

 Vigilada Mineducación	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
			VERSION	02
			FECHA	03/04/2017
			PAGINA	1 de 1
ESQUEMA HOJA DE RESUMEN				
ELABORO	REVISO	APROBO		
Jefe de división de biblioteca	Equipo operativo de calidad	líder de calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): MICHAELL EMERSON **APELLIDOS:** GALVIS REYES

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR: ING. OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

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

RESUMEN: En la elaboración de este trabajo de grado se aplican los conocimientos obtenidos que la Universidad Francisco de Paula Santander ofrece, optando la pasantía como auxiliar técnico académico como requisito fundamental para adquirir el título de tecnólogo en obras civiles concedido por la institución educativa la cual le concede a sus alumnos la posibilidad de emprender los conocimientos adquiridos, bajo la dirección de un profesional experto en el área de trabajo, realizando actividades propias de la profesión, adquiriendo destrezas y aprendizajes que complementan su formación. Este proyecto va enfocado en ser el auxiliar del ingeniero a cargo, apoyando de manera técnica las actividades realizadas en el laboratorio de suelos civiles en el área de geotecnia de la Universidad Francisco de Paula Santander.

PALABRAS CLAVES: ensayos de laboratorio de suelos, clasificación de suelos, asistente técnico, granulometría.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 69

PLANOS: 0

ILUSTRACIONES: 3

CD ROOM: 0

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

MICHAELL EMERSON GALVIS REYES

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

2022

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

MICHAELL EMERSON GALVIS REYES

PROYECTO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE
TECNOLOGO EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR

OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

LICENCIADO EN EDUCACIÓN ÉNFASIS EN ÁREAS TECNOLOGICAS

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

2022



Universidad
Francisco de Paula Santander

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO
TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

HORA: 9:00 a.m.

FECHA: 08/07/2022

LUGAR: CREAD SALA-5

JURADOS: ING. CARMEN TERESA MEDRANO LINDARTE
ING. SEGUNDO RUGE RONCANCIO

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

DIRECTOR: ING. OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
MICHAELL EMERSON GALVIS REYES	1921592	4.4 (aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS

CODIGO: 02086

CARMEN TERESA MEDRANO LINDARTE

CODIGO: 00053

SEGUNDO RUGE RONCANCIO

VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADOR COMITE CURRICULAR

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Problema	12
1.1 Título	12
1.2 Planteamiento del Problema	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo General.	12
1.3.2 Objetivos Específicos	13
1.4 Justificación	13
1.5 Alcances y Limitaciones	13
1.5.1 Alcances.	13
1.5.2 Limitaciones.	14
1.6 Delimitaciones	14
1.6.1 Delimitación Espacial.	14
1.6.2 Delimitación Temporal.	14
1.6.3 Delimitación Conceptual.	15
2. Marco Referencial	16
2.1 Antecedentes	16
2.2 Marco Conceptual	17
2.3 Marco Teórico	17

2.4 Marco Contextual	18
2.5 Marco Legal	18
3. Diseño Metodológico	20
3.1 Tipo de Investigación	20
3.2 Población y Muestra	20
3.3 Instrumentos Para La Recolección De Información	20
3.3.1 Información Primaria.	21
3.3.2 Información Secundaria.	21
3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	21
3.5 Presentación y Análisis de los Resultados	21
4. Actividades cumplidas en el proyecto	22
4.1. Actividades Técnico Administrativas en el Área de Geotecnia	22
4.2 Asesoría a los Estudiantes que Adelantan Prácticas en el Laboratorio de Suelos Civiles	26
4.3 Ensayos Realizados y Asesorados en el Laboratorio de Suelos Civiles	32
4.3.1 Ensayos de Suelos	32
4.3.2 Ensayos de Diseño de Mezclas	44
4.3.3 Ensayos de Pavimentos	56
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Bibliografía	64

Lista de fotografías

Fotografía 1. Limpieza en el laboratorio.	23
Fotografía 2. Verificación cazuela de Casagrande.	24
Fotografía 3. Entrega de equipos, estudiantes diseño de mezcla.	25
Fotografía 4. Asesoría ensayo máquina de los ángeles.	26
Fotografía 5. Asesoría ensayo límites Atterberg.	27
Fotografía 6. Asesoría ensayo 10% de finos.	27
Fotografía 7. Asesoría ensayo CBR.	28
Fotografía 8. Asesoría ensayo granulometría	29
Fotografía 9. Ensayo de humedad natural.	32
Fotografía 10. Ensayo de Análisis Granulométrico.	35
Fotografía 11. Ensayo de límite líquido.	37
Fotografía 12. Ensayo de límite Plástico	38
Fotografía 13. Ensayo gravedad específica.	39
Fotografía 14. Ensayo Equivalente de Arena	40
Fotografía 15. Ensayo de Lavado sobre tamiz 200	42
Fotografía 16. Ensayo Densidad de campo por el método del cono de arena	44
Fotografía 17. Ensayo de granulometría de los agregados	45
Fotografía 18. Ensayo de desgaste en la máquina de los ángeles	47
Fotografía 19. Ensayo absorción del agregado fino.	48
Fotografía 20. Ensayo absorción del agregado grueso.	49
Fotografía 21. Ensayo de caras fracturadas al agregado grueso.	50
Fotografía 22. Ensayo de Elaboración y curado de Cilindros de Concreto.	53

Fotografía 23. Ensayo de Asentamiento del Concreto.	56
Fotografía 24. Ensayo de cbr inalterado	57
Fotografía 25. Ensayo de Alargamiento y Aplanamiento.	59
Fotografía 26. Estabilidad y Flujo de Mezclas Asfálticas	61

Lista de cuadros

Cuadro 1. Atención a los estudiantes en el laboratorio.	31
Cuadro 2. Porciones recomendadas según el Diámetro Nominal de las Partículas.	33
Cuadro 3. Serie de Tamices mm – pulg.	35
Cuadro 4. Numero de capas requeridas por espécimen.	51
Cuadro 5. Diámetro de la varilla y número de golpes por capa.	53
Cuadro 6: Capacidad mínima de carga.	56
Cuadro 7. Masa mínima de Muestra de Ensayo	58
Cuadro 8. Dimensiones de los Calibradores	59
Cuadro 9. Tamizado recomendado	61

Lista de figuras

Figura 1. Estados del suelo. Fuente. Inv e-125-13	36
Figura 2. Molde para Determinar el Asentamiento	55
Figura 3. Calibrador de Alargamiento	58

Introducción

El laboratorio de suelos 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 TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE SUELOS EN EL AREA 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 Académico en el Laboratorio de Suelos en el área de Geotecnia de la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 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

GOMEZ PARADA, Vladimir. Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil. Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles, 2005. 50 p.

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.

HERRERA ANGARITA, Brillito, ANGARITA MUÑOZ, Jenny. Determinación del Índice de Rugosidad Internacional (iri) y Análisis de la Viga Benkelman en el Pavimento de la Avenida Libertadores en la Ciudad de Cúcuta. Trabajo de grado Ingeniera Civil. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingeniería. Plan de estudios Ingeniería Civil, 2005. 110 p.

En este proyecto se encuentra primero que todo un reconocimiento de las fallas presentes en el pavimento flexible de la avenida Libertadores de la Ciudad de San José de Cúcuta y algunas posibles soluciones.

2.2 Marco Conceptual

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

Límite 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.

Límite 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 a 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 del mismo, 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 geotecnia 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

Objetivo #1

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

4.1. Actividades Técnico Administrativas en el Área de Geotecnia

- Se realizó la adecuación del laboratorio de suelos civiles con el fin de entregar un ambiente óptimo y adecuado para la realización de los ensayos. En esta adecuación se realizaron las siguientes actividades:
 - Limpieza.

25 de abril del 2022



Fotografía 1. Limpieza en el laboratorio

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

25 de abril del 2022



Fotografía 2. Verificación cazuela de Casagrande.

- Entrega y recolección de los equipos y el material necesario para la realización cada una de las prácticas de laboratorio correspondientes a las materias:
 - Geotecnia I, II y III.

También se prestó ayuda y acompañamiento a los estudiantes de las materias de:

- Diseño de mezclas.
- Materiales de construcción.
- Pavimentos.
- Introducción a los pavimentos.
- Materiales.

Para realizar 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 para 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.

5 de mayo del 2022



Fotografía 3. Entrega de equipos, estudiantes diseño de mezcla.

Objetivo #3

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

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, Diseño de mezclas, Pavimentos, Materiales de construcción.

Materias adscritas a la Facultad de Ingeniería civil y Tecnología en Obras Civiles 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 basados en lo establecido en las normas de Invias.



25 de abril del 2022, Materiales de construcción, grupo B, ing. Segundo Ruge.

Fotografía 4. Asesoría ensayo máquina de los ángeles.



26 de abril del 2022, geotecnia III,
grupo A, ing. Carlos Flórez.

Fotografía 5. Asesoría ensayo limites Atterberg.



29 de abril del 2022,
pavimentos, grupo B,
ing. Andrea Cacique.

Fotografía 6. Asesoría ensayo 10% de finos.

3 de mayo del 2022, pavimentos, grupo C, ing. Jorge Arias.



Fotografía 7. Asesoría ensayo CBR.

5 de mayo del 2022, Diseño de mezclas, grupo D, Ing. Alejandra Bermont.



Fotografía 8. Asesoría ensayo granulometría

FECHA	ENSAYO	MATERIA	DOCENTE
3 de marzo 2022	Granulometría	Materiales – A	Ingeniero Segundo Ruge
14 de marzo 2022	Granulometría	Materiales – C	Ingeniero Segundo Ruge
15 de marzo 2022	Granulometría	Materiales – A	Ingeniero Segundo Ruge
24 de marzo 2022	Granulometría	Materiales – C	Ingeniero Segundo Ruge
24 de marzo 2022	Densidad y Absorción	Materiales – C	Ingeniero Segundo Ruge
28 de marzo 2022	Densidad y Absorción	Materiales – A	Ingeniero Segundo Ruge
29 de marzo 2022	Densidad y Absorción	Materiales – A	Ingeniero Segundo Ruge
30 de marzo 2022	Densidad y Absorción	Materiales – C	Ingeniero Segundo Ruge
16 de marzo 2022	Granulometría	Geotecnia I - B	Ingeniera Andrea Cacique
22 de marzo 2022	Granulometría	Geotecnia I - B	Ingeniera Andrea Cacique
23 de marzo 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I – B	Ingeniera Andrea Cacique

6 de abril 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I – D	Ingeniera Andrea Cacique
22 de marzo 2022	PROCTOR, (ensayo modificado de compactación)	Pavimentos - A	Ingeniera Andrea Cacique
5 de abril 2022	PROCTOR, (ensayo modificado de compactación)	Pavimentos - A	Ingeniera Andrea Cacique
29 de marzo 2022	CBR de laboratorio	Pavimentos - A	Ingeniera Andrea Cacique
15 de marzo 2022	Clasificación de suelos	Pavimentos - E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
22 de marzo 2022	Límites de Atterberg	Pavimentos - E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
24 de marzo 2022	PROCTOR, (ensayo modificado de compactación).	Pavimentos - E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
29 de marzo 2022	PROCTOR, (ensayo modificado de compactación).	Pavimentos - E	Ingeniera Yee Wan Yung Vargas
10 de marzo 2022	Granulometría	Diseño de Mezclas - B	Ingeniero Miguel Ángel Barrera
27 de marzo 2022	Diseño de mezcla	Diseño de estructuras I –A	Ingeniero José Leonardo Jacome
30 de marzo 2022	Diseño de mezcla	Diseño de estructuras I –B	Ingeniero José Leonardo Jacome
25 de abril 2022	Máquina de los ángeles	Materiales – B	Ingeniero Segundo Ruge
25 de abril 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I – B	Ingeniero Carlos Flórez
25 de abril 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I – A	Ingeniera Andrea Cacique
26 de abril 2022	Máquina de los ángeles	Materiales – C	Ingeniero Segundo Ruge
26 de abril 2022	Humedad natural	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
26 de abril 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
26 de abril 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I – A	Ingeniera Andrea Cacique
27 de abril 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez

28 de abril 2022	Granulometría	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
29 de abril 2022	Lavado tamiz 200	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
29 de abril 2022	10% de finos	Pavimentos – B	Ingeniera Andrea Cacique
29 de abril 2022	Máquina de los ángeles	Pavimentos – B	Ingeniera Andrea Cacique
29 de abril 2022	Granulometría	Geotecnia II – D	Ingeniera Andrea Cacique
29 de abril 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia II – D	Ingeniera Andrea Cacique
2 de mayo 2022	Lavado tamiz 200	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
3 de mayo 2022	CBR	Pavimentos – C	Ingeniero Jorge Arias
3 de mayo 2022	Granulometría	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
4 de mayo 2022	Gravedad específica	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
4 de mayo 2022	Humedad natural	Geotecnia III – C	Ingeniera Andrea Cacique
5 de mayo 2022	Granulometría	Diseño de mezclas – D	Ingeniera Alejandra Bermont
5 de mayo 2022	Gravedad específica	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
20 de mayo 2022	Corte directo	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
24 de mayo 2022	Diseño de mezclas	Materiales – A	Ingeniero Segundo Ruge
26 de mayo 2022	Corte directo	Geotecnia III – A	Ingeniero Carlos Flórez
26 de mayo 2022	Diseño de mezclas	Materiales – A	Ingeniero Segundo Ruge
31 de mayo 2022	Diseño de mezclas	Materiales – B	Ingeniero Segundo Ruge
7 de junio 2022	Diseño de mezclas	Materiales – A	Ingeniero Segundo Ruge
9 de junio 2022	Diseño de mezclas	Materiales – B	Ingeniero Segundo Ruge

Cuadro 1. Atención a los estudiantes en el laboratorio.

4.3 Ensayos Realizados y Asesorados en el Laboratorio de Suelos Civiles

4.3.1 Ensayos de Suelos

4.3.1.1 Determinación En laboratorio del Contenido de Agua (Humedad) de muestras desuelo, roca y mezclas de suelo INV E – 122-13.

Este método cubre la determinación de laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo, roca, y mezclas de suelo-agregado por peso. Por simplicidad, de aquí en adelante, la palabra "material" se refiere a suelo, roca o mezclas de suelo-agregado, la que sea aplicable.

El contenido de agua del material se define como la relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros o "agua libre", en una masa de material, y la masa de las partículas sólidas de material.



Fotografía 9. Ensayo de humedad natural.

4.3.1.2 Determinación de tamaños de partículas de los suelos INV E – 123 – 13.

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 μm (No.200).

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices, se puede efectuar sin previo lavado.

Diámetro Nominal de Las Partículas mm – (Pulg)	Peso mínimo aproximado de la Porción gramos (gr)
9.5 (3/8")	500
19.0 (3/4")	1000
25.0 (1")	2000
37.50 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75.0 (3")	5000

Cuadro 2. Porciones recomendadas según el Diámetro Nominal de las Partículas. Fuente. Inv.e – 123-

El tamaño de la fracción que pasa la malla No.10 debe ser de aproximadamente 115 g para arenas y 65 g. para limos y arcillas.

Los tamices de malla cuadrada que se utilizan para el tamizado de análisis granulométrico son los siguientes:

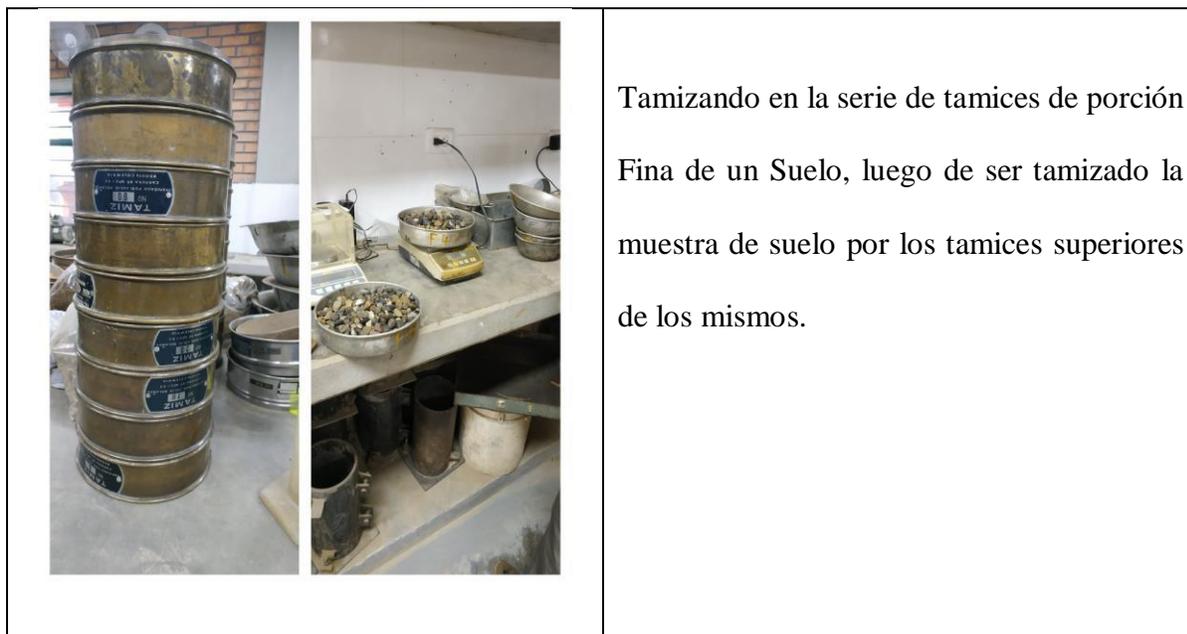
Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar esto las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices, se puede efectuar sin previo lavado.

Tamices
75 mm - (3")
50 mm - (2")
37.5 mm - (1-1/2")
25 mm - (1")
19.0 mm - (3/4")
9.5 mm - (1/2")
9.5 mm - (3/8")

4.75 mm – (No.4)
2.0 mm – (No. 10)
850 mm (No. 20)
425 mm – (No. 40)
250 mm –((No. 60)
180 mm – (No. 100)
75 mm – (No. 200)

Cuadro 3. Serie de Tamices mm – pulg. Fuente. Inv e-123-.



Fotografía 10. Ensayo de Análisis Granulométrico.

4.3.1.3 Límites de Atterberg.

4.3.1.3.1 Límite Líquido INVE – 125-13.

La determinación del límite líquido interviene en varios sistemas de clasificación de suelos, dado que contribuye en la caracterización de la fracción fina de los suelos. El límite líquido, solo o en conjunto con el límite plástico y el índice de plasticidad.

El límite líquido de un suelo que contiene cantidades apreciables de materia orgánica disminuye dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes del ensayo. La comparación de los valores de límite líquido de una muestra, antes y después de secada al horno.

El investigador en suelos, Atterberg, desarrolló un sistema para cuantificar este comportamiento, que se basa en la determinación de los Límites de Atterberg e Índice de consistencia: Límite líquido, Límite Plástico, Límite de Retracción, e Índice de Plasticidad; estos datos indican el contenido de agua donde el suelo cambia de consistencia. Estos límites marcan una separación arbitraria entre los estados o modos de comportamiento de un suelo: sólido, semi-sólido, plástico y líquido.

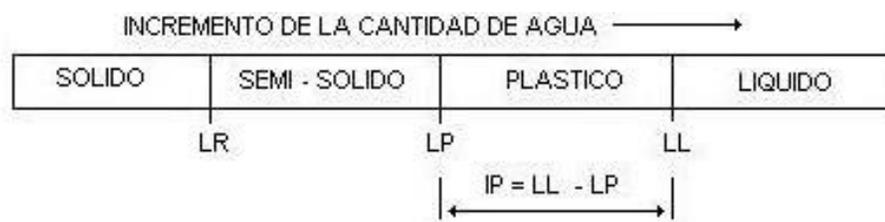
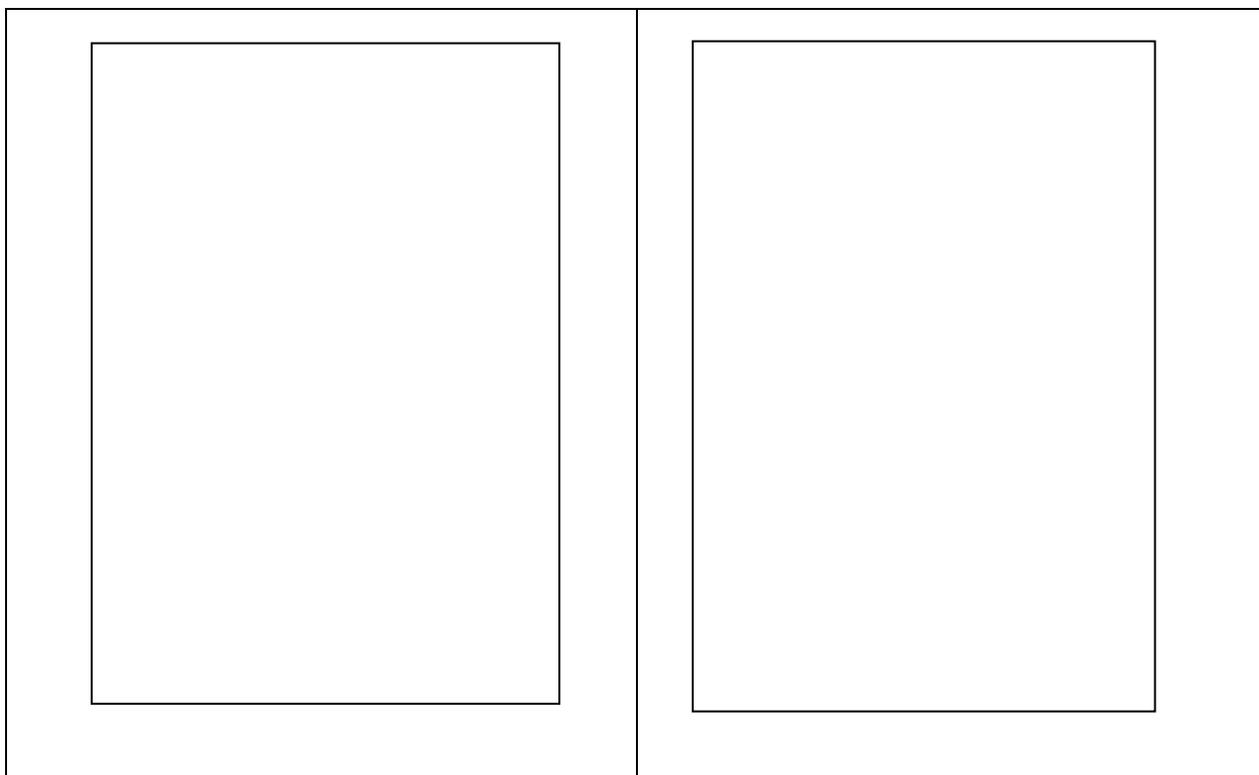


Figura 1. Estados del suelo. Fuente. Inv e-125-13



Fotografía 11. Ensayo de límite líquido.

4.3.1.3.2 Límite Plástico e índice plasticidad de los suelos INV E – 126 – 13.

Se denomina límite plástico a la humedad más baja con la que pueden formarse cilindros de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos cilindros se desmoronen.

Si se quiere determinar sólo el límite plástico, se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 425 μm (No.40), Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de unos 6 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras

que en suelos plásticos los trozos son más pequeños. En otros suelos se forma una capa tubular exterior que comienza a hendirse en ambos extremos y progresa hacia el centro hasta que, finalmente, el suelo se desmorona en partículas lajasas.



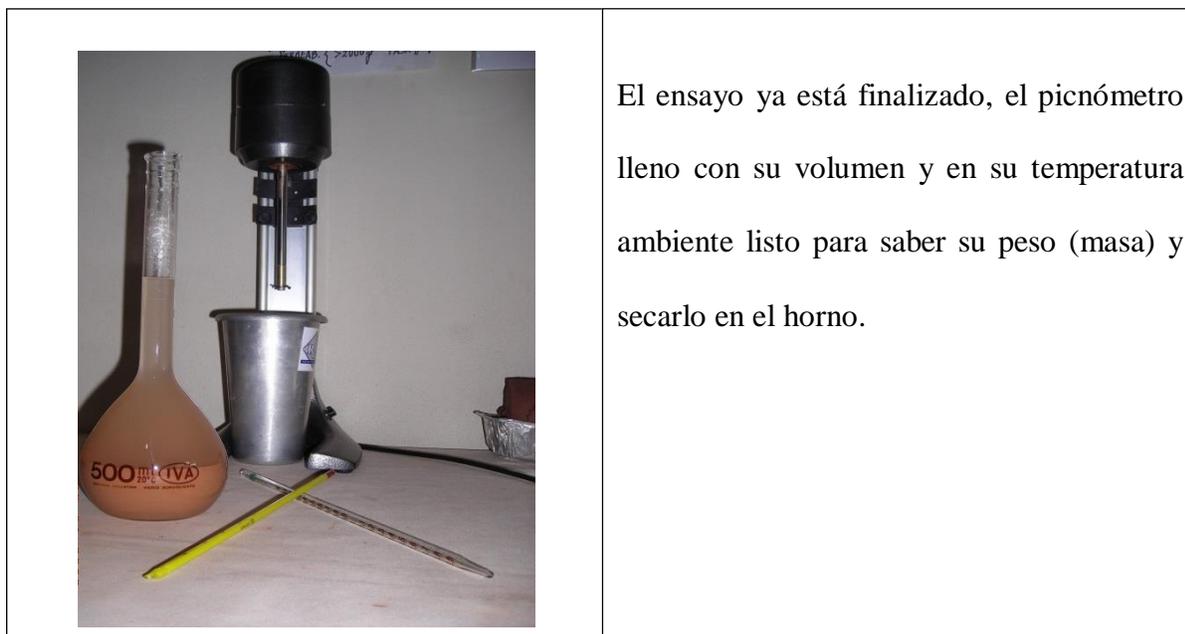
Fotografía 12. Ensayo de límite Plástico

4.3.1.4 Determinación De La Gravedad Específica De Las Partículas Sólidas De Los Suelos, Empleando Un Picnómetro Con Agua INV E -128-13.

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 la misma temperatura.

La gravedad específica de un suelo se usa en casi toda ecuación que exprese relaciones de fase 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 no son prácticamente solubles en agua. Por lo tanto, la gravedad específica de materiales que contengan materias extrañas (tales como cemento, cal, etc.), materia soluble en agua (tal como cloruro de sodio) y suelos conteniendo materia con gravedad específica

menor de uno, típicamente requieren un tratamiento especial o una definición particular de gravedad específica.



Fotografía 13. Ensayo gravedad específica.

4.3.1.5 Equivalente De Arena De Suelos y Agregados Finos INV E – 133 – 13.

Este ensayo tiene por objeto determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento que se puede utilizar para lograr una correlación rápida en campo.

A un volumen determinado de suelo o agregado fino se le adiciona una pequeña cantidad de solución floculante, mezclándolos en un cilindro de plástico graduado y agitándolos para que las partículas de arena pierdan la cobertura arcillosa. La muestra es entonces "irrigada", usando una cantidad adicional de solución floculante, para forzar el material arcilloso a quedar en suspensión encima de la arena. Después de un período de sedimentación, se determinan las

alturas de la arcilla floculada y de la arena en el cilindro. El "equivalente de arena" es la relación entre la altura de arena y la altura de arcilla, expresada en porcentaje.

Solución Tipo (Stock). – Los materiales enumerados a continuación se pueden usar para preparar la solución tipo Stock. Una cuarta alternativa es la de no usar ninguna biosida, siempre y cuando el tiempo de almacenamiento de la solución no sea el suficiente para promover el crecimiento de hongos.

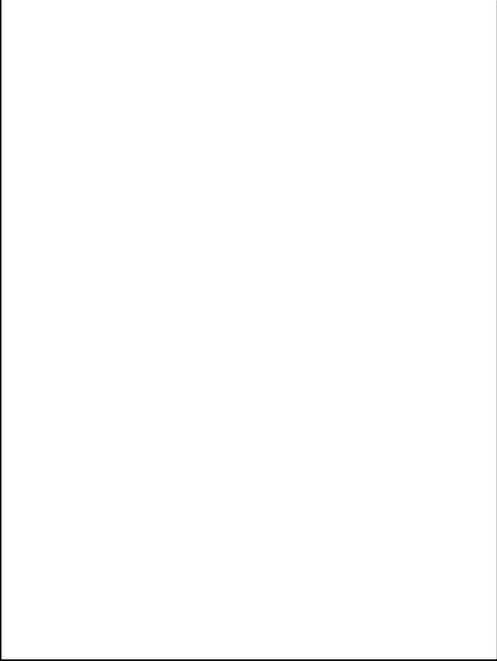


Fotografía 14. Ensayo Equivalente de Arena

4.3.1.6 Ensayo De Lavado Sobre Tamiz 200 INV E – 214 -13.

Esta norma describe el procedimiento para determinar, por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (No.200) en un agregado. 1.2 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: arcillas, agregados muy finos, y materiales solubles en el agua. 1.3 Se describen dos procedimientos, uno que utiliza solamente agua en la operación de lavado, y otro que emplea un agente humectante para favorecer el desprendimiento del material más fino que 75 μm (No.200),

del material grueso. Si no se especifica lo contrario, se usará el procedimiento A (sólo agua). 1.4 Con la mayoría de los agregados, el agua natural es adecuada para separar el material más fino del grueso. En algunos casos, sin embargo, el material más fino está adherido a las partículas más gruesas; tal sucede con algunos materiales arcillosos y de otro tipo que pueden estar cubriendo los agregados extraídos de las mezclas bituminosas. En tales casos, el material fino se separa más fácilmente añadiendo al agua de lavado un agente humectante. 1.5 Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee, el establecimiento de prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y la aplicabilidad de limitaciones regulatorias, con anterioridad a su uso. 2. USO Y SIGNIFICADO 2.1 El material fino que pasa el tamiz de 75 μm (No.200), se puede separar de las partículas mayores en forma mucho más eficiente y completa, mediante tamizado por vía húmeda, que a través del tamizado en seco. Por esto, cuando se desean determinaciones precisas del material más fino que 75 μm en los agregados finos o gruesos, se usa este método, antes de efectuar el tamizado en seco de la muestra (norma INV E – 213). 2.2 Los resultados de este ensayo se incluyen en los cálculos obtenidos mediante tamizado en seco (norma INV E – 213) y se informan junto con los resultados de dicho ensayo. Nota 1.- Normalmente, la cantidad adicional de material menor que 75 μm , obtenido a por el tamizado en seco (norma INV E – 213) es pequeña, pero si no lo es, este hecho puede indicar una falta de eficiencia en el lavado o una degradación del material durante el proceso. Instituto Nacional de Vías.

	<p>Consiste en separar por lavado, mediante el tamiz N°200, las partículas menores de 0.075 mm mezcladas o adheridas a la superficie de los agregados gruesos o finos, las cuales se consideran como impurezas.</p>
	<p>Norma Invias E214-14</p>

Fotografía 15. Ensayo de Lavado sobre tamiz 200

4.3.1.7 Densidad Y Peso Unitario Del Suelo En El Terreno Por Método Del Cono De Arena INV E – 161 -13.

Este método de ensayo se usa para determinar, en el sitio, la densidad o la masa unitaria de los suelos con el equipo de cono de arena.

El método sirve para los suelos que no contiene cantidades apreciables de rocas o de material grueso de tamaño superior a 38mm (1½”) de diámetro.

También se puede utilizar este método para determinar, en el sitio la densidad de suelos inalterados, siempre y cuando los vacíos naturales o los poros de suelo sean lo suficientemente pequeños para evitar que la arena que se usa para el ensayo penetre en los vacíos. El suelo u otros materiales que se ensayen deben tener suficiente cohesión o atracción de partículas, para mantener

estables las paredes de un pequeño hueco y deben ser lo suficientemente firmes para soportar las pequeñas presiones que se ejercen al excavar el hueco y al colocar el aparato en él, de tal manera que no se causen deformaciones ni desprendimientos.

Este método de ensayo no es adecuado para suelos orgánicos, saturados o muy plásticos, los cuales se deforman o se comprimen durante la excavación del hueco requerido para el ensayo. Es posible que este método de ensayo no sea adecuado para suelos formados por materiales granulares sueltos, que contengan cantidades apreciables de material grueso superior a 38mm (1½”) ni suelos granulares con altas relaciones de vacíos, los cuales no mantienen estables las paredes del hueco de ensayo. 1.5 Cuando los materiales probados contienen cantidades apreciables de partículas mayores a 38mm (1½”), o cuando se requiera que el volumen de hueco sea superior a 2830 cm³ (0.1 ft³). Se excava manualmente un hueco en el suelo que se va a ensayar y todo el material del hueco se guarda en un recipiente. Se llena el hueco con arena de densidad conocida, la cual debe fluir libremente, y se determina el volumen. Se calcula la densidad del suelo húmedo, in situ, dividiendo la masa del material húmedo removido por el volumen del hueco. Se determina el contenido de humedad del material extraído del hueco y se calcula su masa seca y la densidad seca del suelo en el campo, usando la masa húmeda del suelo, la humedad y el volumen del hueco.



Fotografía 16. Ensayo Densidad de campo por el método del cono de arena

4.3.2 Ensayos de Diseño de Mezclas

4.3.2.1 Análisis Granulométrico De Los Agregados Finos Y Gruesos INV E 213 – 13.

Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente.

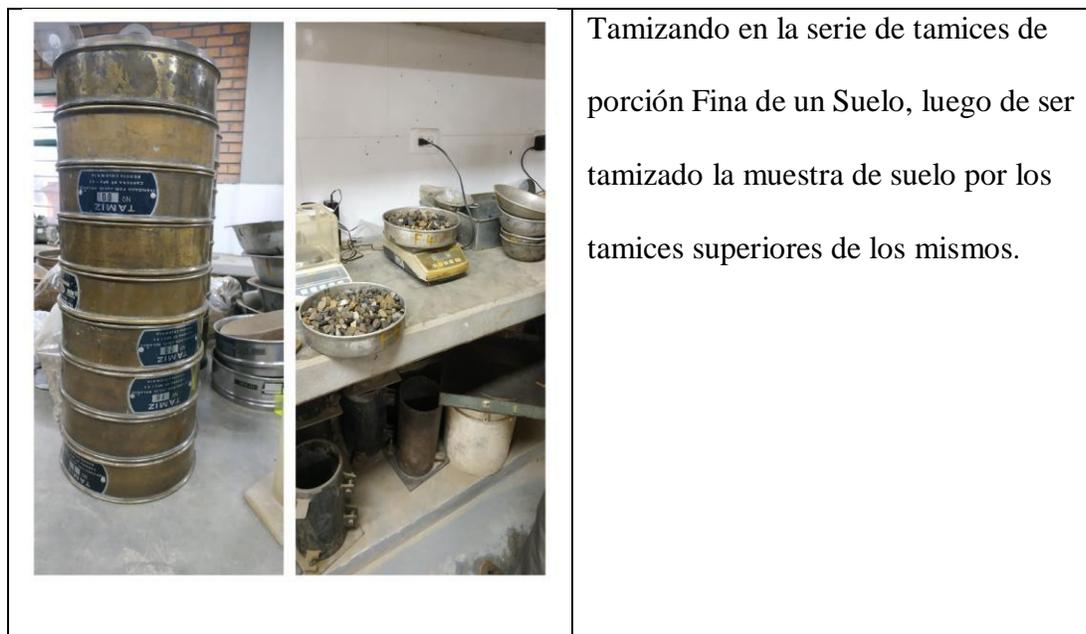
Este método también se puede aplicar usando mallas de laboratorio de abertura redonda, y no se empleará para agregados recuperados de mezclas asfálticas.

Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee, el establecimiento de prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y la aplicación de limitaciones regulatorias con anterioridad a su uso

Este método se usa principalmente para determinar la granulometría de los materiales propuestos que serán utilizados como agregados. Los resultados se emplean para determinar el

cumplimiento de los requerimientos de las especificaciones que son aplicables y para suministrar los datos necesarios para la producción de diferentes agregados y mezclas que contengan agregados. Los datos pueden también servir para el desarrollo de las relaciones referentes a la porosidad y el empaquetamiento.

La determinación exacta del material que pasa el tamiz de 75 μm (No.200) no se puede lograr mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear es el dado por la norma INV E – 214 "Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (No.200)".



Fotografía 17. Ensayo de granulometría de los agregados

4.3.2.2 Resistencia De La Degradación De Los Agregados De Tamaños Menores De 37.5 (1 ½") Por Medio De La Máquina De Los Ángeles INV E – 218 – 13.

Este método se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de Los Ángeles.

El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

Para evaluar la resistencia al desgaste de los agregados gruesos, de tamaños mayores de 19 mm (3/4"), por medio de la máquina de Los Ángeles, deberá utilizarse la norma INV E – 219.

Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee, el establecimiento de prácticas apropiadas de seguridad y salubridad, y la aplicación de limitaciones regulatorias con anterioridad a su uso.

Este ensayo ha sido ampliamente usado 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 o estructura. Los límites de las especificaciones deben ser asignados con extrema precaución, considerando los tipos de agregados disponibles y su comportamiento histórico en aplicaciones finales específicas.

La muestra destinada al ensayo se obtendrá empleando el procedimiento descrito en la norma INV E – 201 y se reducirá a un tamaño adecuado para el ensayo, según la norma INV E – 202. 4.2 La muestra reducida se lava y se seca en horno a una temperatura constante comprendida entre $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$). 4.3 Se elige en la Tabla 2 la gradación más parecida al agregado que se va a usar en la obra. Se separa la muestra en las fracciones indicadas en la tabla, de acuerdo con la granulometría elegida se toma la cantidad de cada una de ellas, indicada en la Tabla 1 hasta obtener el requerimiento para el tamaño de la muestra total. Se registra la masa de la muestra total, aproximada a 1 g. Las muestras de las diferentes fracciones se unen para formar la muestra de ensayo.



Fotografía 18. Ensayo de desgaste en la máquina de los ángeles

4.3.2.3 Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) Y Absorción Del Agregado Fino INV – 222 – 13.

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk y aparente $23/23^{\circ}\text{C}$ ($73.4/73.4^{\circ}\text{F}$), así como la absorción de agregados finos.

Este método determina (después de 15 horas en agua) la gravedad específica bulk y la aparente como están definidas en la norma INV E – 223, la gravedad específica bulk basada en la masa saturada y superficialmente seca del agregado, y la absorción como está definida en la norma INV E – 223.

Los valores establecidos en unidades SI deben ser considerados como la norma.

Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien emplee esta norma el establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y el determinar la aplicación de limitaciones regulatorias antes de su empleo.



Fotografía 19. Ensayo absorción del agregado fino.

4.3.2.4 Densidad, Densidad Relativa (Densidad Y Absorción) Y Absorción Del Agregado Grueso INV E- 223 -13.

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk, bulk saturada y superficialmente seca y aparente, así como la absorción, después que los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No.4) han estado sumergidos en agua durante 15 horas. Este método de ensayo no se debe aplicar a agregados pétreos livianos.

Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y el determinar la aplicación de limitaciones regulatorias antes de su empleo.



Fotografía 20. Ensayo absorción del agregado grueso.

4.3.2.5 Porcentaje De Partículas Fracturadas En Un Agregado Grueso INV E – 227 -13.

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para determinar la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado grueso (sin incluir los vacíos entre ellas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad, en kg/m^3 (lb/pe^3), se expresa como seca al horno (SH), saturada superficialmente seca (SSS) o aparente. Además, la densidad relativa (gravedad específica) que es una cantidad adimensional se expresa como seca al ahorno (SH), saturada y superficialmente seca (SSS) o aparente (gravedad específica) la densidad seca al horno (SH) y la densidad relativa seca al horno (SH) se deben determinar luego del secado del agregado. La densidad (SSS), la densidad relativa (SSS) y la absorción se determina de sumergir el agregado en agua durante un periodo específico.



Fotografía 21. Ensayo de caras fracturadas al agregado grueso.

4.3.2.6 Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de compresión y flexión INV E- 402 -13.

Esta norma tiene por objeto establecer el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración como se describe en la presente norma.

Tipo y Tamaño del Espécimen	Método de Consolidación	Numero de Capas de Aproximadamente igual espesor
Cilindros: Diámetro, mm (pulg)		
75 a 100 (3 a 4)	apisonado	2
150 (6)	apisonado	3
225 (9)	apisonado	4
hasta 225 (9)	vibración	2

Prismas y Cilindros para Creep Horizontal espesor, mm (pulg)		
hasta 200 (8)	apisonado	2
más de 200 (8)	apisonado	3 ó mas
hasta 200 (8)	vibración	1
más de 200 (8)	vibración	2 ó mas

Cuadro 4. Numero de capas requeridas por espécimen.

Formas de mezclar el concreto:

- **Mezcla con máquina:** Antes que empiece la rotación de la mezcladora se debe introducir el agregado grueso con algo del agua que se use en la mezcla y la solución del aditivo, cuando ésta se requiera, según se indica en la Sección 5.4. Siempre que sea posible, el aditivo se debe dispersar en el agua antes de su adicción a la mezcla. Se pone en funcionamiento la mezcladora, al cabo de unas cuantas revoluciones se adiciona n el agregado fino, el cemento y el agua, con la mezcladora en funcionamiento.

Si para una mezcla particular o para un determinado ensayo no resulta práctico incorporar al agregado fino, el cemento y el agua con la mezcladora funcionando, ellos se incluirán con la máquina detenida, luego de haberse permitido algunas revoluciones. Seguidamente se debe mezclar el concreto durante 3 minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. Se apaga la mezcladora durante 3 minutos y se pone en funcionamiento durante 2 minutos de agitación final. Se debe cubrir el extremo abierto de la mezcladora para evitar la evaporación durante el período de reposo.

- **Mezcla manual:** Se debe hacer la mezcla en una bandeja o vasija metálica, impermeable, limpia y húmeda, con un palustre despuntado de albañil, utilizando el siguiente procedimiento: Se debe mezclar el cemento, aditivo en polvo insoluble, si se va a utilizar,

y el agregado fino sin adición de agua hasta que se logre una mezcla homogénea. Seguidamente, se adiciona el agregado grueso mezclándolo sin adición de agua, hasta que se distribuya uniformemente en la mezcla. Se adicionan el agua y el aditivo soluble si se va a utilizar, y se mezcla la masa lo suficiente para obtener una mezcla de concreto homogénea y de consistencia deseada. Si se necesita mezclado prolongado debido que el agua se añade por incrementos para ajustar la consistencia, se debe descartar la fachada y efectuar otra en la cual el mezclado no sea interrumpido para hacer tanteos con la consistencia.

CILINDROS		
Diámetro del Cilindro en mm (pulg)	Diámetro de varilla en mm (pulg)	Numero de Golpes por Capa
50 (2) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Área de la Superficie Superior de la Muestra en cm² (pulg²)	Diámetro de varilla en mm (pulg)	Numero de Golpes por Capa
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 (26) a 310 (49)	10 (3/8)	1 por cada 7 cm ² (1 pulg ²) de área
320 (50) o mas	16 (5/8)	1 por cada 14 cm ² (2 pulg ²) de área

CILINDROS DE CREEP HORIZONTAL		
Diámetro del Cilindro en mm (pulg)	Diámetro de varilla en mm (pulg)	Numero de Golpes por Capa
150 (6)	16 (5/8)	50 en total, 25 a lo largo de ambos lados del eje

Cuadro 5. Diámetro de la varilla y número de golpes por capa.



Fotografía 22. Ensayo de Elaboración y curado de Cilindros de Concreto.

4.3.2.7 Asentamiento Del Concreto Cemento Hidráulico (SLUMP) INV E – 404- 14.

Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio. Este ensayo no es aplicable cuando el concreto contiene una cantidad apreciable de agregado grueso de tamaño mayor a 37.5 mm (1½") o cuando el concreto no es plástico o cohesivo. Si el agregado grueso es superior a 37.5 mm (1½"), el concreto deberá tamizarse con el tamiz de este tamaño según la norma INV E – 401 "Muestras de Concreto Fresco". Concretos que presenten asentamientos menores a 15mm (1/2") pueden no ser

adecuadamente plásticos y concretos que presenten asentamientos mayores a 230mm (9”) pueden no ser adecuadamente cohesivos para que este ensayo tenga significado. Se debe tener precaución en la interpretación de estos resultados.

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde, aproximadamente, a una altura de 67 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.

Al llenar la capa superior se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical. El concreto del área que rodea la base del cono debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 ± 2 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto. La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento se debe comenzar a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

Inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

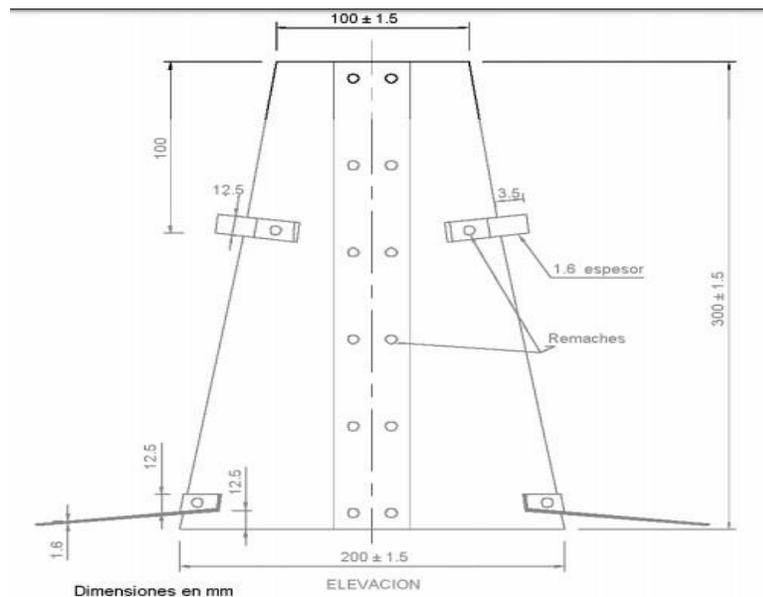


Figura 2. Molde para Determinar el Asentamiento.

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, se debe repetir el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.



La prueba de asentamiento es realizada con el fin de verificar que el asentamiento con el cual fue diseñada la mezcla se esté cumpliendo, en caso de que este no se cumpla se procede a realizar un ajuste por humedad.

Fotografía 23. Ensayo de Asentamiento del Concreto.

4.3.3 Ensayos de Pavimentos

4.3.3.1 CBR de suelos Compactados En el Laboratorio y Sobre Muestra Inalterada INVE – 148 – 14

Esta norma describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos de índice de resistencia de los suelos de subrasante, súbbase y base, denominado CBR ((California Bearing Ratio California Bearing Ratio). Este método de ensayo está proyectado, aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales que, aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales que contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19mm ($\frac{3}{4}$ ".)mm ($\frac{3}{4}$ ".).

El ensayo CBR se utiliza en el diseño de pavimentos, Este método de ensayo se emplea para evaluar la resistencia potencial de materiales de subrasante, súbbase y base, incluyendo materiales reciclados ,para su empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje.

MAXIMO CBR QUE SE PUEDE MEDIR	CAPACIDAD DE CARGA MINIMA	
	(kN)	(lbf)
20	11.2	2500
50	22.3	5000
> 50	44.5	10000

Cuadro 6: Capacidad mínima de carga. Fuente: Inve – 148 – 14

La máquina debe estar equipada con un dispositivo indicador de carga que tenga una aproximación de lectura adecuada para la máxima carga prevista durante la penetración. La

aproximación de lectura deberá ser de 44 N (10 lbf) o menos, si la prensa tiene una capacidad de carga de 44.5 kN (10 kip) o más; deberá ser de 22 N (5 lbf) si la capacidad de carga es de 22.3 kN (5 kip), y deberá ser de 8.9 N (2 lbf) para una capacidad de carga mínima de 11.2 kN (2.5 kip).



Fotografía 24. Ensayo de cbr inalterado

4.3.3.3. Índice De Aplanamiento Y De Alargamiento De Los Agregados Para Carreteras

I.N.V. E – 230 – 13.

Esta norma se aplica a los agregados de origen natural o artificial, incluyendo los agregados ligeros y no es aplicable a los tamaños de partículas menores de 6.3mm ($\frac{1}{4}$ ") o mayores de 63 (2 $\frac{1}{2}$ ").

El material recibido en el laboratorio, se reduce por cuarteo hasta obtener una muestra representativa de ensayo de masa mínima acorde con la requerida para la prueba de granulometría. Se seca la muestra de ensayo a $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$ hasta masa constante. Se deja enfriar. Se pesa y se registra su masa.

Máximo Tamaño Nominal con aberturas cuadradas		Masa mínima de la muestra de ensayo
mm	(Pulg)	kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19.0	(3/4)	5
25.0	(1)	10
37.5	(1 1/2)	15
50.0	(2)	20
63.0	(2 1/2)	35

Cuadro 7. Masa mínima de Muestra de Ensayo (Acorde con la Requerida Para Granulometría) fuente: *Inv e – 230-14*

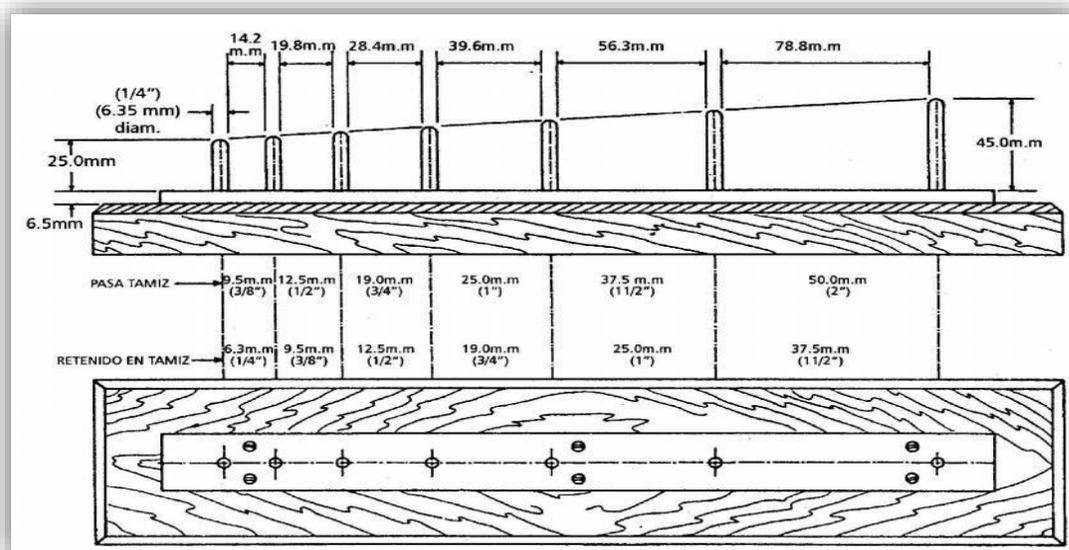


Figura 3. Calibrador de Alargamiento

TAMICES				Dimensiones del calibrador, (mm)	
D _i , tamiz que pasa		d _i , tamiz que retiene		Aplanamiento (Abertura de la ranura) ⁽¹⁾	Alargamiento (Separación de las barras) ⁽²⁾
mm	(pulg)	mm	(pulg)		
63	(2½")	50	(2")	33.9	--
50	(2")	37.5	(1½")	26.3	78.8
37.5	(1½")	25	(1")	18.8	56.3
25	(1")	19	(¾")	13.2	39.6
19	(¾")	12.5	(½")	9.5	28.4
12.5	(½")	9.5	(3/8")	6.6	19.8
9.5	(3/8")	6.3	(1/4")	4.7	14.2

Cuadro 8. Dimensiones de los Calibradores. fuente: Inv e – 230-14

- (1) Esta dimensión es igual a 0.6 veces el promedio de las aberturas de los tamices que definen la fracción.
- (2) Esta dimensión es igual a 1.8 veces el promedio de las aberturas de los tamices que definen la fracción.



Fotografía 25. Ensayo de Alargamiento y Aplanamiento.

4.3.3.4. Estabilidad y Flujo de Mezclas Asfálticas en Caliente Empleando el Equipo

Marshall INV E – 748 – 13.

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de la resistencia a la deformación plástica de especímenes cilíndricos de mezclas asfálticas para pavimentación,

empleando el aparato Marshall. El procedimiento se puede emplear tanto para el proyecto de mezclas en el laboratorio como para el control en obra de las mismas. El método es aplicable a mezclas elaboradas con cemento asfáltico y agregados pétreos con tamaño máximo menor o igual a 25.4 mm (1").

El procedimiento consiste en la fabricación de probetas cilíndricas de 101.6 mm (4") de diámetro y 63.5 mm (2½") de altura, preparadas como se describe en esta norma, rompiéndolas posteriormente en la prensa Marshall y determinando su estabilidad y deformación. Si se desean conocer los porcentajes de vacíos de las mezclas así fabricadas, se determinarán previamente las gravedades específicas de los materiales empleados y de las probetas compactadas, antes del ensayo de rotura, de acuerdo con las normas correspondientes. Para determinar el contenido óptimo de asfalto para una gradación de agregados dada o preparada, se deberá elaborar una serie de probetas con distintos porcentajes de asfalto, de tal manera que al graficar los diferentes valores obtenidos después de ser ensayadas, permitan determinar ese valor "óptimo".

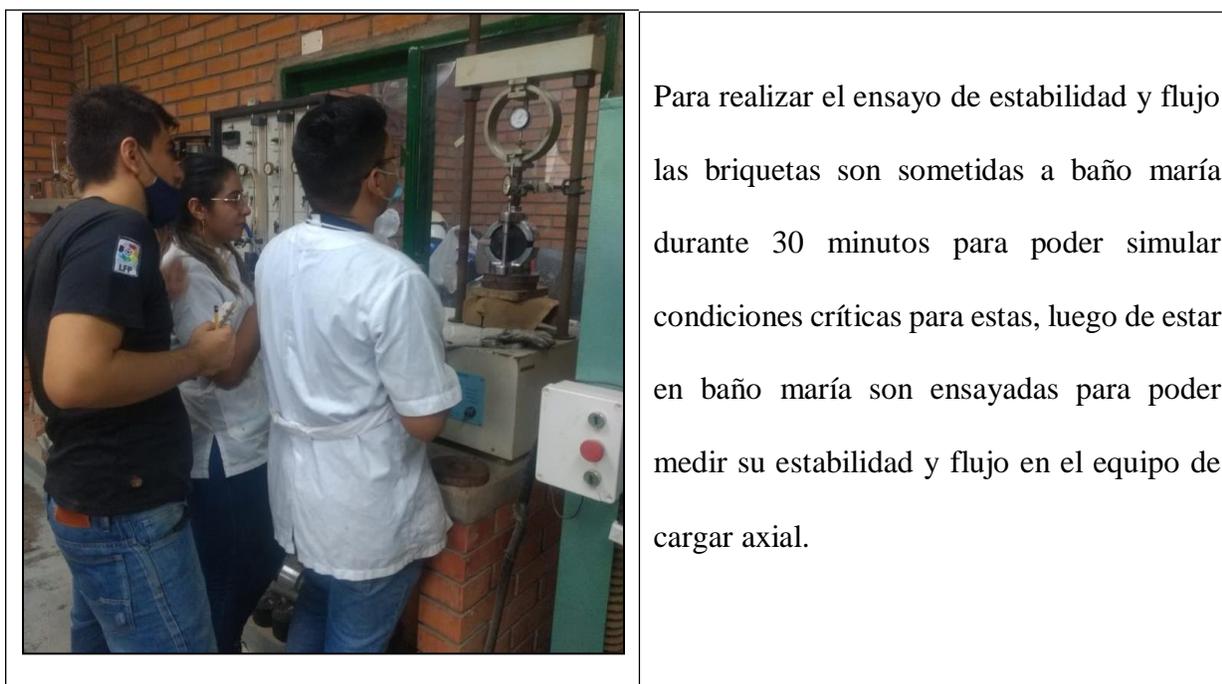
Los agregados se deberán sacar hasta masa constante a una temperatura entre 105° C y 110° C (221° F y 230° F) y se separarán por tamizado en los tamaños deseados. En general se recomiendan las porciones que se indican a continuación, aunque las fracciones definitivas dependerán de los tamaños disponibles en la planta de producción:

25.0 mm a 19.0 mm	(1" a 3/4")
19.0 mm a 9.50 mm	(3/4" a 3/8")
9.50 mm a 4.75 mm	(3/8" a No.4)
4.75 mm a 2.36 mm	(No.4 a No.8)

Pasante de 2.36 mm	(No.8)
-----------------------	--------

Cuadro 9. Tamizado recomendado. fuente: inv e – 748 – 14.

La temperatura a la cual se debe calentar el cemento asfáltico para las mezclas, será la requerida para producir una viscosidad de 170 ± 20 centiStokes. (1 centistoke = $1 \text{ mm}^2/\text{s}$). La temperatura a la cual se deberá calentar el cemento asfáltico para que tenga una viscosidad de 280 ± 30 centiStokes, será la temperatura de compactación.



Fotografía 26. Estabilidad y Flujo de Mezclas Asfálticas

Conclusiones

El desarrollo de las pasantías como auxiliar de laboratorio de suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander se realizaban diferentes tipos de ensayos de laboratorio de diferentes muestras y tipos de suelos. Algunos de estos son: Determinación de humedad natural en los suelos, límites de Atterberg (límite plástico y límite líquido), compresión inconfiada, lavados sobre tamiz N200 y granulometría. Estos ensayos fueron realizados durante el transcurso de las pasantías a diferentes muestras de suelos.

Los ensayos de laboratorio realizados durante las pasantías son básicos para la clasificación de los suelos, es por ello que es necesario realizarlos de la mejor manera posible, siguiendo las normas existentes para estos ensayos; pero al iniciar las pasantías se presentaron diversas dificultades a la hora de llevar a cabo los diferentes ensayos dado a la falta de experiencia y habilidad para llevarlos a cabo, por ejemplo, en el ensayo de límite líquido al principio era complicado al agregar la cantidad de agua correcta, dado que ciertos materiales absorben más agua que otros y a diferente velocidad; los materiales con gran cantidad de arena fina absorben poca agua durante un largo tiempo, mientras que los materiales arcillosos era necesario agregar gran cantidad de agua para que este llegara a su límite líquido; al principio fue difícil saber cuánta agua debía agregar a cada tipo de material, a veces quedaba el material muy fluido o muy seco y debía volver a iniciar el ensayo.

Recomendaciones

Se recomienda a los profesores hacerles el respectivo acompañamiento a los estudiantes al momento de ir al laboratorio, ya que la mayoría de estudiantes llegaban solos al laboratorio y tenían muy poco conociendo del procedimiento al ensayo que debían realizar.

Además, se recomienda que se le facilite al laboratorio todos los instrumentos y aparatos necesarios para la realización de los ensayos, ya que en algunos casos se encuentran limitados, por ejemplo, algunos tamices son límites y otros están un poco deteriorados, y al momento de los estudiantes realizar la respectiva práctica, tienen que esperar que un grupo termine para que le facilite el tamiz que es necesario para realizar el ensayo.

Por último, pensando en los futuros pasantes, es recomendable para ellos que se informen muy bien sobre las normas 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 laboratoristas con más experiencia; y por supuesto, que tengan toda la disposición de aprender, para así sacarle el mejor provecho a esta experiencia.

Bibliografía

BARAJAS CASTIBLANCO, Humberto. Manual de Laboratorio de Materiales. Cúcuta: UFPS, 1981. 112 p.

Normas y especificaciones INVIAS 2013.

BOWLES, Joseph. Propiedades de los Suelos, Bogotá: MC Graw Hill, 1982. 490 p.

DAS, Braja M. Principios de ingeniería de cimentaciones.4 ed. México: Trompson, 2001. 862
INVIAS E-100