura Corregida
0,4	0,20	5,4	5,92	10,4	11,63	15,4	17,34
0,6	0,43	5,6	6,14	10,6	11,86	15,6	17,57
0,8	0,66	5,8	6,37	10,8	12,09	15,8	17,80
1	0,89	6	6,60	11	12,31	16	18,03
1,2	1,12	6,2	6,83	11,2	12,54	16,2	18,26
1,4	1,34	6,4	7,06	11,4	12,77	16,4	18,49
1,6	1,57	6,6	7,29	11,6	13,00	16,6	18,71
1,8	1,80	6,8	7,52	11,8	13,23	16,8	18,94
2	2,03	7	7,74	12	13,46	17	19,17
2,2	2,26	7,2	7,97	12,2	13,69	17,2	19,40
2,4	2,49	7,4	8,20	12,4	13,91	17,4	19,63
2,6	2,72	7,6	8,43	12,6	14,14	17,6	19,86
2,8	2,94	7,8	8,66	12,8	14,37	17,8	20,09
3	3,17	8	8,89	13	14,60	18	20,31
3,2	3,40	8,2	9,12	13,2	14,83	18,2	20,54
3,4	3,63	8,4	9,34	13,4	15,06	18,4	20,77
3,6	3,86	8,6	9,57	13,6	15,29	18,6	21,00
3,8	4,09	8,8	9,80	13,8	15,51	18,8	21,23
4	4,32	9	10,03	14	15,74	19	21,46
4,2	4,54	9,2	10,26	14,2	15,97	19,2	21,69
4,4	4,77	9,4	10,49	14,4	16,20	19,4	21,91
4,6	5,00	9,6	10,72	14,6	16,43	19,6	22,14
4,8	5,23	9,8	10,94	14,8	16,66	19,8	22,37
5	5,46	10	11,17	15	16,89	20	22,60
5,2	5,69	10,2	11,40	15,2	17,11		