

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS	CÓDIGO	FO-GS-15
		VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	FECHA	03/04/2017
		PÁGINA	1 de 117

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): IZAYEN **APELLIDOS:** GONZALEZ NAVARRO

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR:

NOMBRE(S): OSCAR ALBERTO **APELLIDOS:** DALLOS LUNA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

RESUMEN

Este trabajo de grado modalidad pasantía desarrollado en el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander en el segundo semestre del 2022.

Se realizaron Actividades Técnico Administrativas, brindando acompañamiento a los docentes y alumnos que hacen uso de las instalaciones del laboratorio.

PALABRAS CLAVES:

Laboratorio, Suelo, Invias, Pavimento.

CARACTERISTICAS

PÁGINAS: 62 **PLANOS:** **ILUSTRACIONES:**10

**PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE
SUELOS CIVILES EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**

IZAYEN GONZALEZ NAVARRO

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES
SAN JOSE DE CUCUTA
2022**

**PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE
SUELOS CIVILES EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**

IZAYEN GONZALEZ NAVARRO

DIRECTOR

OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

Licenciado En Educación Énfasis Áreas Tecnológicas

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES
SAN JOSE DE CUCUTA**

2022

**ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO COMO MODALIDAD DE PASANTIA
TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES**

HORA: 3:30 P.M.

FECHA: 02 de marzo 2023

LUGAR: FU-309 UFPS


JURADOS: ANDREA JOVANNA CACIQUE ARIAS
RICARDO ZARATE CABALLERO

TITULO DEL PROYECTO: "ASISTENTE TECNICO ADMINISTRATIVO DE PROYECTOS DEL
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER"

DIRECTOR: OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
IZAYEN GONZALEZ NAVARRO	1921071	3.8 (Aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS


CODIGO: 06677
ANDREA JOVANNA CACIQUE ARIAS


CODIGO:00103
RICARDO ZARATE CABALLERO


VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADORA COMITÉ CURRICULAR

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. PROBLEMA	11
1.1 TITULO	10
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo General.	11
1.3.2 Objetivos Específicos	11
1.4 JUSTIFICACIÓN	12
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	12
1.5.1 Alcances.	12
1.5.2 Limitaciones.	13
1.6 DELIMITACIONES	13
1.6.1 Delimitación Espacial.	13
1.6.2 Delimitación Temporal.	13
1.6.3 Delimitación Conceptual	13
2 MARCO REFERENCIAL	14
2.1 ANTECEDENTES	14
2.2 MARCO CONCEPTUAL	16
2.3 MARCO TEORICO	16
2.3.1 IMPORTANCIA DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO.	16
2.3.2 CARACTERÍSTICAS QUE DEBE REUNIR UN PAVIMENTO	17
2.3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	18
2.3.4 DISEÑOS DE MEZCLAS.	19
2.4 MARCO CONTEXTUAL	20
2.5 MARCO LEGAL	21
3. DISEÑO METODOLOGICO	22
3.1 TIPO DE INVESTIGACION	22
3.2 POBLACION Y MUESTRA	22
3.3 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION	22
3.3.1 Información Primaria.	22
3.3.2 Información Secundaria	23
3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	23
3.5 PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	23
4 ACTIVIDADES CUMPLIDAS EN EL PROYECTO	24
4.1 ACTIVIDADES TÉCNICO ADMINISTRATIVAS	24

4.2 ASESORÍA A LOS ESTUDIANTES QUE HACEN ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS.	25
4.3 ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES ¡Error! Marcador no definido.	
4.4 ASISTENCIA DE SERVICIOS	47
5. REGISTRO GENERAL DE ENSAYOS EJECUTADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES.	51
5.1 Ensayo Limites Atterberg	52
5.2 Ensayo para el análisis granulométrico de los suelos por tamizado	52
5.3 Ensayo para determinar la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75µm (No.200) en los agregados minerales.	53
5.4 Ensayo de relación de soporte del suelo en el laboratorio CBR	54
5.5 Ensayo para la determinación en el laboratorio del contenido de agua (Humedad)del suelo, roca y mezclas de suelos – agregado.	54
5.6 Ensayo para determinar la densidad y absorción de los agregados.	55
5.7 Relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado decompactación).	55
5.8 Resistencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores a 37.5mm (1 ½”) por medio de la máquina de los ángeles INVE – 218 – 13.	56
5.9 Determinación de la gravedad específica de las partículas sólidas de los suelos y dela llenante mineral, empleando un picnómetro con agua.	57
BIBLIOGRAFIA	59
ANEXOS	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Masa mínima de la muestra de ensayo según el tamaño máximo nominal de la partícula.	29
Tabla 2. Cantidades de masa mínima según el tamaño máximo nominal de la muestra.	30
Tabla 3. Métodos para realizar el ensayo	34
Tabla 4. Requisitos sobre la masa mínima de los especímenes de ensayo y la lectura de las balanzas	37
Tabla 5. Cantidad mínima de agregado grueso para el ensayo.	40
Tabla 6. Masa de la carga y cantidad de esferas según la granulometría	43
Tabla 7. Granulometría de las muestras de ensayo.	44
Tabla 8. Masa recomendada para la muestra de ensayo	46
Tabla 9. asistencia de estudiantes	51

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	25
Ilustración 2. Medida de expansión axial	31
Ilustración 3. Ensayo de penetración	32
Ilustración 4. Degradación del agregado durante el ensayo	43
Ilustración 5. Esferas de acero	44
Ilustración 6.	46
Ilustración 7. Límites Atterberg	52
Ilustración 8.	52
Ilustración 9.	53
Ilustración 10.	54
Ilustración 11.	54
Ilustración 12.	55
Ilustración 13.	55
Ilustración 14.	56
Ilustración 15.	57

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	60
Anexo 2	60
Anexo 3	61
Anexo 4	62
Anexo 5	62

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.

En esta pasantía se realizaron los ensayos correspondientes para el análisis de las propiedades física y mecánicas de cada una de las muestras traídas desde campo, respectivamente rotuladas para su ensayo y ejecución.

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

1. PROBLEMA

1.1 TITULO

PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO DEL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES 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 los profesionales de la frontera colombo-venezolana, zona de intercambio cultural en donde confluyen saberes binacionales, 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 del Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 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 de las distintas áreas, que adelantan prácticas de laboratorio.
- Asistir en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados o laboratorios, así como en actividades asociadas.
- Brindar ayuda y/o asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles, modalidad presencial y distancia

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 segundo semestre académico del 2022y

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 segundo semestre académico del año 2022.

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

- **Mecánica de suelos**
- **Pavimentos**
- **Diseño de Mezclas**

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.

PIEDRAHITA QUINTERO, Jean Carlos. 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. 2004, 50p.

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 LAZARO, Miguel Fernando. Pasantía caracterización de la malla vial de las comunas 3 y 4 de la ciudad san José de Cúcuta. Trabajo de grado. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander Facultad de Ingeniería. Plan de estudios Tecnología en Obras Civiles, 2005. 98 p.

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 las comuna 3 y 4, consistía en hacer levantamientos de las vías pavimentadas, los diferentes pavimentos, para crear una base de datos estadísticos acerca del estado actual de la malla vial.

PEREZ VILLARRUEL, JESÚS. 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, 2010, 52p.

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 adelante el Laboratorio. En materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso.

HERRERA ANGARITA, Brillith, 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

LIMITE DE COHESIÓN. Es el contenido de humedad con el cual las boronas del suelo son capaces de pegarse unas con otras.

LIMITE DE FLUENCIA. Aquel en el que se presenta un alargamiento notable sin existir.

LIMITE DE CONTRACCIÓN. Es el contenido de humedad por debajo del cual no se produce reducción adicional de volumen o contracción en el suelo un aumento de carga.

LIMITE LÍQUIDO. Es el contenido de húmeda de 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 húmeda de debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

PAVIMENTO. Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan y construyen con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

2.3 MARCO TEORICO

2.3.1 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 muestra que identifiquen la totalidad del material que se verá comprometido. Todo esto permitirá resultados eficientes y considerables ahorros de tiempo y dinero.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS QUE DEBE REUNIR UN PAVIMENTO. Un pavimento, para cumplir adecuadamente sus funciones, debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperie.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto de abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que

permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.

- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.}
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influyen en el entorno, debe ser adecuadamente moderado. Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

2.3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS. En nuestro medio, los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos Semi-rígidos o Semi-flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

Pavimentos Flexibles. Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y sub-base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

Pavimentos Semi-Rígidos. Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

Pavimentos Rígidos. Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la sub-rasante o sobre una capa de material seleccionado la cual se denomina sub. -base del pavimento rígido

Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la sub. -rasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

Pavimentos Articulados. Están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la sub.-rasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento.

2.3.4 DISEÑOS DE MEZCLAS. El concreto es una masa heterogénea constituida básicamente por agregados, cemento Portland, agua, aire y algunas veces aditivos, que una vez endurecida tiene la característica de resistir esfuerzos mecánicos en especial los de comprensión.

Agregados o Áridos, constituyen el material llenante; está compuesto por una parte fina y otra gruesa. Al agregado fino comúnmente se le conoce como arena y al agregado grueso como grava o piedra triturada. La diferencia entre arena y grava se ha establecido en forma conveniente y arbitraria tomando como base su tamaño. En general, la arena es aquella cuyo

diámetro es inferior a 5 mm, mientras que la grava es aquella superior a 5 mm.

Cemento Portland. Es el pegante o ligante hidráulico, es decir, el material que en determinadas condiciones es capaz de endurecerse con el transcurso del tiempo, uniendo a los otros materiales heterogéneos (agregado fino y grueso). En particular, el cemento Portland se endurece al ponerlo en contacto con el agua (proceso de hidratación) lo que da lugar a una acción inicial de fraguado (reacción química), que a su término convierte la masa plástica de concreto fresco en una masa endurecida e indeformable.

Luego de que el concreto ha fraguado continúa un largo período de endurecimiento por lo que se alcanzan las resistencias mecánicas previstas. El proceso de endurecimiento es indefinido pero se considera que a los 28 días se obtiene la resistencia de trabajo, la cual se expresa en Kg. /cm. o en algunas veces en lb. /pul. A la mezcla de cemento Portland, agua, aire (naturalmente atrapado o introducido a propósito) y aditivos (cuando se utilizan) se le conoce como PASTA DE CEMENTO y constituye la llamada MATRIZ. Así mismo, a la mezcla de pasta de cemento y arena se le denomina CEMENTO.

El aire atrapado es aquel que queda incluido inevitablemente dentro de la mezcla durante los procesos de mezclado y colocación del concreto dentro de la formaleta.

El aire introducido a propósito se refiere a las burbujas que se introducen a la mezcla por medio de un aditivo o un cemento especial con el fin de proporcionarle características especiales al concreto.

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 Térreos, ubicado a un costado de la cancha de fútbol. 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° 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 METODOLOGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACION

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 POBLACION 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 14 profesores quienes conforman la parte docente de las ingenierías de la Universidad Francisco de Paula Santander.

3.3 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION

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 PRESENTACION Y ANALISIS 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 ADMINISTRATIVAS

En el laboratorio de suelos se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Limpieza y que pudieran trabajar en un ambiente con condiciones óptimas.
- Verificación del estado de los equipos y en dado caso de que no le funcionara dicho equipo se cambiaba por uno mejor, con tal de darle comodidad al estudiante.
- Adecuación del ambiente de trabajo.

Entrega y recolección de los equipos y el material necesario para la realización

cadaUna de las prácticas de laboratorio correspondientes a las materias:

- Diseño de mezclas.
- Diseño de estructuras.
- Geotecnia I, II y III.
- Materiales de construcción.
- Materiales.
- 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 HACEN ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS.

Se les presta asesoría a los estudiantes que cursan las asignaturas mencionadas anteriormente. 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 basándonos en las normas invias.

4.3 ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

- Límites de Atterberg.
- Límite de retracción
- Limite plástico
- Limite liquido
- Índice de plasticidad



Ilustración 1

- **Determinación del límite líquido de los suelos INVE – 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. Se amasa el suelo que pasa por el tamiz #40 con agua hasta conseguir que la mezcla sea homogénea. Se coloca el suelo dentro de la cazuela mediante la espátula. Se enrasa de forma que quede una masa de 1cm aproximadamente. Se hace una ranura a lo largo de la muestra, cuando ya se vea la ranura empezamos a dar los golpes que serían 2 por segundo. Serian 4 series, cada serie va bajando la cantidad de golpes porque el suelo con valores de entre 10 a 40 golpes. Empezando por el 40 y bajando de a 13 o 12 golpes aprox.

- o CALCULOS

Se calcula el contenido de agua de cada porción del suelo, expresándolo como porcentaje de la masa del suelo secado en el horno.

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

- **Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos INVE –126 – 13**

El límite plástico es el límite inferior del estado plástico. Un pequeño aumento en la humedad sobre el límite plástico destruye la cohesión * del suelo. Nota: estos límites se pueden determinar en el laboratorio de forma fácil y poco costosa, utilizando muestras alteradas y sin altera 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 compactabilidad, los procesos de expansión y contracción y la resistencia al corte.

o Cálculo del índice de plasticidad

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: limite

líquidoLP:

limite plástico

● **Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino INV E – 213 – 13.**

Por granulometría o análisis granulométrico de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. 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 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.

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. :
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 tabla:

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)

Tabla 1. Masa mínima de la muestra de ensayo según el tamaño máximo nominal de la partícula.

FUENTE: INVIAS E-213

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 pasar el tamiz de 75 µm (No. 200) en un agregado. Durante el ensayo, antes de empezar con la granulometría se hace un lavado cuando no son materiales limpios, 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

INVIAS 214:

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

Tabla 2. Cantidades de masa mínima según el tamaño máximo nominal de la muestra.

Fuente: INVIAS

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.

o CALCULOS

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

FUENTE: INVIAS 2414-1

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

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.

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

– 13.

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.

-TIPOS DE CBR:

CBR suelos inalterados. CBR suelos remoldeados. CBR suelos gravosos y arenosos. CBR suelos cohesivos poco o nada plásticos. CBR suelos cohesivos plásticos. El índice CBR se ha desarrollado para medir la capacidad de carga de los suelos a la hora de construir carreteras, aunque también se puede utilizar para caminos rurales. Una tierra cultivada puede tener un CBR de 3, un suelo arcilloso 4,75, un suelo arenoso 10, y las rocas por encima de 80.

La prueba CBR de suelos consiste básicamente en compactar un terreno en unos moldes normalizados, sumergirlos en agua y aplicar un punzonamiento sobre la superficie del terreno mediante un pistón normalizado.



Ilustración 2. Medida de expansión axial Fuente: INVIAS 148

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



Ilustración 3. Ensayo de penetración



Ilustración 3. Ensayo de penetración

FUENTE INVIAS

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 de espécimen o a otras causas y, en tal eventualidad, el punto cero de la curva se debe ajustar.

Densidad seca del espécimen antes de la inmersión (ρ_d)

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

Donde:

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

M_{sac}: Masa seca del suelo al ser compactado en el molde, Mg o g;

M_{mws}: Masa húmeda del suelo compactado más la masa del molde, Mg o g; M_m: Masa del molde, Mg o g;

w_{ac}: Contenido de agua de porciones representativas tomadas durante el proceso de compactación de cada espécimen

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

Relaciones humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación) INV E – 142 – 13.

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

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 19,0mm (3/4”) y que no hayan sido compactados previamente; es decir, no se acepta la reutilización de un suelo compactado.

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	

Tabla 12. Métodos para realizar el ensayo

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.

o Densidad húmeda de cada sub muestra (PH)

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

Densidad húmeda de la sub muestra compactada (punto de compactación),

Cuatro dígitos significativos,

g/cm³ o kg/m³

MT: masa del suelo húmedo dentro del

molde MMD: masa del molde

compactación

V: volumen del molde

cm³ o m³

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

Usar 1, para g/cm³ y volumen en

cm³ Usar 1000 para g/cm³ y
 volumen en m³ Usar 0.001 para
 kg/cm³ y volumen en m³ Usar 1000
 para kg/m³ y volumen en cm³

o Densidad seca de cada sub-muestra (ρ_d):

$$\rho_d = \frac{\rho_H}{1 + \frac{w}{100}}$$

o Peso unitario seco de cada sub-muestra (γ_d):

$$\gamma_d = K_1 \times \rho_d \quad \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right] \quad [142.6]$$

$$\gamma_d = K_2 \times \rho_d \quad \left[\frac{\text{lbf}}{\text{pie}^3} \right] \quad [14$$

γ_d : Peso unitario seco, aproximado a 0.01 kN/m³ (0.1 lbf/pie³);

K1: Constante de conversión (9.8066 para densidad en g/cm³; 0.0098066 para densidad en kg/m³);

K2: Constante de conversión (62.428 para densidad en g/cm³; 0.062428 para densidad en kg/m³).

- **Contenido de Humedad INVE – 122 - 13.**

Esta norma se refiere a la determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad), por masa, de suelo, roca, y mezclas de suelo-agregado. Por Simplicidad, de aquí en adelante, la palabra "material" se refiere a suelo, roca o mezclas de suelo-agregado, la que sea aplicable.

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. En el caso de los suelos de grano fino (cohesivos), la consistencia depende de su contenido de agua. El contenido de agua de un suelo, junto con su límite Líquido (norma INV E-125) y su límite plástico (norma INV E – 126), se usan Para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez.

TAMAÑO MÁXIMO DE PARTICULA (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

Tabla 13. Requisitos sobre la masa mínima de los especímenes de ensayo y la lectura de las balanzas

Fuente: INVIA 122

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

- Se determina y registra la masa de un recipiente limpio y seco (y su tapa, si ella se usa).
- Se escoge una muestra de ensayo representativa
- Se coloca la muestra húmeda dentro del recipiente; se coloca la tapa firmemente en posición (cuando ella se utilice) y se determina el peso del recipiente con la muestra de material, usando una balanza apropiada
- Se retira la tapa (si fue usada) y se coloca el recipiente con el material húmedo en el horno para secar el material hasta que alcance masa constante. El horno secador se mantiene a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$), salvo que se Especifique otra cosa
- En la mayoría de los casos, el secado de una muestra de un día para otro (12 a 16 horas), es suficiente, en especial si se usan hornos de tiro forzado
- Se determina la masa del recipiente con la muestra secada en el horno, usando la misma balanza usada en la operación descrita en el numeral 9.3. Se registra este valor.

o CALCULOS

Se calcula el contenido de agua del material con la fórmula

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

Dónde: w: Contenido de agua, %;

W1: Masa del recipiente con el espécimen húmedo,

g; W2: Masa del recipiente con el espécimen seco,

g;

Wc: Masa del

recipiente, g; Ww:

Masa del agua, g;

Ws: Masa de las partículas sólidas, g

- **Densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino y agregado grueso INV E – 222 – 13 y INV E – 223 – 13.**

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para determinar la Densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado grueso, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso.

El ensayo descrito en esta norma se usa para determinar la densidad de la Porción esencialmente sólida de un gran número de partículas de agregado y Suministra el valor promedio que representa la muestra. El método de ensayo descrito en esta norma no es aplicable a agregados

Absorción – Incremento de la masa de un agregado, debido a la penetración De agua dentro de los poros de sus partículas durante un período especificado, Pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas. La Absorción se expresa como un porcentaje de la masa seca del agregado.

Densidad – Masa por unidad de volumen de un material, expresada Generalmente en kg/m³ (lb/ft³).

PROCEDIMIENTO:

Se sumerge en agua una muestra del agregado durante un período de 24 ± 4 h, para llenar sus

poros permeables. Una vez retiradas del agua, las partículas del agregado se secan superficialmente y se determina su masa. Posteriormente, Se determina el volumen de la muestra por el método de desplazamiento de Agua. Finalmente, la muestra se seca al horno y se determina su masa seca. Usando los valores de masa obtenidos y las fórmulas incluidas en esta norma, es posible calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la Absorción del agregado.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
mm	pg.	kg	lb
12.5	½	2	4.4
19	¾	3	6.6
25	1	4	8.8
37.5	1 ½	5	11
50	2	8	18
63	2 ½	12	26
75	3	18	40
90	3 ½	25	55
100	4	40	88
125	5	75	165

Tabla 14. Cantidad mínima de agregado grueso para el ensayo.

Fuente: INVIAS.

o CALCULOS

Símbolos para el agregado fino:

A: masa al aire de la muestra seca al horno g

B: masa del picnómetro aforado lleno de agua g

C: masa total del picnómetro aforado con la muestra lleno de agua g densidad relativa (gravedad específica) seca al horno (SH) para agregado fino – se calcula sobre la base del agregado secado

al horno de la siguiente forma

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) SH} = \frac{A}{(B+S-C)}$$

Densidad relativa (gravedad específica) en condición saturada y superficialmente seca (SSS) para agregado fino – se calcula sobre la base del agregado en condición saturada y superficialmente seca, de la siguiente forma.

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica)SSS} = \frac{S}{(B+S-C)}$$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) para agregado fino – se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)} = \frac{A}{(B+A-C)}$$

Absorción – se calcula, en porcentaje, con la expresión:

$$\text{Absorción, \%} = \frac{S-A}{A} \times 100$$

Símbolos para el agregado grueso:

A: masa al aire de la muestra seca al horno g

B: masa al aire de la muestra saturada y superficialmente

seca gC: masa aparente de la muestra saturada en agua g

Densidad relativa (gravedad específica) seca al horno (SH) – se calcula sobre la base del agregado secado al horno, de la siguiente forma:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) SH} = \frac{A}{(B - C)}$$

Densidad relativa (gravedad específica) en condición saturada y superficialmente seca (SSS) – se calcula sobre la base del agregado en condición saturada y superficialmente secado de la siguiente forma:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) SSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) – se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)} = \frac{A}{(A - C)}$$

- **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 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.

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 pérdidas.

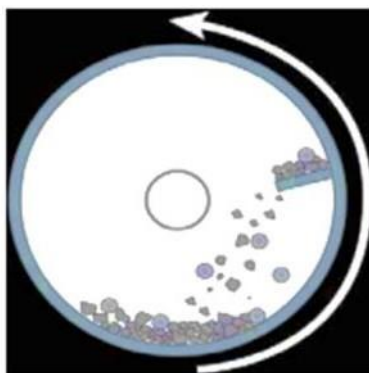


Ilustración 4. Degradación del agregado durante el ensayo

Fuente: INVIAS.

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

Tabla 20. Masa de la carga y cantidad de esferas según la granulometría

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

Tabla 27. Granulometría de las muestras de ensayo.

Fuente: INVIAS.

o CALCULOS



Ilustración 5. Esferas de acero

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

o DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE LOS SUELOS Y DEL LLENANTE MINERAL, EMPLEANDO UN PICNÓMETRO CON AGUA.

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.

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 del llenante mineral de las mezclas asfálticas (filler), empleando un picnómetro.

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

Tabla 31. Masa recomendada para la muestra de ensayo



Ilustración 6

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

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

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

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.

4.4 ASISTENCIA DE SERVICIOS

- Atención al estudiante

FECHA	ENSAYO	MATERIA	GRUPO	DOCENTE
25 de agosto 2022	Granulometría	Materiales de construcción	B EQUIPO	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
26 de agosto 2022	Granulometría	Diseño de Mezclas	B EQUIPO Y ASESORIA	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio

26 de agosto 2022	Granulometría	Materiales de construcción	A EQUIPO	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
26 de agosto 2022	Clasificación de Suelos	Pavimentos	E ASESORIA	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
27 de agosto 2022	Granulometría	Materiales de construcción	C ASESORIA	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
30 de agosto 2022	Granulometría	Geotecnia I	B ASESORIA	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
31 de agosto 2022	Masa Unitaria compactada y suelta	Materiales	E EQUIPO	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
01 de septiembre 2022	Masa Unitaria compactada y suelta	Geotecnia I	D ASESORIA Y EQUIPO	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
6 de septiembre 2022	CBR	Pavimentos	B	Ingeniero Francisco Suarez
08 de septiembre 2022	Masa Unitaria compactada y suelta	Geotecnia I	D EXPLICACION	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
08 de septiembre 2022	Densidad y Absorción	Material es de Construcción	B EQUIPO	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
09 de septiembre 2022	Densidad y absorción	Materiales de construcción	C EQUIPO	Ingeniero Rogelio Ruge Roncancio
09 de septiembre 2022	Cilindro de concreto	Diseño de estructura I	B EXPLICACION Y EQUIPO	Ingeniero Leonardo Jacome
12 de septiembre	Proctor	Pavimentos	E EQUIPO	Ingeniero Jorge Arias

2022				
12, 13 de septiembre 2022	Cilindros de concreto	Diseño de estructura I	B EQUIPO Y ASESORIA	Ingeniero Leonardo Jacome
14 de septiembre 2022	Cilindro de concreto	Diseño de estructura I	A EQUIPO	Ingeniera Leonardo Jacome

16 de septiembre 2022	Cilindros de concretos	Diseño de estructura I	A Y C EXPLICACION Y EQUIPO	Ingeniero leonardo jacome
16 de septiembre 2022	Proctor	Pavimentos	A y C EQUIPO	Ingeniero Jorge Arias
26 de septiembre 2022	Cilindro de concreto	Diseño de estructura I	A y B EQUIPO Y ASESORIA	Ingeniero Leonardo Jacome
26 de septiembre 2022	Limites	Pavimentos	A ASESORIA	Ingeniera Francisco Suarez

FECHA	ENSAYO	MATERIA	GRUPO	DOCENTE
13 de octubre de 2022	Limites de Atterberg	Geotecnia 1	B Asesoría y materiales.	Ingeniero zarate
13 de octubre de 2022	Proctor	Diseño de estructuras	A Materiales	Ingeniero Leonardo Jacome
14 de octubre de 2022	Lavado por el tamiz 200	Introducción a los pavimentos	B Materiales	Ingeniero Francisco Suarez
14 de octubre 2022	Granulometria	Geotecnia 1	D Materiales	Ingeniero Sandy Parra
15 de octubre 2022	Indice de aplanamiento y alargamiento	Introduccion a los pavimentos	B Explicacion	Ingeniero Francisco Suarez

18 de octubre de 2022	Limites de atterberg	Geotecnia II	C Asesoría y materiales	Ingeniero Zarate
18 de octubre 2022	Granulometria	Diseño de mezclas	A Materiales	Ingeniera Liliana Casadiego
18 de octubre 2022	Proctor	Introducción a los pavimentos	A Materiales	Ingeniero Jorge Arias
18 de octubre 2022	Granulometria	Diseño de mezclas	B Asesoría	Ingeniera Liliana Casadiego
18 de octubre 2022	Control de calidad de la base	Introducción a los pavimentos	B Materiales	Ingeniero Francisco Suarez
19 de octubre 2022	Limites de atterberg	Geotecnia I	A Asesoría y materiales	Ingeniero Zarate
19 de octubre 2022	Proctor	Introducción a los Pavimentos	A Materiales	Ingeniero Ivan Luna
19 de octubre 2022	Limites de atterberg	Introducción a los pavimentos	B Materiales	Ingeniero Francisco Suarez
19 de octubre 2022	Limites de atterberg	Geotecnia 1	A Materiales y asesoría	Ingeniera Andrea Cacique
20 de Octubre 2022	Maquina de los angeles	Introducción a los Pavimentos	B Materiales y explicación	Ingeniero Francisco Suarez
21 de octubre 2022	Granulometría	Geotecnia I	D Materiales	Ingeniero Sandy Parra
21 de octubre 2022	Límites de Atterberg	Geotecnia I	C Materiales y asesoría	Ingeniera Ruge Roncancio
21 de octubre 2022	Granulometria	Introducción a los pavimentos	A Materiales	Ingeniero Francisco Suarez
22 de octubre 2022	Limites de atterberg	Geotecnia 1	A Distancia (Materiales)	Ingeniera Andrea Cacique

24 de Octubre 2022	Cbr	Introduccion a los pavimentos	A Asesoria	Ingeniero Jorge Arias
25 de octubre 2022	Maquina de los angeles	Introduccion a los pavimentos	B Materiales	Ingeniero Francisco Suarez
26 de octubre 2022	Granulometria	Geotecnia 1	A Asesoria	Ingeniera Andrea Cacique
26 de octubre 2022	Maquina de los angeles	Introduccion a los pavimentos	B Explicación	Ingeniero Francisco Suarez
27 de Octubre 2022	Micro Deval	Introduccion a los pavimentos	B Explicación	Ingeniero Francisco Suares
1 de noviembre 2022	Micro Deval	Introduccion a los pavimentos	B Explicación	Ingeniero Francisco Suarez
2 de noviembre 2022	Granulometria	Introduccion a los pavimentos	A Materiales	Ingenieria Eva
2 de noviembre 2022	Proctor	Introduccion a los pavimentos	B Materiales	Ingeniero Francisco Suarez
3 de noviembre 2022	Cbr	Introducción a los pavimentos	C Asesoría	Ingeniero Jorge Arias
4 de noviembre 2022	Proctor	Introducción a los pavimentos	B Asesoría	Ingeniero Francisco Suarez
7 de noviembre 2022	Maquina micro deval	Introducción a los Pavimentos	C Materiales	Ingeniero Francisco Suarez
7 de noviembre 2022	Maquina de los angeles	Introducción a los pavimentos	C Asesoría	Ingeniero Jorge Arias
8 de noviembre 2022	Cbr	Introducción a los pavimentos	C Asesoría	Ingeniero francisco Suarez

Tabla 35. asistencia de estudiantes

5. REGISTRO GENERAL DE ENSAYOS EJECUTADOS EN EL LABORATORIO

DE SUELOS CIVILES.

5.1 Ensayo Limites Atterberg



Ilustración 7. Limites Atterberg

INV – E – 125 y 126 – 13.

La muestra utilizada para realizar el ensayo de límites debe estar disgregada y previamente pasada por el tamiz No 40. Se dan una serie de golpes en un rango de 7 a 10 de diferencia, 4 veces, empezando por el 40 o 38 en la primera serie y en las que siguen teniendo la diferencia de rango.

5.2 Ensayo para el análisis granulométrico de los suelos por tamizado



[Ilustración 8.](#)

INV – E – 123 – 13.

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.

5.3 Ensayo para determinar la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75µm (No.200) en los agregados minerales.



Ilustración 9

INV – E – 214 – 13.

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.

5.4 Ensayo de relación de soporte del suelo en el laboratorio CBR



Ilustración 10

INV – E – 148 – 13.

Luego de haber hallado la humedad óptima del material con el cual se quiera realizar el CBR inalterado de una subbase 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.

5.5 Ensayo para la determinación en el laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo, roca y mezclas de suelos – agregado.



Ilustración 11.

INV – E – 122 – 13.

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 24Horas, donde su diferencia de peso después del horno es agua que estaba presente en la Muestra.

5.6 Ensayo para determinar la densidad y absorción de los agregados.

Ilustración 12.

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 tronco-cónico y para el agregado grueso se seca superficialmente para ser pesado saturado superficialmente seco, en estado sumergido y en estado seco.

5.7 Relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación).

Ilustración 13.

– E – 14 – 13.

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 cuales la humedad real con la que se trabajó para poder graficar la densidad máxima seca y saber cuál es la humedad óptima.

5.8 Resistencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores a 37.5mm ($\frac{1}{2}$ ") por medio de la máquina de los ángeles INV E – 218 – 13.

Ilustración 14.

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 desgastó.

5.9 Determinación de la gravedad específica de las partículas sólidas de los suelos y de la llenante mineral, empleando un picnómetro con agua.



Ilustración 15

INV – E – 128 – 13.

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

enfria 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.

BIBLIOGRAFIA

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.

VEGA LAZARO, Miguel Fernando. Pasantía caracterización de la malla vial de las comunas 3 y 4 de la ciudad san José de Cúcuta. Trabajo de grado. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander Facultad de Ingeniería. Plan de estudios Tecnología en Obras Civiles, 2005. 98 p.

freelibros.me/ingenieria-civil/manual-de-laboratorio-de-suelos-en-ingenieria-civil-joseph-e-bowles

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 p

Normas y especificaciones INVIAS 2013.

<https://www.da-lab.co/wp-content/uploads/2021/04/INV-128-13.pdf>

ANEXOS

Fotos de estudiantes realizando Ensayos

- DISEÑO DE MEZCLAS



Anexo 1.

- GEOTECNIA 1 Y 11



Anexo 2.

- MATERIALES



Anexo 3.

- DISEÑO DE ESTRUCTURAS





Anexo 4.

• INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS



Anexo 5.

