

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS		Código	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): ANYI TATIANA APELLIDOS: MOJICA GALLO

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR:

NOMBRE(S): OSCAR ALBERTO APELLIDOS: DALLOS LUNA

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PASANTIA COMO AUXILIAR TÉCNICO ACADÉMICO EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES EN EL ÁREA DE GEOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

RESUMEN

Este proyecto se basó en la pasantía como auxiliar técnico académico en el laboratorio de suelos civiles en el área de geotecnia de la Universidad Francisco de Paula Santander. Para ello, se implementó una investigación tipo descriptiva. La información fue suministrada por el Laboratorio. La población y muestra correspondió a los alumnos de Ingeniería Civil, Tecnología en obras Civiles, Ingeniería de Minas y a los 8 profesores del área de geología. Se logró brindar apoyo técnico-administrativo a los alumnos que adelantan prácticas de laboratorio en el área de Geotecnia. Posteriormente, se hizo presencia en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados o laboratorios. Finalmente, se proporcionaron asesorías a los estudiantes de tecnología en obras civiles, presencial y a distancia.

PALABRAS CLAVE: Auxiliar técnico académico, laboratorio de suelos, geotecnia.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 76 PLANOS: _____ ILUSTRACIONES: _____ CD ROOM: 1

Copia No Controlada

PASANTIA COMO AUXILIAR TÉCNICO ACADÉMICO EN EL LABORATORIO DE
SUELOS CIVILES EN EL ÁREA DE GEOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER

ANYI TATIANA MOJICA GALLO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

PASANTIA COMO AUXILIAR TÉCNICO ACADÉMICO EN EL LABORATORIO DE
SUELOS CIVILES EN EL ÁREA DE GEOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER

ANYI TATIANA MOJICA GALLO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Tecnólogo en Obras Civiles

Director:

OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

Licenciado en Educación Énfasis Áreas Tecnológicas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022



ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO
TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

HORA: 8:00 a.m

FECHA: 24/08/ 2022

LUGAR: EDIFICIO FUNADORES UFPS

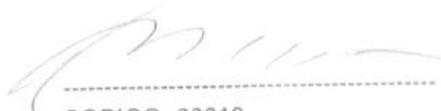
JURADOS: ING. CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA
ING. RICARDO ZARATE CABALLERO

TITULO DEL PROYECTO: "PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES EN EL AREA DE GEOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD
FRANCISCO DE PAULA SANTANDER"

DIRECTOR: ING. OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
ANYI TATIANA MOJICA GALLO	1921550	4.4 (aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS



CODIGO: 03919
CARLOS H. FLOREZ GONGORA



CODIGO: 00103
RICARDO ZARATE CABALLERO



VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

Contenido

	pág.
Introducción	13
1. Problema	14
1.1 Título	14
1.2 Planteamiento del Problema	14
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación	15
1.5 Alcances y Limitaciones	16
1.5.1 Alcances	16
1.5.2 Limitaciones	16
1.6 Delimitaciones	16
1.6.1 Delimitación espacial	16
1.6.2 Delimitación temporal	16
1.6.3 Delimitación conceptual	17
2. Marco Referencial	18
2.1 Antecedentes	18
2.2 Marco Conceptual	19
2.3 Marco Teórico	19
2.4 Marco Contextual	20
2.5 Marco Legal	20

3. Diseño Metodológico	21
3.1 Tipo de Investigación	21
3.2 Población y Muestra	21
3.3 Instrumentos para la Recolección de Información	21
3.3.1 Información primaria	21
3.3.2 Información secundaria	22
3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	22
3.5 Presentación y Análisis de los Resultados	22
4. Actividades Cumplidas en el Proyecto	23
4.1 Actividades Técnico Académicas	23
4.2 Asesoría a los Estudiantes que Adelantan Prácticas en el Laboratorio de Suelos Civiles	24
4.3 Ensayos Realizados en el Laboratorio de Suelos Civiles	24
4.4 Asistencia Servicios	58
4.4.1 Servicio de atención al estudiante	58
4.5 Registro general de Ensayos Ejecutados en el Laboratorio de Suelos Civiles	61
4.5.1 Ensayo de Límites de Atterberg	61
4.5.2 Ensayo para el análisis granulométrico de los suelos por tamizado	62
4.5.3 Ensayo para determinar la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75µm (No.200) en los agregados	63
4.5.4 Ensayo de relación de soporte del suelo en el laboratorio (CBR de laboratorio)	63
4.5.5 Ensayo para la determinación en el laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo, roca y mezclas de suelos – agregado	64
4.5.6 Ensayo para determinar la densidad y absorción de los agregados	65

4.5.7 Relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)	66
4.5.8 Existencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½”) por medio de la máquina de los ángeles INV E – 218 – 13	66
4.5.9 Determinación de la gravedad específica de las partículas sólidas de los suelos y de la llenante mineral, empleando un picnómetro con agua	67
4.5.10 Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena i.n.v. e – 161-13	68
4.5.11 Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (cd) INV E – 154 – 13	69
5. Conclusiones	71
6. Recomendaciones	72
Referencias Bibliográficas	73
Anexos	74

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Degradación del agregado durante el ensayo	25
Figura 2. Masa de la carga y cantidad de esferas según la granulometría	26
Figura 3. Granulometría de las muestras de ensayo	26
Figura 4. Esferas de acero	27
Figura 5. Estados del suelo	29
Figura 6. Requisitos sobre la masa mínima de los especímenes de ensayo y la lectura de las balanzas	32
Figura 7. Masa mínima de la muestra de ensayo según el tamaño máximo nominal de la partícula	35
Figura 8. Cantidades de masa mínima según el tamaño máximo nominal de la muestra	36
Figura 9. Masa recomendada para la muestra de ensayo	38
Figura 10. Ensayo de penetración	40
Figura 11. Medida de expansión axial	41
Figura 12. Curvas penetración – esfuerzo	42
Figura 13. Determinación del CBR para un rango de humedades y densidades secas	43
Figura 14. Métodos para realizar el ensayo modificado de compactación	45
Figura 15. La placa de base	50
Figura 16. Tamaño máximo de partículas	51
Figura 17. Obtención de la muestra	52
Figura 18. Cono y placa	53
Figura 19. Caja para el ensayo de corte directo	56
Figura 20. Ensayo de límites	62

Figura 21. Ensayo de granulometría	62
Figura 22. Ensayo tamiz No 200	63
Figura 23. Ensayo CBR	64
Figura 24. Ensayo de humedad	65
Figura 25. Ensayo densidad y absorción	65
Figura 26. Ensayo modificado de compactación	66
Figura 27. Ensayo maquina de los ángeles	67
Figura 28. Ensayo de gravedad especifica y baño maría	68
Figura 29. Ensayo de cono y arena	69
Figura 30. Ensayo de corte directo	70

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Atención al estudiante	58

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Mapa geológico de Cúcuta (cuadrángulo g-139)	75

Resumen

Este proyecto se basó en la pasantía como auxiliar técnico académico en el laboratorio de suelos civiles en el área de geotecnia de la Universidad Francisco de Paula Santander. Para ello, se implementó una investigación tipo descriptiva, ya que estas investigaciones apuntan a describir un fenómeno, proceso o situación mediante el estudio de este, en una circunstancia determinada en el espacio y el tiempo. La información fue suministrada por el Laboratorio, además de la información referente a la base de datos que posee esta dependencia, la cual sirve de base para recolectar lo faltante. La población y muestra correspondió a los alumnos de Ingeniería Civil, Tecnología en obras Civiles, Ingeniería de Minas, siendo aproximadamente quinientos alumnos por semana y a los 8 profesores del área de geología quienes conforman la parte docente de las ingenierías de la Universidad Francisco de Paula Santander. Se lograron establecer las actividades dirigidas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander. Seguidamente, se brindó el técnico-administrativo a los alumnos que adelantan prácticas de laboratorio en el área de Geotecnia. Posteriormente, se hizo presencia en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados o laboratorios, así como en actividades asociadas. Finalmente, se proporcionaron asesorías a los estudiantes de tecnología en obras civiles, modalidad presencial y distancia e ingeniería civil que realizan prácticas de Geotecnia.

Introducción

El laboratorio de suelos civiles de la universidad Francisco de Paula Santander presta sus servicios, tanto a la comunidad universitaria, así como a la comunidad en general, brindando su experiencia y compromiso en la ejecución de ensayos de laboratorio.

La Resistencia de Materiales es de gran importancia en el campo de la ingeniería, ya que proporciona los criterios necesarios para el análisis de esfuerzos y deformaciones de sistemas mecánicos, lo cual es fundamental para el diseño, análisis de falla y evaluación de elementos mecánicos.

Las prácticas de laboratorio realizadas por parte de los estudiantes adscritos a la facultad de ingeniería comprenden los ensayos respectivos en cada una de las asignaturas programadas por el plan de estudios durante el primer semestre del 2022.

1. Problema

1.1 Título

PASANTIA COMO AUXILIAR TÉCNICO ACADÉMICO EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES EN EL ÁREA DE GEOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.

1.2 Planteamiento del Problema

La Universidad Francisco de Paula Santander, es un centro de formación integral de profesionales, para una región que exige un alto grado de calificación de su obra de mano y, excelente nivel cognoscitivo para liderar las obras sociales y de infraestructura, que tiendan a conseguir el progreso de la ciudad, región o país.

En razón a la demanda de trabajo que se presenta en el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, se ha solicitado la asignación de un estudiante de último semestre de Tecnología en Obras Civiles para la ejecución de diferentes funciones administrativas y como apoyo para los estudiantes de Obras Civiles modalidad presencial y distancia con el fin de brindarles las herramientas necesarias para avanzar en su camino profesional. Con esta labor se permite un mejor avance y desempeño en el laboratorio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Realizar las actividades correspondientes a la Pasantía como Auxiliar Técnico Administrativo en el Laboratorio de Suelos Civiles en el área de Geotecnia de la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.3.2 Objetivos específicos. Los objetivos específicos se muestran a continuación:

Establecer las actividades que vayan encauzadas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Proveer apoyo técnico-administrativo a los alumnos que adelantan prácticas de laboratorio en el área de Geotecnia.

Asistir en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados o laboratorios, así como en actividades asociadas.

Brindar asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles, modalidad presencial y distancia e ingeniería civil que realizan prácticas de Geotecnia.

1.4 Justificación

Es notorio que la falta de conocimientos sobre suelos genere un déficit en la formación técnica de los profesionales; el Proyecto Educativo Institucional, considera como objetivo fundamental la labor académica, concebida como el desarrollo de la actividad práctica e investigativa de la Universidad Francisco de Paula Santander, la capacitación del hombre en su actitud responsable frente a los hechos y deberes sociales como persona, apoyados en el alcance de la investigación y extensión a la comunidad.

La realización de las pasantías en el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander contribuye a un excelente cumplimiento de los propósitos pactados y a dar una solución más efectiva a los problemas allí presentados.

1.5 Alcances y Limitaciones

1.5.1 Alcances. Este proyecto tiene como propósito satisfacer las necesidades que surjan en el laboratorio de suelos civiles en el transcurso del primer semestre académico del 2022 y dejar al servicio de la comunidad estudiantil, los conocimientos adquiridos dentro de la institución, brindando la asistencia técnica para la realización de los diferentes proyectos, que tengan como fin determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre y, responder a los compromisos adquiridos por la Universidad.

1.5.2 Limitaciones. Este proyecto estará sujeto directamente a la programación y el cronograma de trabajo específico elaborado por el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander y el director de pasantía para la ejecución de los diferentes proyectos. La movilización para la toma de muestras dependerá de la asignación dada al laboratorio de suelos civiles y la división de servicios académicos.

1.6 Delimitaciones

1.6.1 Delimitación espacial. El proyecto se desarrollará dentro de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el laboratorio de suelos civiles, ubicado en el edificio térreos. Las funciones técnico-administrativas de esta pasantía se realizarán en el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, dónde se llevarán a cabo las labores descritas.

1.6.2 Delimitación temporal. Esta pasantía se realizará durante el primer semestre académico del año 2022.

1.6.3 Delimitación conceptual. Se trabajará a partir de conceptos claves como son:

Mecánica de suelos.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Pérez (2010). “Asistente Técnico Administrativo de Proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía”. La pasantía se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, donde le permitió al estudiante vincularse al desarrollo de las actividades propias del desempeño profesional de un tecnólogo en Obras Civiles. Estas actividades se encaminan a brindar asistencia técnico-administrativa en las labores que adelanta el Laboratorio, en materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso.

Piedrahita (2004). “Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía”. El proyecto educativo institucional considera como objetivo fundamental la labor académica concebida como el desarrollo de la actividad práctica e investigativa de la Universidad Francisco de Paula Santander, la capacitación del hombre en su actitud responsable frente a los hechos y deberes sociales como persona, apoyados en el alcance de la investigación y extensión a la comunidad.

Vega (2005). “Pasantía caracterización de la malla vial de las comunas 3 y 4 de la ciudad san José de Cúcuta”. Esta pasantía se desarrolló en Planeación Municipal de San José de Cúcuta, y se trabajó, como Tecnólogo en obras civiles, en actividades de inspección visual de daños de las vías de acceso y circulación de la comuna 3 y 4; consistía en hacer levantamientos de las vías pavimentadas en los diferentes pavimentos, para crear una base de datos estadísticos acerca del estado actual de la malla vial.

2.2 Marco Conceptual

Limite líquido. Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico

Limite de pegajosidad. Es el contenido de humedad con el cual el suelo comienza a pegarse a las superficies metálicas tales como la cuchilla de la espátula

Mecánica de suelos. Es el nombre dado a la interpretación científica del comportamiento del suelo. Puede definirse como la ciencia que trata con todos fenómenos que afectan el comportamiento del suelo.

Limite plástico. Es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

2.3 Marco Teórico

Importancia de las pruebas de laboratorio. Las pruebas de laboratorio constituyen nuestra herramienta para dilucidar las condiciones en las que trabajaría la constructora, dándonos mediante la realización de diferentes ensayos las propiedades de los suelos y la resistencia de los materiales a utilizar, y el estado en que se encuentra y de esta forma, poder aplicar la teoría que mejor se ajuste a este entorno. En la mecánica de suelos este es el procedimiento más común para seguir. En la actualidad la mecánica de suelos tiene tres tareas: primero, en base a ensayos de laboratorio, suministrar los datos numéricos necesarios para el diseño técnicamente correcto y económico de las obras; segundo, realizar ensayos de campo y observaciones durante el proceso de la construcción, y tercero, realizar observaciones en la obra concluida.

Al encontrarse las pruebas de laboratorio muy al inicio del estudio de un problema geotécnico, es realmente importante que se realicen con profesionalismo y responsabilidad, pues estas aportarán datos representativos del material térreo. Igualmente, importante es la toma de estas muestras y la conveniente ubicación de los apiques de donde se extraerán, de forma que sean realmente muestras que identifiquen la totalidad del material que se verá comprometido. Todo esto permitirá resultados eficientes y considerables ahorros de tiempo y dinero.

2.4 Marco Contextual

La pasantía se realiza en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el Laboratorio de Suelos Civiles, ubicado en el edificio de Aulas Téreos, ubicado a un costado de la cancha de futbol. Se les brinda asistencia técnica a los alumnos de Ingeniería Civil, tecnología en Obras Civiles, Ingeniería de Minas, Ingeniería Civil.

2.5 Marco Legal

El Consejo Superior Universitario de la U.F.P.S, estableció el Estatuto estudiantil el día 26 de agosto de 1996, mediante el acuerdo N.º 065, donde el artículo 140, define las diferentes opciones que tiene el estudiante para realizar su trabajo de grado, que contempla posibles proyectos, como los trabajos de investigación y sistematizaron del conocimiento o proyectos de extensión como las pasantías, trabajo de grado y reglamentado por el acuerdo 069 del 5 de septiembre de 1997, Inciso F de este acuerdo.

Inciso F: Pasantía: Rotación o permanencia del estudiante en una comunidad o institución, en la cual, bajo la dirección de un profesional experto en el área de trabajo, realiza actividades propias de la profesión, adquiriendo destreza y aprendizaje que contemplan su formación

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

En el proyecto a desarrollar se aplica una investigación descriptiva ya que estas investigaciones apuntan a describir un fenómeno, proceso o situación mediante el estudio de este, en una circunstancia determinada en el espacio y el tiempo.

El trabajo se aplica, recolectando información, para su adecuado tratamiento y aplicación en cada caso respectivamente y poder tomar la mejor decisión para resolver el problema que se presente.

3.2 Población y Muestra

Se les brinda asistencia técnica a los alumnos de Ingeniería Civil, Tecnología en obras Civiles, Ingeniería de Minas, siendo aproximadamente quinientos alumnos por semana y a los 8 profesores del área de geología quienes conforman la parte docente de las ingenierías de la Universidad Francisco de Paula Santander.

3.3 Instrumentos para la Recolección de Información

Para la recolección de información, se utiliza formatos de captura de los diferentes datos obtenidos, ya sea en el terreno objeto de estudio o en el laboratorio de suelos civiles.

3.3.1 Información primaria. Es la información obtenida directamente del Laboratorio, además de la información referente a la base de datos que posee esta dependencia, la cual sirve de base para recolectar lo faltante.

3.3.2 Información secundaria. La información secundaria, consiste en aquella suministrada por los encargados del desarrollo del proyecto, asesorías, bibliografía especializada, normas y el director de proyecto.

3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos

En el análisis procesamiento de datos, se deben tener en cuenta las observaciones realizadas durante los respectivos ensayos.

1. Ensayo de Humedad
2. Ensayo de Granulometría
3. Masa unitaria
4. Peso unitario
5. Densidad específica
6. Lavado sobre tamiz 200
7. Proctor
8. CBR

3.5 Presentación y Análisis de los Resultados

La información se presentará por medio de fotografías, tablas y gráficos, lo cual permitirá interpretar y comprender el comportamiento de los suelos, por medio de ensayos realizados en el laboratorio de suelos civiles.

4. Actividades Cumplidas en el Proyecto

4.1 Actividades Técnico Académicas

Se llevo a cabo la adecuación del laboratorio de suelos civiles con la finalidad de entregar un ambiente óptimo y adecuado para la realización de los ensayos. En esta dicha adecuación se ejecutaron las siguientes actividades:

- Limpieza.
- Verificación del estado de los equipos de trabajo.
- Adecuación del ambiente de trabajo.

Entrega y recolección de los equipos y el material necesario para la realización cada una de las prácticas de laboratorio correspondientes a las materias:

- Diseño de mezclas.
- Geotecnia I, II y III.
- Materiales de construcción.
- Materiales.
- Pavimentos.
- Introducción a los pavimentos

Para ejecutar la entrega de los equipos y materiales solicitados por cada grupo de estudiantes para el desarrollo de un ensayo determinado se realiza la solicitud de un carnet estudiantil actualizado de un representante del grupo a fin de llevar un control del manejo y préstamo de los

mismos de cada grupo, finalizado el ensayo, se verifica su limpieza y buen estado, para evitar contratiempos, incidentes, daños y/o reclamos de los alumnos por retención, multa o sanción por daños.

4.2 Asesoría a los Estudiantes que Adelantan Prácticas en el Laboratorio de Suelos Civiles

Se les presta asesoría a los estudiantes que cursan las asignaturas:

- Geotecnia I, II y III.
- Materiales de construcción.
- Diseño de mezclas.
- Materiales.
- Introducción a los pavimentos.
- Pavimentos.

Materias adscritas a la Facultad de Ingeniería civil, Tecnología en Obras Civiles y Ingeniería Ambiental en la modalidad presencial y distancia. La asesoría que se brinda es sobre temas relacionados con la metodología y el desarrollo de los laboratorios correspondientes basándonos en lo establecido en las normas de Invias.

4.3 Ensayos Realizados en el Laboratorio de Suelos Civiles

Resistencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½") por medio de la máquina de los ángeles INV E – 218 – 13.

Este ensayo mide la degradación de un agregado pétreo con una composición granulométrica definida, como resultado de una combinación de acciones que incluyen la abrasión, impacto y molienda en un tambor de acero rotatorio que contiene un número determinado de esferas metálicas, el cual depende de la granulometría de la muestra de ensayo. A medida que gira el tambor, una pestaña de acero recoge la muestra y las esferas de acero y las arrastra hasta que caen por gravedad en el extremo opuesto del tambor, creando un efecto de impacto y trituración. Entonces, la muestra y las esferas ruedan dentro del tambor, hasta que la pestaña las levanta y se repite el ciclo. Tras el número especificado de revoluciones, se retira el contenido del tambor y se tamiza la porción de agregado para medir la degradación, como un porcentaje de pérdida.

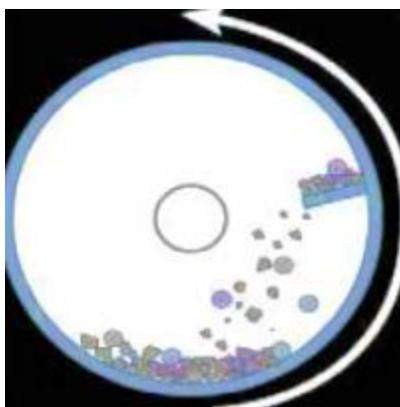


Figura 1. Degradación del agregado durante el ensayo

Fuente: INVIAS (2013).

Este ensayo se ha usado ampliamente como un indicador de la calidad relativa o la competencia de diferentes fuentes de agregados pétreos de similares composiciones mineralógicas. Los resultados no brindan automáticamente comparaciones válidas entre fuentes marcadamente diferentes en origen, composición, estructura. Los límites de las especificaciones deben ser asignados con extrema precaución, considerando los tipos de agregados disponibles y

su comportamiento histórico en aplicaciones específicas.

GRANULOMETRÍA	NÚMERO DE ESFERAS	MASA DE LA CARGA, g
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Figura 2. Masa de la carga y cantidad de esferas según la granulometría

Fuente: INVIAS (2013).

Se elige la granulometría más parecida a la del agregado que se va a usar en la obra. Se separa la muestra reducida en fracciones indicadas en la tabla, de acuerdo con la granulometría elegida.

TAMAÑOS DE TAMIZ		MASAS DE LAS DIFERENTES FRACCIONES, g			
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	GRANULOMETRÍAS			
		A	B	C	D
37.5 (1½")	25.0 (1")				
25.0 (1")	19.0 (¾")	1250 ± 25			
19.0 (¾")	12.5 (½")	1250 ± 25			
12.5 (½")	9.5 (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5 (3/8")	6.3 (¼")	1250 ± 10	2500 ± 10	2500 ± 10	
6.3 (¼")	4.75 (No. 4)			2500 ± 10	
4.75 (No.4)	2.36 (No. 8)				5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Figura 3. Granulometría de las muestras de ensayo

Fuente: INVIAS (2013).



Figura 4. Esferas de acero

Cálculos. El resultado del ensayo es la diferencia entre la masa original y la masa final de la muestra ensayada pasada por el tamiz N° 12, expresada como tanto por ciento de la masa original.

$$\% \text{ pérdidas} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

Donde:

P₁: masa de la muestra seca antes del ensayo en gr

P₂: masa de la muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre el tamiz

No 12

Límites de Atterberg. Los límites de Atterberg (límites de consistencia de suelos de grano fino) fueron desarrollados a comienzos del siglo XX por el podólogo sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916).

Atterberg trabajaba en la industria de la cerámica y había desarrollado pruebas sencillas para describir la plasticidad de una arcilla, importante propiedad para el modelado y evitar la

contracción y agrietamiento cuando se hornea.

La consistencia de los suelos cohesivos cambia significativamente cuando se adiciona agua o están en presencia de ella. Un suelo cohesivo seco tiende a ser duro y firme, pero cuando se le adiciona agua, su consistencia cambia y se torna suave y maleable.

La plasticidad de una arcilla es consecuencia de varios parámetros: la morfología; la cual es generalmente laminar, el tamaño extremadamente pequeño que aumenta el área superficial, la capacidad de hinchamiento que se asocia a la cantidad de deficiencia de carga de la estructura de la arcilla que controla la habilidad de ella de atraer iones y agua (también asociado a la capacidad de Intercambio catiónico). La plasticidad de un suelo es controlada por el contenido de minerales arcillosos: el tipo de mineral y la cantidad presente.

Atterberg observó que las arcillas mezcladas con gran cantidad de agua formaban un fluido apenas viscoso. Con menor cantidad de agua se volvía un fluido con una cierta rigidez que se tornaba pegajoso. Con la evaporación de mayor cantidad de agua la pegajosidad desaparecía y la arcilla podía ser deformada como se quisiera. Existía entonces un punto donde, con el incremento de la evaporación, la propiedad de ser deformada se perdía. De aquí estableció distintos estados de consistencia de los suelos plásticos.



Figura 5. Estados del suelo

Fuente: INVIAS (2013).

Límite de Retracción. (LR o w_s). Es el límite en el cual, un suelo ante procesos de secado y liberación de agua no experimenta cambios volumétricos.

Límite Plástico. (LP o w_p). Es el contenido de agua donde el suelo cambia de consistencia semi-sólida a plástica.

Límite Líquido. (LL o w_L). Es el contenido de agua por encima del cual el suelo cambia su comportamiento o consistencia, pasa de plástico a líquido.

Índice de Plasticidad. (I.P. o I_p). Es el rango de contenido de humedad donde el suelo presenta un comportamiento plástico.

La relación existente entre el Límite Líquido y el Índice de Plasticidad ofrece una valiosa información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. Existe una gran variación entre los límites de Atterberg de diferentes arcillas e incluso

para un mismo mineral arcilloso, esta variación se debe a la morfología y tamaño del cristal, cuanto más pequeña e imperfecta sea la estructura, más plástico es el material.

Determinación del límite líquido de los suelos INV E – 125 – 13. Este método cubre la determinación del límite líquido de un suelo mediante la elaboración de una curva de flujo, resultado de la determinación de tres puntos con la ayuda del equipo de Casagrande.

El límite líquido es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, que delimita la transición entre el estado líquido y plástico de un suelo. El límite líquido se define como el contenido de agua necesario para que la ranura de un suelo ubicado en el equipo de Casagrande se cierre después de haberlo dejado caer 25 veces desde una altura de 10 mm.

Cálculos:

$$\text{Contenido de agua} = \frac{\text{Masa del agua}}{\text{Masa del suelo secado al horno}} \times 100$$

Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos INV E – 126 – 13.

El límite plástico se determina presionando de manera repetida una pequeña porción de suelo húmedo, de manera de formar rollos de 3.2 mm (1/8") de diámetro, hasta que su contenido de agua se reduce a un punto en el cual se produce el agrietamiento y/o desmoronamiento de los rollos. El límite plástico es la humedad más baja con la cual se pueden formar rollos de suelo de este diámetro, sin que ellos se agrieten o desmoronen.

El índice de plasticidad se calcula sustrayendo el límite plástico del límite líquido.

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.

Cálculo del índice de plasticidad:

IP: $LL - LP$.

Se calcula el promedio de los dos contenidos de agua (tanteos del límite plástico) y el valor obtenido se redondea al entero más cercano. Este valor es el límite plástico (LP). El ensayo se deberá repetir, si la diferencia entre los límites plásticos de los dos tanteos supera el rango de aceptabilidad para los resultados de dos ensayos, efectuados por un solo operador; es decir, 1.4 puntos porcentuales (2.8×0.5).

$$IP = LL - LP$$

IP: índice de plasticidad

LL: límite líquido

LP: límite plástico

Tanto el LL como el LP son números enteros. Si el límite líquido o el plástico no se pueden determinar, o si el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido, se informará que el suelo es no plástico.

Contenido de Humedad INV E – 122 - 13. Este método consiste en la determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad), por masa, de suelo, roca, y mezclas de suelo-agregado.

La norma exige el secado del material en un horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$).

Se lleva una muestra del material húmedo a un horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$) y se seca hasta alcanzar una masa constante. Se considera que la masa perdida a causa del secado es agua y que la masa remanente corresponde a la muestra seca. El contenido de agua se calcula relacionando la masa de agua en la muestra húmeda con la masa de la muestra seca.

La masa mínima del espécimen del material húmedo seleccionado como representativo del total de la muestra, se debe escoger en función (1) del tamaño máximo de partícula que haya sido determinado por examen visual, y (2) del método adoptado para el registro de los datos (Método A o Método B). La masa mínima de la muestra y la capacidad de lectura que debe tener la balanza utilizada para pesar las muestras, deberán estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla:

TAMAÑO MÁXIMO DE PARTÍCULA (PASA 100 %)		MÉTODO A		MÉTODO B	
		CONTENIDO DE AGUA REGISTRADO CON APROXIMACIÓN DE $\pm 1\%$		CONTENIDO DE AGUA REGISTRADO CON APROXIMACIÓN DE $\pm 0.1\%$	
TAMAÑO TAMIZ (MM)	TAMAÑO TAMIZ ALTERNATIVO	MASA DEL ESPÉCIMEN	LECTURA DE LA BALANZA (g)	MASA DEL ESPÉCIMEN	LECTURA DE LA BALANZA (g)
75.0	3"	5 kg	10	50 kg	10
37.5	1½"	1 kg	10	10 kg	10
19.0	¾"	250 g	1	2.5 kg	1
9.5	3/8"	50g	0.1	500 g	0.1
4.75	No. 4	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00	No. 10	20 g	0.1	20 g	0.01

Figura 6. Requisitos sobre la masa mínima de los especímenes de ensayo y la lectura de las balanzas

Fuente: INVIAS (2013).

Si los datos obtenidos al pesar las muestras se van a emplear en el cálculo de otras relaciones, tales como pesos unitarios totales o secos, las masas de especímenes hasta de 200 g se deberán determinar usando una balanza con precisión de 0.01 g

Cálculos:

Se calcula el contenido de agua del material con la fórmula:

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

w: contenido de humedad en %.

W_1 : masa del recipiente con el espécimen húmedo, gr.

W_2 : masa del recipiente con el espécimen seco, gr.

W_3 : masa del recipiente, gr.

W_w : masa del agua gr.

W_s : masa de las partículas sólidas gr.

Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino INV E – 213 – 13. Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados grueso y fino de un material, por medio de tamizado.

Este método se usa, principalmente, para determinar la granulometría de los materiales propuestos como agregados o que se están usando como tales. Los resultados se emplean para determinar el cumplimiento de las especificaciones en relación con la distribución de partículas y

para suministrar los datos necesarios para el control de la producción de los agregados y de las mezclas que los contengan. Los datos pueden servir, también, para el estudio de relaciones referentes a la porosidad y al empaquetamiento entre partículas.

Una muestra de agregado seco, de masa conocida, se separa a través de una serie de tamices de aberturas progresivas más pequeñas, con el fin de determinar la distribución de los tamaños de sus partículas.

Las muestras para los ensayos se deben obtener de acuerdo con la norma INV E 201. El tamaño de la muestra debe ser el indicado en dicha norma o cuatro veces la cantidad requerida en los siguientes apuntes.

Agregado fino. Después de secada, la muestra de agregado fino para el análisis granulométrico deberá tener una masa mínima de 300gr.

Agregado grueso. La masa mínima de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secada, depende del tamaño máximo nominal del agregado, como se indica en la siguiente figura:

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL TAMICES CON ABERTURAS CUADRADAS mm (pg.)	MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO Kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (½)	2 (4)
19.0 (¾)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1½)	15 (33)
50.0 (2)	20 (44)
63.0 (2½)	35 (77)
75.0 (3)	60 (130)
90.0 (3½)	100 (220)
100.0 (4)	150 (330)
125.0 (5)	300 (660)

Figura 7. Masa mínima de la muestra de ensayo según el tamaño máximo nominal de la partícula

Fuente: INVIAS (2013).

Determinación de la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 µm (no. 200) en los agregados pétreos mediante lavado INV E – 214 – 13. Esta norma describe el procedimiento para determinar la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en un agregado. Durante el ensayo, se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz de 75 µm (No.200), tales como limo, arcilla, polvo de los agregados y materiales solubles en el agua.

Se lava de una manera prescrita una muestra de agregado, ya sea usando agua pura o agua con un agente humectante. El agua decantada, la cual contiene material suspendido y disuelto, se pasa a través del tamiz de 75 µm (No. 200). La pérdida de masa como resultado del tratamiento de lavado, se calcula como porcentaje de la masa seca de la muestra original y se presenta en el

informe como el porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200) obtenido por lavado.

El proceso de selección de la cantidad a ensayar debe seguir cualquiera de los métodos de cuarteo existentes.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	MASA MÍNIMA (g)
4.75 mm (No. 4) o menor	300
Mayor de 4.75 mm (No. 4), hasta 9.5 mm (3/8")	1000
Mayor de 9.5 mm (3/8"), hasta 19.0 mm (3/4")	2500
Mayor de 19.0 mm (3/4")	5000

Figura 8. Cantidades de masa mínima según el tamaño máximo nominal de la muestra

Fuente: INVIAS (2013).

La muestra para el ensayo será el resultado final de la operación de reducción; por lo tanto, no se intentará conseguir una masa exacta y predeterminada de la muestra.

Cálculos:

Se calcula la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200), por lavado, de la siguiente forma:

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$

A: Porcentaje del material fino que pasa por el tamiz #200 obtenido por lavado.

B: masa original de la muestra seca, gr.

C: masa de la muestra seca después del lavado, gr.

Determinación de la gravedad específica de las partículas sólidas de los suelos y de la llenante mineral, empleando un picnómetro con agua. Esta norma de ensayo se utiliza para determinar la gravedad específica de los suelos que pasan el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y de la llenante mineral de las mezclas asfálticas (filler), empleando un picnómetro.

Gravedad específica de las partículas sólidas del suelo, G_s – Es la relación entre la masa de un cierto volumen de sólidos a una temperatura dada y la masa del mismo volumen de agua destilada y libre de gas a igual temperatura. La temperatura generalmente usada como referencia es 20° C.

La gravedad específica de los sólidos de un suelo se usa en casi toda ecuación que exprese relaciones de fases de aire, agua y sólidos en un volumen dado de material. El término partículas sólidas, como se usa en ingeniería geotécnica, hace relación a las partículas minerales que aparecen naturalmente y que prácticamente no son solubles en agua. Por lo tanto, la gravedad específica de materiales que contengan sustancias extrañas (como cemento, cal, etc.), materiales solubles en agua (como cloruro de sodio) y suelos que contengan sustancias con gravedad específica menor de uno, requieren un tratamiento especial (nota 1) o una definición diferente de la gravedad específica.

Se debe tener especial cuidado en obtener muestras representativas para la determinación de la gravedad específica de los sólidos del suelo que pase el tamiz de 4.75 mm (No. 4). La muestra de suelo se puede ensayar con su humedad natural o se puede secar al horno. La Tabla 128 - 1 presenta una guía en relación con la masa de suelo seco y el volumen del picnómetro por utilizar, dependiendo del tipo de suelo.

TIPO DE SUELO	MASA DE LA MUESTRA SECA (g) CUANDO SE USA UN PICNÓMETRO DE 250 ml.	MASA DE LA MUESTRA SECA (g) CUANDO SE USA UN PICNÓMETRO DE 500 ml.
SP, SP-SM	60 ± 10	100 ± 10
SP-SC, SM, SC	45 ± 10	75 ± 10
Limo o arcilla	35 ± 5	50 ± 10

Figura 9. Masa recomendada para la muestra de ensayo

Fuente: INVIAS (2013).

Dos factores son importantes en relación con la cantidad de suelo por ensayar. Primero, la masa de los sólidos dividida por su gravedad específica produce cuatro dígitos significativos. Segundo, la mezcla del suelo con el agua es una lechada y no un fluido de alta viscosidad durante el proceso de desaireación.

Usando los datos de cada una de las cinco mediciones, se calcula el volumen calibrado de cada picnómetro (VP), empleando la siguiente ecuación:

$$V_p = \frac{M_{pw,c} - M_p}{\rho_{w,c}}$$

$M_{pw,c}$: Masa del picnómetro lleno de agua a la temperatura de calibración, g;

M_p : Masa promedio del picnómetro seco, g;

$\rho_{w,c}$: Densidad de masa del agua a la temperatura de calibración, g/cm³

Se calculan el promedio y la desviación estándar de las cinco determinaciones de volumen. La desviación estándar debe ser menor o igual a 0.05 cm³ (redondeada a dos cifras decimales). Si es mayor, significa que el procedimiento de calibración tuvo demasiada variabilidad y no producirá determinaciones exactas de la gravedad específica.

Cbr de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada INV E - 148 –

13. El ensayo se realiza, normalmente, sobre una muestra de suelo preparada en el laboratorio en determinadas condiciones de humedad y densidad. Los pesos unitarios secos de los especímenes corresponden, generalmente, a un porcentaje del peso unitario seco máximo obtenido en el ensayo de compactación (INV E-141) o en el ensayo modificado (INV E-142); pero, también se puede operar en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas en terreno.

El ensayo CBR se utiliza en el diseño de pavimentos. En el ensayo, un pistón circular penetra una muestra de suelo a una velocidad constante. El CBR se expresa como la relación porcentual entre el esfuerzo requerido para que el pistón penetre 2.54 o 5.08 mm (0.1 o 0.2") dentro de la muestra de ensayo, y el esfuerzo que se requirió para penetrar las mismas profundidades una muestra patrón de grava bien gradada. Este método se emplea para determinar el CBR de una muestra compactada en un molde especificado. Es de responsabilidad de quien exige la ejecución de nsayos de acuerdo con esta norma.



Figura 10. Ensayo de penetración

Este ensayo se emplea para evaluar la resistencia potencial del material de subrasante, subbase y base, incluyendo materiales reciclados, para su empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje. El valor del CBR obtenido, en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos flexibles.

Para aplicaciones en las cuales el efecto del contenido de agua de compactación sobre el CBR se desconoce, o en las cuales se desea tener en cuenta su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, usualmente el permitido para compactación en el campo, empleando las especificaciones existentes para tal fin. Luego de haber estado sumergido en agua por cuatro días y que se haya tomado sus lecturas de expansión axial se procede a ensayar a penetración la muestra.



Figura 11. Medida de expansión axial

Curva penetración–esfuerzo – Se calcula la presión aplicada por el pistón para cada penetración (dividiendo la carga aplicada por el área del pistón) y se dibuja una curva para obtener los esfuerzos de penetración a partir de los datos de prueba. Ocasionalmente, la curva resulta cóncava hacia arriba en su parte inicial, debido a irregularidades en la superficie del espécimen o a otras causas y, en tal eventualidad, el punto cero de la curva se debe ajustar como se muestra en la Figura. La corrección consiste en trazar una tangente a la curva en el punto de inflexión, cuya prolongación hasta el eje de abscisas definirá el nuevo origen de esa curva (penetración cero) para la determinación de las presiones correspondientes a 2.54 y 5.08 mm, como se indica más adelante. Se debe dibujar una curva por cada espécimen penetrado.

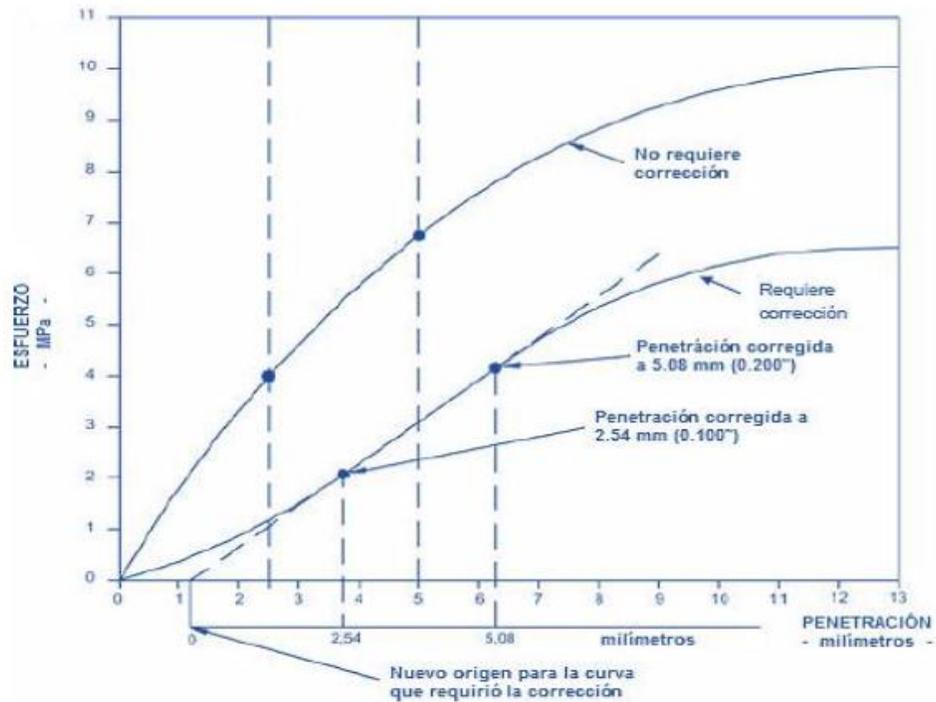


Figura 12. Curvas penetración – esfuerzo

Fuente: INVIAS (2013).

Densidad seca del espécimen antes de la inmersión (ρ_d):

$$\rho_d = \frac{M_{sac}}{V_m}$$

$$M_{sac} = \frac{M_{mws} - M_m}{(1 + w_{ac})}$$

Donde:

M_{sac} : Masa seca del suelo al ser compactado en el

molde, Mg o g;

Mmws: Masa húmeda del suelo compactado más la masa del molde, Mg o g;

Mm: Masa del molde, Mg o g;

wac: Contenido de agua de porciones representativas tomadas durante el proceso de compactación de cada espécimen.

Vm: Volumen del espécimen compactado en el molde, m³ o cm³

Expansión – La expansión de cada espécimen se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro del aparato medidor de expansión al inicio y al final de la inmersión. Este valor se reporta en tanto por ciento, con respecto a la altura inicial de la muestra en el molde, que es de 116.43 mm (4.58").

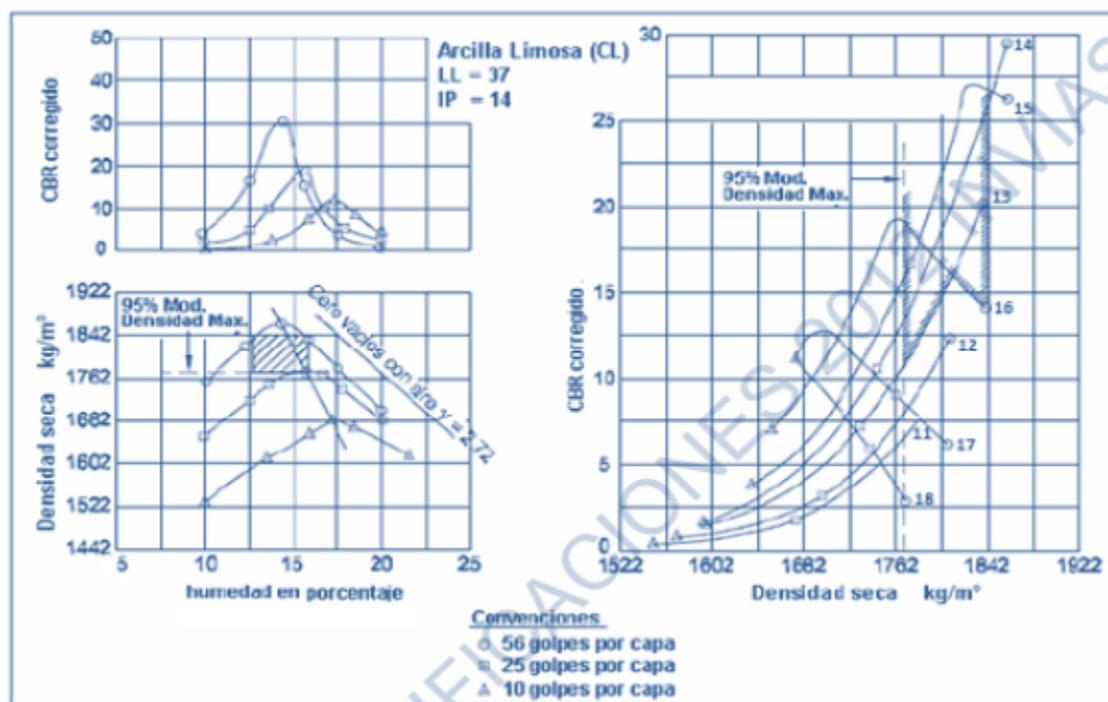


Figura 13. Determinación del CBR para un rango de humedades y densidades secas

Fuente: INVIAS (2013).

Relaciones humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación) INV E – 142 – 13. Los siguientes métodos de ensayo se emplean para determinar la relación entre la humedad y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6”) de diámetro, con un martillo de 44,48 N (10 lbf) que cae libremente desde una altura de 457,2 mm (18”), produciendo una energía de compactación aproximada de 2700 kN-m/m³.

Estos métodos se aplican a suelos con 30% o menos de su masa con tamaño mayor a 19,0 mm (3/4”) y que no hayan sido compactados previamente.

Esta norma presenta tres alternativas para la ejecución del ensayo. El método por utilizar deberá ser indicado en las especificaciones para el material por ensayar. Si la especificación no indica un método, la elección se deberá realizar en función de la granulometría del material. El molde de 154,4 mm (6”) de diámetro no se deberá usar con los métodos A y B. Se ha encontrado que los resultados varían ligeramente cuando el material se compacta con la misma energía en moldes de diferente tamaño, obteniéndose los mayores valores cuando se emplea el molde pequeño.

MÉTODO	A	B	C
DIÁMETRO DEL MOLDE	101.6 mm (4")	101.6 mm (4")	152.4 mm (6")
MATERIAL	Pasa tamiz de 4.75 mm (No. 4)	Pasa tamiz de 9.5 mm (3/8")	Pasa tamiz de 19.0 mm (3/4")
CAPAS	5	5	5
MÉTODO	A	B	C
GOLPES/CAPA	25	25	56
USO	Si 25 % o menos de la masa del material queda retenida en el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Sin embargo, si en este tamiz queda retenida entre 5 y 25 % de la masa, se puede usar el Método A, pero se requerirá la corrección por sobretamaños (Ver numeral 1.4) y, en este caso, el uso del Método A no reportará ninguna ventaja	Si 25 % o menos de la masa del material queda retenida en el tamiz de 9.5 mm (3/8"). Sin embargo, si en este tamiz queda retenida entre 5 y 25 % de la masa, se puede usar el Método B, pero se requerirá la corrección por sobretamaños (Ver numeral 1.4). En este caso, la única ventaja de usar el Método B en lugar del Método C, es que se necesita menos cantidad de muestra y el molde pequeño es más fácil de usar	Si 30 % o menos de la masa del material queda retenida en el tamiz de 19.0 mm (3/4") (Ver numeral 1.4)
OTRO USO	Si este requisito de granulometría no se puede cumplir, se deben usar los Métodos B o C	Si este requisito de granulometría no se puede cumplir, se debe usar el Método C	

Figura 14. Métodos para realizar el ensayo modificado de compactación

Fuente: INVIAS (2013).

Si la muestra de ensayo contiene más de 5 %, en masa, de sobre tamaños (fracción gruesa) y este material no se va a incluir en el ensayo, se deberán corregir el peso unitario y el contenido de agua de moldeo de la muestra de laboratorio o el peso unitario del espécimen del ensayo de densidad en el terreno, empleando la norma INV E-143.

Este método produce una curva de compactación con un peso unitario seco máximo bien definido, cuando se ensayan los suelos que no presentan drenaje libre. Si el suelo presenta drenaje libre, el peso unitario seco máximo no se puede definir con precisión.

Los suelos y mezclas de suelo-agregado usados como relleno en obras de ingeniería se compactan a cierto nivel, con el fin de lograr un comportamiento satisfactorio en términos de su resistencia al corte, su compresibilidad o su permeabilidad. Así mismo, los suelos de fundación se compactan a menudo para mejorar sus propiedades de ingeniería. Los ensayos de compactación en el laboratorio suministran la base para determinar el porcentaje de compactación y la humedad de moldeo necesaria para que el suelo alcance el comportamiento requerido.

Densidad húmeda de cada submuestra (PH).

$$\rho_H = K \times \frac{M_T - M_{MD}}{V}$$

ρ_H : densidad húmeda de la submuestra compactada (punto de compactación), cuatro dígitos significativos, g/cm³ o kg/m³

M_T : masa del suelo húmedo dentro del molde

M_{MD} : masa del molde compactación

V: volumen del molde cm^3 o m^3

K: constante de conversión que depende de las unidades de densidad y volumen

Usar 1, para g/cm^3 y volumen en cm^3

Usar 1000 para g/cm^3 y volumen en m^3

Usar 0.001 para kg/cm^3 y volumen en m^3

Usar 1000 para kg/m^3 y volumen en cm^3

Densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados en estado suelto y compacto INV E – 217 – 13. Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la densidad bulk (peso unitario) de agregados finos, gruesos o una mezcla de ambos, en condición suelta o compacta, y para calcular los vacíos con base en la misma determinación. El método es aplicable a materiales que tengan un tamaño máximo nominal menos o igual a 125 mm (5”).

Peso unitario es la terminología tradicional empleada para describir la propiedad determinada por este método de ensayo, el cual corresponde a un peso por unidad de volumen (más correctamente, masa por unidad de volumen o densidad).

Este método de prueba se emplea para determinar valores de densidad bulk que son utilizados por muchos métodos de selección de proporciones para mezclas de concreto.

Los valores obtenidos al aplicar esta norma se emplean en el estudio de las estructuras granulares de las mezclas asfálticas por el método Bailey.

La densidad bulk se puede usar, también, para determinar la relación masa/volumen para conversiones en acuerdos de compra y venta de agregados. Sin embargo, se desconoce la relación que pueda existir entre el grado de compactación de los agregados en una unidad de transporte o en una pila de acopio y la lograda en este método de prueba. Además, mientras generalmente los agregados en las unidades de transporte y en las pilas de acopio contienen humedad absorbida y superficial (esta última afecta el tamaño del material), este método de prueba determina una densidad bulk basada en condiciones en seco.

Cálculos:

Densidad de bulk – se calcula la densidad de bulk sea compacta (apisonada o vibrada) o suelta, con alguna de la siguiente expresión:

$$M = \frac{G - T}{V}$$

$$M = (G - T) \times F$$

Donde:

M: densidad de bulk del agregado, kg/m³

G: masa del agregado más el recipiente de medida, kg

T: masa del recipiente de medida kg

F: Factor de medida, 1/m³ (1/pe3).

V: volumen del recipiente de medida, m³

La densidad bulk que se determina en la prueba es en condición seca al horno. Si se desea obtener la densidad bulk en estado saturado y superficialmente seco (SSS), se sigue exactamente el mismo procedimiento descrito en esta norma y con la siguiente expresión se calcula la densidad bulk en estado SSS:

Donde:

$$M_{SSS} = M \left[1 + \left(\frac{A}{100} \right) \right]$$

M_{SSS}: Densidad bulk en condición SSS, kg/m³ (lb/pie³);

A: % de absorción, determinado según las normas INV E-222 (agregados finos)

INV E-223 (agregados gruesos).

Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena INV E – 161-13. Se elige un sitio representativo del área a ser ensayada y se determina la densidad del suelo in- situ, de la siguiente manera:

Se inspecciona el aparato para verificar que no tenga daños, que la válvula gire libremente y que el plato de base esté bien apoyado. Se llena el aparato con la arena acondicionada, previa determinación de su densidad y de la constante del cono. Se determina la masa total.

Se prepara la superficie del sitio de ensayo para que forme un plano nivelado. Se puede usar la placa de base como herramienta para nivelar la superficie.



Figura 15. La placa de base

Se coloca la placa de base sobre la superficie plana, verificando que esté en contacto con la superficie del suelo alrededor del borde de la pestaña del orificio central de la placa. Se marca el contorno de la placa para controlar su movimiento durante el ensayo y, si fuera necesario, se asegura la placa con puntillas enterradas en el perímetro de la placa, o por otro medio, pero sin perturbar el suelo que se va a ensayar.

Cuando no se pueda nivelar el suelo, o cuando queden vacíos en la superficie, se debe hacer un ensayo preliminar para determinar el volumen limitado horizontalmente por el cono, la placa y la superficie del terreno. Se llena dicho espacio con arena del aparato, se determina la masa que se usa para llenarlo, se vuelve a llenar el aparato y se determina nuevamente la masa inicial del aparato más arena, antes de continuar con el ensayo. Cuando se complete esta medida, se retira cuidadosamente la arena de la superficie preparada.

El volumen del hueco de ensayo depende del tamaño máximo de las partículas del suelo que se ensaya y del espesor de la capa compactada. Los volúmenes de los huecos de ensayo deben ser

tan grandes como sea práctico para reducir errores, y no deberán ser inferiores a los indicados en la tabla. La profundidad del hueco se debe seleccionar de manera que dé lugar a una muestra representativa del suelo. En los controles de construcción, la profundidad del hueco debe ser, aproximadamente, el espesor de una o más capas compactadas. El procedimiento usado para calibrar la arena debe reflejar esta profundidad del hueco.

TAMAÑO MÁXIMO DE PARTÍCULAS		VOLUMEN MÍNIMO DEL HUECO DE ENSAYO	
mm	pulgadas	cm ³	pies ³
12.7	½	1415	0.05
25.4	1	2125	0.075
38.0	1 ½	2830	0.1

Figura 16. Tamaño máximo de partículas

Fuente: INVIAS (2013).

Se excava el hueco de ensayo a través del orificio central de la placa de base, teniendo cuidado para no alterar o deformar el suelo alrededor del hueco. Los lados del hueco deberán tener un leve declive hacia adentro y el fondo deberá ser razonablemente plano o cóncavo. El hueco debe quedar tan libre como sea posible de oquedades, partículas sobresalientes y cortes agudos, puesto que pueden afectar la exactitud del ensayo. Los suelos esencialmente granulares requieren un cuidado extremo, pudiendo ser necesario darle al hueco una forma cónica. Se coloca todo el material excavado y cualquier material que

Se haya aflojado al excavar, en un recipiente hermético, marcado con el número de ensayo para identificación. Se debe tener cuidado para no perder material. Se protege este material contra

la pérdida de humedad hasta que se le determine la masa y se haya obtenido una muestra para determinar su humedad.



Figura 17. Obtención de la muestra

Se limpia la pestaña del orificio de la placa de base, se invierte el aparato de cono y arena y se coloca el embudo grande (cono) en el orificio rebordeado, en la misma posición marcada durante la calibración. Se eliminan o reducen al mínimo las vibraciones causadas por el personal o los equipos en el área de ensayo. Se abre la válvula y se deja que la arena llene el hueco, el cono y la placa de base. Es necesario tener cuidado para evitar que el aparato se mueva o vibre cuando la arena está fluyendo. Cuando la arena deja de fluir, se cierra la válvula.



Figura 18. Cono y placa

Cuando el agujero y el cono están llenos de arena se cierra la llave y se procede a terminar el peso final del frasco y la arena contenida en él. Por la diferencia de los pesos del frasco más la arena inicial y del frasco más la arena final, obtenemos el peso de la arena contenida en el agujero y el cono. A este valor le restamos el peso de la arena que cabe en el cono, obteniendo de esta forma el peso de la arena contenida en el agujero.

Finalmente se debe determinar en el laboratorio, la densidad seca máxima y el contenido de humedad de la muestra recuperada del agujero, para de esta forma determinar el grado de compactación.

Los cálculos indicados son para la masa en gramos y los volúmenes en centímetros cúbicos. Se permite el uso de otras unidades, siempre y cuando se apliquen los factores de conversión apropiados para mantener la consistencia de unidades a lo largo de los cálculos.

Se calcula el volumen del hueco de ensayo, de la siguiente manera:

$$V = \frac{M_1 - M_2}{\rho_1}$$

Donde: V: Volumen del hueco de ensayo, cm³;

M1: Masa de la arena que se utilizó para llenar el hueco, el cono y la placa de base.

M2: Masa de la arena que se utilizó para llenar conjunto cono + placa de base (constante del cono).

ρ_1 : Densidad de la arena, g/cm³

Se calcula la masa seca del material removido del hueco de ensayo, de la siguiente manera:

$$M_4 = \frac{M_3}{(w + 100)} \times 100$$

Donde: M4: Masa seca del material removido del hueco de ensayo.

M3: Masa húmeda del material removido del hueco de ensayo.

w: Contenido de agua del material removido del hueco de ensayo, %

Se calcula la densidad humedad in-situ del material ensayado (P_m), con la formula:

$$\rho_m = \frac{M_3}{V}$$

Se calcula la densidad seca in-situ del material ensayado (ρ_d), de la

$$\rho_d = \frac{M_4}{V}$$

Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (cd) INV E – 154 – 13. Esta norma tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, empleando el método de corte directo. La prueba se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de corte determinado por la configuración del aparato de ensayo

Este ensayo consiste en colocar el espécimen del ensayo en un dispositivo de corte directo, aplicar luego un esfuerzo normal determinado, humedecer y/ o drenar el espécimen de ensayo, consolidar el espécimen bajo el esfuerzo normal, desbloquear las mitades (marcos) de la caja de corte que contiene la muestra, y desplazar horizontalmente una mitad respecto de la otra a una velocidad constante de deformación, mientras se miden la fuerza de corte y los desplazamientos normales y horizontales (Figura). La velocidad de corte debe ser suficientemente lenta para permitir la disipación prácticamente total del exceso de presión de poros.

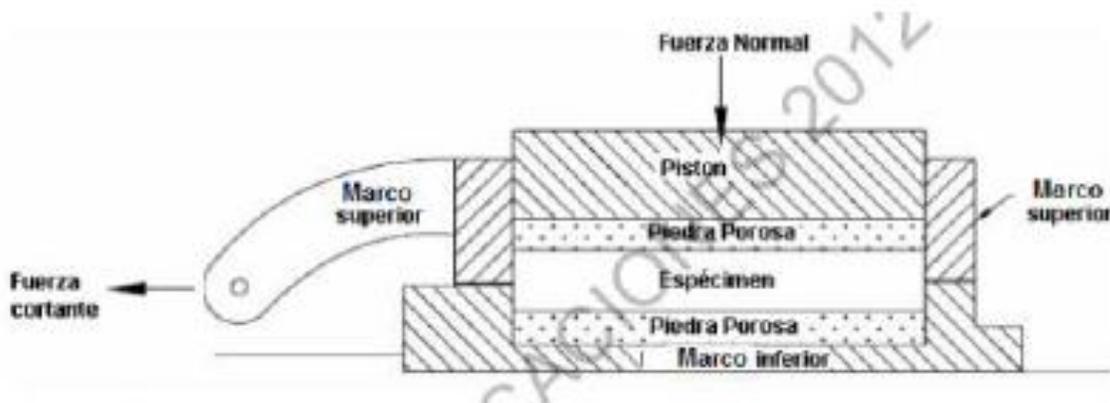


Figura 19. Caja para el ensayo de corte directo

De la muestra de suelo alterada, se moldearon cuatro galleticas para someterlas al ensayo de corte directo. El área de estas corresponde al área del marco de la máquina de corte directo. Esta máquina consta de un marco móvil y un marco fijo. Una vez dentro la muestra, se comenzó a aplicar una carga axial y una carga paralela, gradualmente de 5, 8, 13 y 25 kg, para la carga perpendicular. Se continuaron aplicando hasta producirle la falla por un plano definido. Los valores de deformación y cargas arrojados a partir de la máquina fueron anotados para realizar los cálculos y el análisis correspondiente.

El ensayo de corte directo es adecuado para la determinación, relativamente rápida, de las propiedades de resistencia de materiales consolidados y drenados. Debido a que las trayectorias de drenaje a través de la muestra son cortas, se permite que el exceso de presión en los poros se disipe con mayor rapidez que en otros ensayos drenados.

Cálculos:

Se calcula el esfuerzo cortante nominal actuante sobre el espécimen, con la ecuación:

$$\tau = \frac{F_s}{A}$$

Donde: τ : Esfuerzo cortante nominal, kPa (lbf/pg. 2) (3 dígitos significativos);

Fs.: Fuerza de corte, kN (lbf) (3 dígitos significativos);

A: Área de la caja de corte, m² (pg²) (3 dígitos significativos).

Se calcula el esfuerzo normal nominal actuante sobre el espécimen, con la ecuación:

$$\sigma_n = \frac{F_n}{A}$$

Donde: σ_n : Esfuerzo normal nominal, kPa (lbf/pg 2) (3 dígitos significativos);

F_n: Fuerza normal actuante sobre el espécimen, kN (lbf) (3 dígitos significativos).

Velocidad de desplazamiento – Se calcula la velocidad de desplazamiento a lo largo de la superficie de corte, con la expresión:

$$R_d = \frac{d_h}{t_e}$$

Donde:

R_d: Velocidad de desplazamiento, mm/min (pg./min) (3 dígitos significativos);

d_h: Desplazamiento lateral relativo, mm (pg.) (3 dígitos significativos);

t_e: Tiempo transcurrido durante el ensayo, min (3 dígitos significativos).

Porcentaje de desplazamiento lateral relativo – El porcentaje de desplazamiento lateral relativo a lo largo de la superficie de falla se calcula con la ecuación:

Donde:

$$P_d = \frac{d_h}{D} \times 100$$

Pd: Porcentaje de desplazamiento lateral relativo, % (3 dígitos significativos);

D: Diámetro o lado del espécimen en la dirección de corte, mm (pg) (3 dígitos significativos).

Se calculan los valores iniciales de la relación de vacíos, el contenido de agua, la densidad seca y el grado de saturación, con base en la gravedad específica, la masa inicial y la masa final del espécimen y el volumen inicial de éste. El volumen del espécimen se determina a partir de su espesor y de las dimensiones de la caja de corte.

4.4 Asistencia Servicios

4.4.1 Servicio de atención al estudiante. A continuación, se evidencia el servicio de atención al estudiante:

Tabla 1. Atención al estudiante

Fecha	Ensayo	Materia	Grupo	Docente
3 de marzo 2022	Granulometría	Materiales de construcción	B	Ingeniero Ruge Roncancio
10 de marzo 2022	Granulometría	Diseño de Mezclas	B	Ingeniero Miguel Ángel Barrera
14 de marzo 2022	Granulometría	Materiales de construcción	A	Ingeniero Ruge Roncancio
15 de marzo 2022	Clasificación de suelos	Pavimentos	E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
15 de marzo 2022	Granulometría	Materiales de construcción	C	Ingeniero Ruge Roncancio.
16 de marzo 2022	Granulometría	Geotecnia I	B	Ingeniera Andrea Cacique.

Fecha	Ensayo	Materia	Grupo	Docente
22 de marzo 2022	Limites	Pavimentos	E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
22 de marzo 2022	Proctor	Geotecnia I	D	Ingeniera Andrea Cacique
23 de marzo 2022	Limites	Geotecnia I	B	Ingeniera Andrea Cacique
23 de marzo 2022	Limites	Geotecnia I	D	Ingeniera Andrea Cacique
23 de marzo 2022	Cilindros de concretos	Diseño de estructura I	B	Ingeniero Leonardo Jacome
24 de marzo 2022	Densidad y absorción	Materiales de construcción	C	Ingeniero Ruge Roncancio
24 de marzo 2022	Granulometría	Materiales de construcción	B	Ingeniero Ruge Roncancio
24 de marzo 2022	Proctor	Pavimentos	E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
28,29 de marzo 2022	Densidad y absorción	Materiales de construcción	B	Ingeniero Ruge Roncancio
29 de marzo 2022	CBR	Pavimentos	A	Ingeniera Andrea Cacique
30 de marzo 2022	Densidad y absorción	Materiales de construcción	C	Ingeniero Ruge Roncancio
30 de marzo 2022	Cilindros de concretos	Diseño de estructura I	A	Ingeniero Leonardo Jacome
2 de abril 2022	CBR	Pavimentos	A y C	Ingeniero Francisco Suárez
6 de abril 2022	Limites	Geotecnia I	A y B	Ingeniera Andrea Cacique
5 de abril 2022	Proctor	Pavimentos	A	Ingeniera Andrea Cacique
25 de abril de 2022	Máquina de los ángeles	Materiales de construcción	B	Ingeniero Ruge Roncancio
25 de abril de 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I	A	Ingeniera Andrea Cacique
25 de abril de 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I	B	Ingeniero Carlos Flórez
26 de abril de 2022	Máquina de los ángeles	Materiales de construcción	C	Ingeniero Ruge Roncancio
26 de abril de 2022	Humedad	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Flórez

Fecha	Ensayo	Materia	Grupo	Docente
26 de abril de 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Flórez
26 de abril de 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I	B	Ingeniera Andrea Cacique
27 de abril de 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Flórez
28 de abril de 2022	Granulometría	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Flórez
29 de abril de 2022	Máquina de los ángeles	Pavimentos	B	Ingeniera Andrea Cacique
29 de abril de 2022	Lavado Tamiz 200	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Florez
29 de abril de 2022	10% De Finos	Pavimentos	B	Ingeniera Andrea Cacique
29 de abril de 2022	Granulometría	Geotecnia II	D	Ingeniera Andrea Cacique
29 de abril de 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia II	D	Ingeniera Andrea Cacique
4 de mayo de 2022	Gravedad Especifica	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Florez
5 de mayo de 2020	Granulometría	Diseño de mezclas	D	Ingeniera Alejandra
5 de mayo de 2020	Gravedad especifica	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Florez
5 de mayo de 2022	Humedad	Geotecnia III	C	Ingeniera Andrea Cacique
6 Y 7 de mayo de 2022	Corte directo	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Florez
7 de mayo de 2022	Granulometría	Pavimentos	B	Ingeniero Francisco Suárez
10 de mayo de 2022	Granulometría	Pavimentos	E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
10 de mayo de 2022	CBR	Pavimentos	C	Ingeniero Jorge Arias
10 de mayo de 2022	Corte directo y Granulometría	Geotecnia III	A	Ingeniero Carlos Florez
17 de mayo de 2022	Límites y lavado tamiz 200	Geotecnia I	A	Ingeniero Zarate Caballero
18 de mayo de 2022	Limites	Geotecnia I	C, A,D,C	Ingeniera Eva
20 de mayo de 2022	10% De Finos	Pavimentos	B	Ingeniera Andrea Cacique

Fecha	Ensayo	Materia	Grupo	Docente
22 de mayo de 2022	Granulometría	Pavimentos	C	Ingeniero Francisco Suárez
23 de mayo de 2022	Granulometría	Diseño de mezclas	D	Ingeniera Alejandra
25 de mayo de 2022	CBR	Pavimentos	A y C	Ingeniero Francisco Suárez
28 de mayo de 2022	Granulometría	Pavimentos	B	Ingeniero Francisco Suárez
30 de mayo de 2022	Granulometría	Materiales de construcción	C	Ingeniero Ruge Roncancio
1 de junio de 2022	Granulometría	Diseño de mezclas	D	Ingeniera Alejandra
5 de junio de 2022	Cilindros de concretos	Diseño de estructura I	A	Ingeniero Leonardo Jacome
6 de junio de 2022	Limites	Pavimentos	E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
7 de junio de 2022	Granulometría	Diseño de Mezclas	B	Ingeniero Miguel Ángel Barrera
10 de junio de 2022	Limites	Pavimentos	E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas

4.5 Registro general de Ensayos Ejecutados en el Laboratorio de Suelos Civiles

4.5.1 Ensayo de Límites de Atterberg. La muestra utilizada para realizar el ensayo de límites debe estar disgregada y previamente pasada por el tamiz No 40. El límite líquido está determinado por unos límites de golpes que debe dar la cazuela casa grande que deben estar dentro de unos rangos ya establecidos. El límite plástico consiste en hacer palitos más o menos de 3 mm de diámetro o cuando estos empiecen a presentar señales de agrietamiento.

INV – E – 125 y 126 – 13.



Figura 20. Ensayo de limites

4.5.2 Ensayo para el análisis granulométrico de los suelos por tamizado. Tomada la cantidad de muestra que especifica la norma de invias, es pasada por cada uno de los tamices en un orden descendiente empezando en 3” y terminando en No 4 para el agregado grueso y desde el No 4 hasta el No 200 para el agregado fino, una vez pasado por los tamices la muestra se pesa lo que queda retenido en cada tamiz para poder graficar una curva granulométrica.

INV – E – 123 – 13.



Figura 21. Ensayo de granulometría

4.5.3 Ensayo para determinar la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μ m (No.200) en los agregados. Se toma una cantidad de muestra dependiendo del tamaño máximo nominal que tenga la muestra y se deja en remojo un tiempo corto para facilitar un poco el trabajo. Luego de esto la cantidad de muestra es sometida a lavado con agua de la llave sobre el tamiz No 200, la cantidad de muestra que queda en el tamiz es separada y puesta al horno durante 24 horas donde pierde cualquier cantidad de agua presente y así poder tener el dato de la cantidad de muestra que es retenida en el tamiz.

INV – E – 214 – 13.



Figura 22. Ensayo tamiz No 200

4.5.4 Ensayo de relación de soporte del suelo en el laboratorio (CBR de laboratorio). Luego de haber hallado la humedad óptima del material con el cual se quiera realizar el CBR se procede a realizar 3 muestra cada una está de 5 capas, pero variando la cantidad de golpes respectivamente (56, 26, 12) luego se procede a ser sumergido en agua durante cuatro días con un

juego de pesas para poder tomar lecturas de expansión durante el paso de cada día. Al cuarto día cuando este ya no se expande más se lleva para penetrarlo con un pistón de penetración y una máquina que le aplica una carga axial. Luego de ser penetrado se toman humedades de penetración.

INV – E – 148 – 13.



Figura 23. Ensayo CBR

4.5.5 Ensayo para la determinación en el laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo, roca y mezclas de suelos – agregado. Se realiza la toma de la cantidad de muestra mínima que se necesite para poder determinar la cantidad de agua que esté presente en la muestra y esta es puesta al horno durante 24 horas, donde su diferencia de peso después del horno es agua que estaba presente en la muestra.

INV – E – 122 – 13.



Figura 24. Ensayo de humedad

4.5.6 Ensayo para determinar la densidad y absorción de los agregados. Los agregados se dejan sumergidos en agua durante 24 horas luego al agregado fino se le aplica calor para llegar al punto de saturado superficialmente seco el cual es verificado con el cono troncocónico y para el agregado grueso se seca superficialmente para ser pesado saturado superficialmente seco, en estado sumergido y en estado seco.

INV E – 242 – 13.



Figura 25. Ensayo densidad y absorción

4.5.7 Relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación). El material es tamizado previamente antes de realizar el ensayo, por $\frac{3}{4}$ “si este presenta material granular o por $\frac{3}{8}$ ” si se trata de material fino. Luego de haberlo tamizado se procede a realizar el Proctor compactándolo con el martillo en 5 capas, cada una de 55 golpes repartidos uniformemente. Luego se pesa y se toman humedades para verificar cual es la humedad real con la que se trabajó para poder graficar la densidad máxima seca y saber cuál es la humedad óptima.

INV – E – 142– 13.



Figura 26. Ensayo modificado de compactación

4.5.8 Existencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½”) por medio de la máquina de los ángeles INV E – 218 – 13. La muestra es preparada según el método que se le vaya a aplicar luego se lleva a la máquina de los ángeles donde se le introduce el material previamente tamizado y también la cantidad de esferas dependiendo del método a utilizar, se programa la cantidad de vuelta que dice el método utilizado luego la muestra es extraída de la máquina de los ángeles y es pasada por el tamiz No 12, se lava y se pesa el material retenido para saber cuál fue el porcentaje de material que se desgasto.

INV – E – 218 – 13.



Figura 27. Ensayo maquina de los ángeles

4.5.9 Determinación de la gravedad específica de las partículas sólidas de los suelos y de la llenante mineral, empleando un picnómetro con agua. Determinación de la gravedad específica de las partículas sólidas de los suelos y de la llenante mineral, empleando un picnómetro con agua. 100 gramos que estén tamizados por el tamiz No 40 previamente, luego esta muestra se somete a mezclado en una batidora durante 10 minutos, después a baño de maría hasta que se encuentre a 80°C internos para poder desairar la muestra, se enfría y se llena con agua hasta completar los 500 ml del picnómetro para proceder a ser pesado, luego esta muestra es sacada y puesta en el horno durante 24 horas para luego pesarla.

INV – E – 128 – 13.



Figura 28. Ensayo de gravedad específica y baño maría

4.5.10 Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena
i.n.v. e – 161-13. Se selecciona el lugar y se alisa la superficie del terreno, de ser necesario, para la posterior colocación del plato metálico con perforación central. Luego se excava a través de esta perforación un orificio con una profundidad similar a la capa de control. A continuación, se procede a colocar el cono, bien sea cono convencional o macro cono, de manera invertida sobre el agujero, se abre la válvula de este y se deja caer en caída libre la arena de densidad conocida (una arena estandarizada compuesta por partículas cuarzosas, sanas, no cementadas, de granulometría redondeada) hasta el agujero para determinar el volumen.

INV E – 161 – 13.



Figura 29. Ensayo de cono y arena

4.5.11 Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (cd) INV E – 154 – 13.

De la muestra de suelo alterada, se moldearon cuatro galleticas para someterlas el ensayo de corte directo. El área de estas corresponde al área del marco de la máquina de corte directo. Esta máquina consta de un marco móvil y un marco fijo. Una vez dentro la muestra, se comenzó a aplicar una carga axial y una carga paralela, gradualmente de 5, 8, 13 y 25 kg, para la carga perpendicular. Se continuaron aplicando hasta producirle la falla por un plano definido. Los valores de deformación y cargas arrojados a partir de la maquina fueron anotados para realizar los cálculos y el análisis correspondiente.

INV E – 154 – 13.



Figura 30. Ensayo de corte directo

5. Conclusiones

Se realizaron las actividades correspondientes a la Pasantía como Auxiliar Técnico Administrativo en el Laboratorio de Suelos Civiles en el área de Geotecnia I, II Y II, Diseño de mezclas, Materiales, Materiales de construcción, Pavimentos, Introducción a los pavimentos de la Universidad Francisco de Paula Santander, permitiendo un buen desenvolvimiento en los procesos realización de los ensayos de laboratorio de suelos y adecuado manejo de los diferentes herramientas e instrumentos dentro del laboratorio.

Se realizo apoyo técnico-administrativo en el laboratorio de suelos, permitiendo el fortalecimiento y apropiación de las diferentes áreas de Geotecnia en el espacio generado de la práctica.

Se asistió en cada uno de los momentos de elaboración de ensayos dentro del laboratorio, logrando así una conceptualización tanto teórica como practica de las actividades asociadas al estudio de suelos, además de la permanente actualización de información con respecto a normatividad INV E, la cual es primordial en este espacio.

Se recibió asesoría constante y activa por parte de los profesionales del área, logrando así un mayor y mejor desempeño de las tareas que se daban en los diferentes procesos de la realización de ensayos en el laboratorio de suelos como los siguientes: Determinación de humedad natural en los suelos, límites de atterberg (límite plástico y límite líquido), compresión inconfiada, lavados sobre tamiz N200, granulometría, CBR, Gravedad específica, entre otros.

6. Recomendaciones

Para el adecuado desarrollo de los ensayos de laboratorio aquí mencionados es importante contar con las herramientas y equipos necesarios en buen estado y calibrados; se pudo identificar falencias y debilidades existentes en el laboratorio, lo que refiere a los elementos existentes en este.

Según lo encontrado, es pertinente aconsejar al laboratorio un mantenimiento a las taras utilizadas para meter en el horno, dado que algunas están rotas y no son funcionales; por otra parte, para la realización del lavado por el tamiz 200 solo contamos con un tamiz en buen estado, lo cual dificulta el desarrollo del ensayo dado que son varios los lavados que se vienen a realizar por parte de los alumnos.

Por otra parte, pensando en los futuros pasantes que lleguen al laboratorio, es recomendable para ellos que se informen muy bien sobre las normas INV E vigentes sobre los ensayos de laboratorio que allí se realizan; además es importante preguntar sobre cualquier inquietud por pequeña que parezca sobre los ensayos de laboratorio a los ingenieros con más experiencia; por último, que tengan toda la disposición de aprender, para así sacarle el mejor provecho a esta experiencia.

Referencias Bibliográficas

- Instituto Nacional de Vías. (2013). *Norma de granulométrica, compresión inconfiada, líquido de los suelos, humedad y plasticidad de suelos*. Bogotá: INVIAS.
- Instituto Nacional de Vías. (2007a). *Norma INVIAS - I.N.V. E – 123 – 07 - Análisis granulométrico de suelos por tamizado*. Bogotá: INVIAS.
- Instituto Nacional de Vías. (2007b). *Norma INVIAS - I.N.V. E – 152 – 07 - compresión inconfiada en muestras de suelos*. Bogotá: INVIAS.
- Instituto Nacional de Vías. (2007c). *Norma INVIAS - I.N.V. E – 125 – 07 - determinación del límite líquido de los suelos*. Bogotá: INVIAS.
- Instituto Nacional de Vías. (2007d). *Norma INVIAS - I.N.V. E – 122 – 07 - determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo, roca y mezclas de suelo –agregado*. Bogotá: INVIAS.
- Instituto Nacional de Vías. (2007e). *Norma INVIAS - I.N.V. E – 126 – 07 - límite plástico e índice de plasticidad de suelos*. Bogotá: INVIAS.
- Pérez, J. (2010). *Asistente Técnico Administrativo de Proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles*. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.
- Piedrahita, J. (2004). *Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles*. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.
- Vega, M. (2005). *Pasantía caracterización de la malla vial de las comunas 3 y 4 de la ciudad de Cúcuta*. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Anexos

LEYENDA ESTRATIGRAFICA

E D A D		Espesor en Mts	Qs)	UNIDAD ESTRATIGRAFICA					
Cuaternario	Reciente Pleistoceno								
C E N O Z O I C O	T E R C I A R I O	MIOCENO 1800 2645	Qs)	Aluviones, pedimentos, derrumbes, terrazas					
			M E S O Z O I C O	O L I G O C E N O	545	Tol	Formacion Leon		
					E O C E N O	500	Tec	Formacion Carbonera	
						380	Tern	Formacion Mirador	
						300	Tpc	Formacion Los Cuervos	
					P A L E O C E N O	90	Teb	Formacion Barco	
						C R E T A C E O	Superior	380	Tsct
					455			Ksm	Formacion Mito Juan
					Medio		240	Ksc	Formacion Colon
							80	Kpl	Formacion La Luna
300	Kml	Formacion Cogollo							
P R E - M E S O Z O I C O	R O C A S C R I S T A L I N A S	?	Esq	Esquistos					
			Gp	Neises					
			Gr	Intrusivos Graniticos					

C - Carbon P - Fosfatos