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

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S) MARLON YESID APELLIDOS: SEPULVEDA RINCON

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR: OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

NOMBRE(S): MARIA ALEJANDRA APELLIDOS: BERMON BENCARDINO

NOMBRE(S): GERSON APELLIDOS: LIMAS RAMIREZ

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

La formación del estudiante de Tecnología en Obras Civiles debe ser orientada, tanto en conceptos teóricos como en el desarrollo de actividades prácticas, que conllevan al ejercicio profesional, permitiendo así la interacción del estudiante con su entorno social. Como elemento esencial para obtener el título de Tecnólogo en obras civiles se presenta el siguiente anteproyecto teniendo en cuenta la reglamentación contemplada en el artículo 140 del estatuto estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Las actividades que se realizan y que están enmarcadas dentro del contexto del anteproyecto, se encaminan a brindar asistencia técnico académico en las labores que adelanta el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, en materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso, con los diferentes entes institucionales

PALABRAS CLAVES: (ESCRIBIR MÁXIMO 5)

Invias – Laboratorios – Pasantía – Tamices

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 44

PLANOS: NO

CD ROOM: NO

ILUSTRACIONES: ..



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

**HORA:** 3:00 P.M.

**FECHA:** 04 septiembre 2023

**LUGAR:** SA - 105 UFPS

**JURADOS:** MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO  
GERSON LIMAS RAMÍREZ

**TITULO DEL PROYECTO:** "PASANTÍA COMO ASISTENTE TÉCNICO ACADÉMICO DEL  
LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER"

**DIRECTOR:** OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE:</b>	<b>CODIGO</b>	<b>NOTA</b>
MARLON YESID SEPÚLVEDA RINCÓN	1921593	4.3 (Aprobado)

**FIRMA DE LOS JURADOS**

  
CÓDIGO: 06379  
MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO

  
CÓDIGO: 03878  
GERSON LIMAS RAMÍREZ

  
VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO  
COORDINADORA COMITÉ CURRICULAR

PASANTIA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER COMO  
ASISTENTE TECNICO-ACADEMICO DEL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

MARLON YESID SEPULVEDA RINCON

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

SAN JOSE DE CUCUTA

2022

PASANTIA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER COMO  
ASISTENTE TECNICO-ACADEMICO DEL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de tecnólogo en obras civiles

MARLON YESID SEPULVEDA RINCON

Director

OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

Licenciado en Educación Énfasis en Áreas Tecnológicas

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

2022

## Tabla De Contenido

INTRODUCCIÓN	7
1. PROBLEMA	8
1.1 Título	8
1.2 Planteamiento Del Problema	8
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo General	8
1.3.2 Objetivos Específicos	8
1.4 Justificación	9
1.5 Alcances Y Limitaciones	10
1.5.1 Alcances	10
1.5.2 Limitaciones	10
1.6 Delimitaciones	10
1.6.1 Delimitación Espacial.	10
1.6.2 Delimitación Conceptual	10
1.6.3 Delimitación Temporal	11
2.1 Antecedentes	12
2.2 Marco Contextual	13
2.3 Marco Legal	13
2.4 Marco Teórico	14
2.4.1 La Mecánica de Suelos	14
2.4.2 Importancia de las pruebas del Laboratorio	17
2.4.3 Pavimento	18
2.4.4 Características que debe reunir un pavimento	18
2.4.5 Clasificación de los pavimentos	19
2.4.6 Diseño de Mezclas	20
3. DISEÑO METODOLOGICO	22
3.1 Tipo De Investigación	22
3.2 Instrumentos Para La Recolección De Información	22
3.2.1 Información Primaria	22
3.2.2 Información Secundaria	22
4. CONTENIDO DEL PROYECTO	23
4.1 Actividades Técnico Administrativas	23

4.2 Actividades Cumplidas En El Proyecto	23
4.2.1 Inducción al laboratorio y conocimiento de los equipos a trabajar	23
4.2.2 Actividades técnico académicas	24
4.2.3 Asesoría a los estudiantes que adelantan prácticas en el laboratorio de suelos civiles	25
4.2.3 Ensayos realizados en el laboratorio de suelos	26
4.2.5 Asistencia de servicios	33
4.2.6 Proyectos que se adelantan en el laboratorio de suelos civiles	34
4.2.7 Registro general de ensayos ejecutados en el laboratorio de suelos civiles	35
5.CONCLUSIONES	41
BIBLIOGR FIA	42

## Lista de Figuras

Figura 1 Toma de muestra	36
Figura 2 Expansión libre en probetas	37
Figura 3 Toma de muestra	37
Figura 4 Tamizaje	38
Figura 5 Determinación de la cantidad	38
Figura 6 Horno	39

## **Lista de tablas**

Tabla 1. Cantidades de masa mínima según el tamaño máximo nominal del material fuente: INVIAS	27
Tabla 2 Determinación del límite líquido de los suelos	29
Tabla 3 Servicio de atención al estudiante	33



## INTRODUCCIÓN

La formación del estudiante de Tecnología en Obras Civiles debe ser orientada, tanto en conceptos teóricos como en el desarrollo de actividades prácticas, que conlleven al ejercicio profesional, permitiendo así la interacción del estudiante con su entorno social.

Como elemento esencial para obtener el título de Tecnólogo en obras civiles se presenta el siguiente anteproyecto teniendo en cuenta la reglamentación contemplada en el artículo 140 del estatuto estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Las actividades que se realizan y que están enmarcadas dentro del contexto del anteproyecto, se encaminan a brindar asistencia técnico académico en las labores que adelanta el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, en materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso, con los diferentes entes institucionales.

Este anteproyecto otorga capacitación y experiencia profesional al estudiante, el cual puede contribuir con los conocimientos obtenidos durante el transcurso de la carrera, aplicándolos en una forma práctica para resolver las diferentes inquietudes o problemas que se pueden presentar durante el desarrollo de las actividades en el laboratorio de suelos y así, dar planteamiento de posibles soluciones a ellos.

## **1. PROBLEMA**

### **1.1 Título**

Asistente Técnico Administrativo De Proyectos Del Laboratorio De Suelos Civiles De La Universidad Francisco De Paula Santander, Modalidad Pasantía.

### **1.2 Planteamiento Del Problema**

Con la nueva ubicación del Laboratorio de Suelos Civiles, en el bloque o edificio de Térreos, localizado en inmediaciones de la cancha de fútbol, donde se contará con salones individuales para el desarrollo de las respectivas prácticas y en virtud del volumen de trabajo académico y técnico que se presenta en el Laboratorio de Suelos de Civiles de la Universidad, se ha solicitado la asignación de un estudiante de último semestre de Tecnología en Obras Civiles para la realización de diferentes funciones técnico administrativas, que permitan un mejor desarrollo del laboratorio, ratificando su buena imagen, en representación de la Universidad Francisco de Paula Santander.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desempeñar las actividades relacionadas a la pasantía en la universidad Francisco de Paula Santander como asistente técnico académico del laboratorio de Suelos Civiles.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Ejecutar las actividades que vayan dirigidas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Proporcionar apoyo técnico académico a los docentes y alumnos que adelantan prácticas de laboratorio.
- Contribuir en la realización de los diferentes ensayos o laboratorios solicitados, así como es en la toma de muestras y actividades asociadas.
- Brindas asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles e Ingeniería Civil, modalidad presencial y distancia que realizan prácticas de laboratorio.

#### **1.4 Justificación**

El Proyecto Educativo Institucional, considera como objetivo fundamental la labor académica, concebida como el desarrollo de la actividad e investigación de la Universidad Francisco de Paula Santander, la capacitación del hombre en su actitud responsable frente a los hechos y deberes sociales como persona, apoyada en el alcance de la investigación y extensión a la comunidad.

La realización de las pasantías en el Laboratorio de Suelos 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, ya que cuenta con el nuevo bloque de Térreos.

Existen salones individuales para cada práctica, y se puede presentar la posibilidad de atender dos o más grupos a la vez, lo cual requiere del pasante, quien brindará el apoyo del asistente.

## **1.5 Alcances Y Limitaciones**

### **1.5.1 Alcances**

Este proyecto está encaminado a compensar las necesidades del Laboratorio de Suelos Civiles y colocar al servicio de la comunidad los conocimientos adquiridos dentro de la institución, en áreas de brindar la asistencia técnica disponible para la realización de los diferentes proyectos, que tengan como fin mejorar la calidad del servicio y responder a los compromisos adquiridos por la universidad

### **1.5.2 Limitaciones**

Este proyecto este sujeto directamente a la programación y al 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 talleres a realizar.

La movilización para la toma de muestras, depende de la asignación dada al Laboratorio de Suelos y, la División de Servicios Académicos.

## **1.6 Delimitaciones**

### **1.6.1 Delimitación Espacial.**

En este proyecto se tomará en cuenta el tiempo de las investigaciones, prácticas y en donde se realizarán.

### **1.6.2 Delimitación Conceptual.**

Se tomará en cuenta de forma argumentada cuáles serán los sectores de objeto de análisis, así como de proporcionar definiciones para acotar su alcance.

### **1.6.3 Delimitación Temporal.**

Teniendo en cuenta el horario asignado, se harán trabajos y prácticas durante el semestre a realizar para sustentación de pasantías en el laboratorio.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Antecedentes

PIEDRAHITA QUINTERO, JEAN CARLOS. Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Cúcuta, 2004, número de páginas 40. Trabajo de grado modalidad pasantía a (Título a obtener Tecnólogo en Obras Civiles). Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil, Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles.

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.

Cúcuta; Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería, Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles.

GOMEZ PARADA, VLADIMIR. Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Cúcuta, 2005, número de páginas 60.

Trabajo de grado modalidad pasantía a (Título a obtener Tecnólogo en Obras Civiles). Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil, Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles.

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.

## **2.2 Marco Contextual**

La pasantía se realiza en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el Laboratorio de Suelos Civiles, ubicados en el edificio de téreos que se encuentra ubicado a un costado de la cancha de fútbol de la institución.

Se les brinda asistencia técnica a los alumnos de Ingeniería Civil de cuarto a octavo semestre, y a los alumnos de Tecnología en Obras Civiles de tercero a quinto semestre, siendo aproximadamente de quinientos alumnos a la semana.

## **2.3 Marco Legal**

El consejo superior Universitario mediante acuerdo N. 065 del 26 de agosto de 1996, expide el estatuto de la Universidad Francisco de Paula Santander, de acuerdo con el artículo 140 dicho estatuto se establece las modalidades de trabajo de grado, por las cuales el alumno puede optar para cumplir con este prerrequisito de graduación.

Esta reglamentación básica de requisitos de trabajos de grado, se hace necesario, con un objetivo primordial de establecer los criterios institucionales marco base en el cual el comité curricular de cada plan de estudios elabora las normas y procedimientos específicos, que reglamente internamente el trabajo de grado como integrante curricular.

El artículo 140 del Estatuto Estudiantil, mediante acuerdo N.069, que se aprobó en sesión del Consejo Superior Universitario el 5 de septiembre de 1997, reglamenta el literal f del artículo 2.

Literal 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 destrezas y aprendizaje que complementen su formación.

Artículo 5: Cada una de las modalidades de trabajo de grado definidas en los literales “d”, “e” “f” y “g” del artículo 2 de acuerdo deberán tener una duración mínima de un semestre académico y una intensidad horaria no menor de 300 horas.

## **2.4 Marco Teórico**

### **2.4.1 La Mecánica de Suelos**

Es una disciplina de la ingeniería que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos, que conducen directa e indirectamente al conocimiento del suelo, en los diferentes terrenos sobre los cuales se van a erigir estructuras de índoles variable, por diversas razones, el hombre ha estudiado durante siglos el suelo donde vive, presentando teorías sobre las presiones del mismo y sobre métodos para determinar la capacidad de carga para diversos tipos de cimentaciones, sin embargo, se puede decir que quien organizó los conceptos y los hizo crecer hasta formar una rama de la ingeniería civil?.

El objetivo de esta asignatura es el estudio de las propiedades y caracterización del suelo con los ensayos pertinentes. Estudio del comportamiento mecánico del suelo. Estudio



del comportamiento del terreno y su influencia sobre las estructuras: taludes, cimentaciones, empujes en muros y pantallas.

Este estudio es el que nos permite llevar a cabo grandes obras, cimentadas o apoyadas de manera directa sobre el suelo. La inmensa mayoría de las estructuras llevan consigo una estrecha relación con el suelo por ser este el soporte de sus elementos más importantes convirtiéndose en parte fundamental para lograr su más eficiente comportamiento, siendo básico su profundo y amplio análisis.

La interpretación científica nos lleva a estar cada vez más cerca de la comprensión de un elemento tan complicado e impredecible como es el suelo, elemento en el que se ven variaciones de sus propiedades en todas sus extensiones.

Además de la incidencia de aspectos como el clima y su historia de esfuerzos, observando con todos esto lo difícil que puede ser llegar a controlarlo.

El término suelo es usado de diferentes maneras de acuerdo al profesional; nos referimos al concepto que puede darle ya sea un geólogo, agrónomo o un ingeniero, ya que para cada una de estas áreas el aspecto más importante varía. Por ejemplo, para un agrónomo, el suelo se reduce a la capa donde predominan las actividades orgánicas, permitiendo el desarrollo de la vida; para el geólogo, el suelo es el material de la zona superficial relativamente delgada, dentro de la cual se encuentran las raíces. En el caso de la ingeniería, este término abarca mucho más, físicamente hablando, siendo todos los materiales terrosos, orgánicos e inorgánicos que se encuentran en la zona o capa, directamente encima de la corteza rocosa de nuestro planeta.

El esfuerzo por dominar y utilizar térreos se remonta a prácticamente al inicio de nuestra especie, cuando no existían complicados procesos, sólo la experiencia y conocimientos obtenidos de la observación, que pasaron de generación en generación. Aunque ha sido objeto de preocupación desde siempre, sólo hasta el siglo XVIII los científicos e ingenieros vieron la inminente necesidad de realizar proyectos más rigurosos de análisis y observación, todo esto por el requerimiento de nuevas y mejores construcciones, llevando al surgimiento de históricos personajes en esta rama de la ingeniería civil, como Coulobomb y Nanking. Ellos propusieron y aplicaron teorías que aún hoy nos rigen.

Mas adelante, en los inicios del siglo XX, los Ingenieros Coulobomb y Nanking quisieron ir más alto y esto a su vez, exige profundizar en lo que se llamaría Mecánica de los Suelos, con expositores de relevante importancia, como son Fellenius en Suecia, Kogler en Alemania, Hogentogler en los Estados Unidos y especialmente, Karl Terzaghi.

En Europa y Estados Unidos, creo un espacio de investigación de los diferentes aspectos que rodean y constituyen a este elemento, dando inicio a análisis cuantitativos y cualitativos de mayor rigurosidad.

Hoy en día, por la complejidad de diseños y construcciones de infraestructura, la Mecánica de Suelos ha adquirido un importante espacio en toda obra de ingeniería, convirtiéndose en una exigencia legal el estudio de suelos, y, la intervención de un ingeniero geotecnista en obras de importancia, asegurando la preservación de los bienes y de la vida.

### **2.4.2 Importancia de las pruebas del Laboratorio**

Las pruebas del laboratorio constituyen nuestra herramienta para dilucidar las condiciones en las que trabajarán la constructora, dándonos mediante la realización de diferentes ensayos, las propiedades de los suelos, el estado en el que se encuentran, y de esta forma, poder aplicar la teoría que mejor se ajuste a este entorno. En la Mecánica de Suelos 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 a 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 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.

Las hipótesis que se plantean para la realización de todo estudio de suelos en muchas ocasiones pueden resultar dudosas y no es de extrañar porque el suelo, como se dijo anteriormente, es un elemento de gran complejidad; es por esta razón que lo factores de seguridad suelen ser muchos mayores en esta rama de la ingeniería; pero también por medio de los laboratorios de suelos se pueden realizar comparaciones que permiten un mejor ajuste de la teoría a un caso en particular. Es muy importante realizar toma de

muestras en todo proyecto, por pequeño que sea, considerando las variaciones de los materiales, incluso a pocos metros a la redonda, no se pueden generalizar indiscriminadamente, porque en ocasiones, son estas prácticas las que conllevan a errores que pueden ser fatales.

### **2.4.3 Pavimento**

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas construcciones estratificadas se apoyan sobre la subrasante de vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

### **2.4.4 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. 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 longitud, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.

- \* Debe ser durable.
- \* 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.

#### **2.4.5 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 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 subrasante o sobre una capa de material

seleccionado la cual se denomina subbase 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 subrasante. 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.

#### **2.4.6 Diseño de Mezclas**

El concreto es una masa heterogénea constituida,

Básicamente por agregados, cemento Pórtland, agua y algunas veces, aditivos, que una vez endurecida tiene la característica de resistir esfuerzos mecánicos en especial los de la comprensión.

Los agregados o áridos, constituyen el material llenante: éstos compuestos 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.

El cemento Pórtland 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 Pórtland

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 periodo 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 lbs. / pul.

A la mezcla de cemento Pórtland, agua, aire (naturalmente o introducido a propósito) y aditivos (cuando se utilizan) se le conoce como PASTA DE CEMENTO y se constituye la llamada MATRIZ. Así mismo, a la mezcla de pasta de cemento y área se denomina MORTERO.

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.

Por su parte, los aditivos son sustancias químicas que eventualmente son añadidas a la mezcla para modificar algunas de sus características.

Las características de concreto dependen de las cantidades relativas de sus constituyentes.

### **3. DISEÑO METODOLOGICO**

#### **3.1 Tipo De Investigación**

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

El trabajo se desarrolla dentro de un contexto descriptivo, es decir, recolectando información, analizándola para su posterior tratamiento y aplicación.

#### **3.2 Instrumentos Para La Recolección De Información**

Para la recolección de la información se utilizarán formatos de captura de los diferentes datos obtenidos, ya sea en el terreno objeto de estudio o, en el Laboratorio de Suelos Civiles.

##### **3.2.1 Información Primaria**

Es la información obtenida directamente del laboratorio y trabajo de campo. Además de la información referente a la base de datos que posee esta entidad, sobre la cual nos cimentamos para recolectar lo faltante.

##### **3.2.2 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.



## **4. CONTENIDO DEL PROYECTO**

### **4.1 Actividades Técnico Administrativas**

Entrega y recolección de los materiales y equipos necesarios para cada una de las prácticas de laboratorio correspondientes a las materias, diseño de mezclas, geotecnia, geotecnia II, mecánica de suelos y pavimentos.

Para la entrega de materiales y equipos a cada grupo de estudiantes para el desarrollo de un ensayo determinado se realiza la solicitud de carnet estudiantil actualizado de un representante para, el control de 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 Actividades Cumplidas En El Proyecto**

#### **4.2.1 Inducción al laboratorio y conocimiento de los equipos a trabajar**

- Como primera medida en el laboratorio era saber y conocer el espacio a trabajar y todos los implementos que se tienen el laboratorio y en que ensayo se usan. Dando inicio con los laboratorios que se realizan en la Universidad Francisco de Paula Santander a cargo de él ingeniero Oscar Alberto Dallos Luna, el cual nos explica el paso a paso en cada ensayo y cada implemento que debemos usar; para así, cuando estemos con los estudiantes y demás profesores mientras damos asistencia, tener todos los conceptos y los procedimientos claros.

#### 4.2.2 Actividades técnico académicas

- Se lleva a cabo la limpieza y organización del laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, con el objetivo de entregar en excelente estado el laboratorio, sus herramientas y equipos a los estudiantes que requieran de sus servicios para la ejecución de los ensayos.

Dentro de las actividades realizadas en el laboratorio encontramos:

- Limpieza
- Verificación del estado de las herramientas y equipos de trabajo
- Inventario y organización de las herramientas y equipos de trabajo
- Adecuación del ambiente de trabajo
- Agenda y distribución de horarios en los que los alumnos adscritos a las carreras de Tecnología en Obras Civiles, Ingeniería Civil, Ingeniería en Minas, debían hacer uso del laboratorio de suelos.
- Control del uso adecuado de los implementos de seguridad que deben usar los alumnos, al desarrollar cada ensayo de laboratorio.
- Control de asistencia de los alumnos al desarrollo de los ensayos.
- Despacho y recolección de las herramientas y equipos de trabajo necesario para la realización de los ensayos de laboratorio correspondientes a las materias:
  - Materiales de construcción
  - Geología
  - Geotecnia I, II y III
  - Introducción a los pavimentos
  - Pavimentos

En el laboratorio de suelos se dispuso un salón para la utilización de los estudiantes, el cual se les entrega en óptimas condiciones. Como requisito para la entrega de herramientas y equipos de trabajo requeridos por los alumnos para el desarrollo de cada ensayo; se le solicita a cada grupo

de un estudiante para ser identificado y llevar a cabo el control de los elementos prestados además de que si causan algún daño se haga responsable de ello.

Al culminar el ensayo, las herramientas y los equipos que fueron entregados a los alumnos en óptimas condiciones deben regresar de la misma forma, al igual que el salón que se dispuso para ellos. Esto se realiza con el fin de evitar discusiones con los estudiantes.

Adicionalmente se lleva una lista con los nombres de los estudiantes presentes en el momento de la realización del ensayo, con nombre, código, fecha, materia y profesor asignado; en caso de que el maestro solicite dicha lista, es entregada.

#### **4.2.3 Asesoría a los estudiantes que adelantan prácticas en el laboratorio de suelos civiles**

- Las asesorías que se prestan en el laboratorio de suelos están dirigidas a los estudiantes de las materias:
- Materiales de construcción
- Geología
- Geotecnia I, II y III
- Introducción a los pavimentos
- Diseño de mezclas
- Pavimentos

(materias adscritas a la Facultad de Ingeniería Civil y Tecnología en Obras Civiles en la modalidad presencial y distancia)

Se les brinda a los estudiantes asesorías en conceptos básicos de cada uno de los ensayos a realizar, además del cuidado y manejo de los equipos de trabajo del laboratorio; así mismo se les hace acompañamiento en todo el desarrollo del ensayo en pro de que apliquen las metodologías correspondientes y los resultados sean los más acertados.

Toda información impartida (conceptos y metodologías) a los estudiantes es tomada de las normas INVIAS (Instituto Nacional de vías)

#### **4.2.3 Ensayos realizados en el laboratorio de suelos**

- Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 micras (N° 200) en los agregados pétreos mediante lavado (Norma INV E -214-13)

Esta norma describe el procedimiento para determinar la cantidad de material que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) en un agregado. Durante el ensayo, se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No.200), tales como limo, arcilla, polvo de los agregados y materiales solubles en el agua.

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  $\mu\text{m}$  (No. 200), del material grueso. Si no se especifica lo contrario, se deberá usar el procedimiento A (sólo agua).

Esta norma reemplaza la norma INV 214-07.

Se toma la muestra de agregado de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma INV E-201.

Se mezcla completamente la muestra y luego se reduce por cuarteo hasta un tamaño adecuado, de acuerdo con el tamaño máximo del material. Si la muestra va a ser sometida a tamizado en seco, la masa mínima de muestra para ensayo será la indicada en las secciones aplicables de la norma INV E- 213. En caso contrario, la masa de la muestra, luego de secada, no será menor que la indicada en la siguiente lista:

**Tabla 1.** Cantidades de masa mínima según el tamaño máximo nominal del material fuente:

INVIAS

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 (¾")	2500
Mayor de 19.0 mm (¾")	5000

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.

▪ **Análisis granulométrico de los ángeles grueso y fino**

(Norma INV E -213-13)

Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados grueso y fino de un material, por medio de tamizado.

Esta norma reemplaza la norma INV E-213-07.

Este método se usa, principalmente, para determinar la granulometría de los materiales propuestos como agregados o que se están usando como tales. Los resultados se emplean para determinar el cumplimiento de las especificaciones en relación con la distribución de partículas y para suministrar los datos necesarios para el control de la producción de los agregados y de las mezclas que los contengan. Los datos pueden servir, también, para el estudio de relaciones referentes a la porosidad y al empaquetamiento entre partículas.

La determinación exacta del material que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) no se puede lograr mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear para ello, es el indicado en la norma INV E-214.

Las muestras para el ensayo 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 según:

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

**Agregado grueso** – La masa mínima de la muestra de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secada, depende del tamaño máximo nominal del agregado, como se indica en el siguiente cuadro

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)

- **Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo -agregado)**

(Norma INV E -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.

La norma incluye dos métodos para determinar el contenido de agua, los cuales difieren en el número de cifras significativas con las cuales se deben presentar los resultados y en la masa de material requerido. El método por usar debe ser indicado por el cliente. Si éste no lo hace, se usará el Método A.

Método A – El contenido de agua, por masa, se debe registrar con aproximación a 1 %. Para casos en que se presente discusión en relación con los resultados, el Método A se deberá tomar como referencia

Método B – El contenido de agua, por masa, se debe registrar con aproximación a 0.1 %. Esta norma reemplaza la norma INV E-122-07.

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

**Tabla 2** Determinación del límite líquido de los suelos

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

- **Determinación del límite líquido de los suelos**

(Norma INV E – 125-13)

Esta norma se refiere a la determinación del límite líquido de los suelos. Se presentan dos métodos para preparar las muestras de prueba: por vía húmeda, y por vía seca, El método por utilizar deberá ser especificado por el cliente. Si no se especifica ninguno, se empleará la preparación por vía húmeda.

La norma presenta dos métodos para determinar el límite líquido: el Método A, que consiste en un ensayo de varios puntos; y el Método B, consistente en un ensayo de un solo punto.

El método por utilizar será especificado por el cliente. Si no se especifica ninguno, se deberá emplear el Método A.

El método multipunto es, por lo general, más preciso que el de un solo punto. Se recomienda que aquel se emplee en los casos donde los resultados puedan ser objeto de discusión o cuando se requiera una buena precisión.

No se recomienda que el método de un solo punto sea utilizado por operadores inexpertos, debido a requiere que el operador tenga la experiencia suficiente para saber que una muestra de ensayo se encuentra, aproximadamente, en su límite líquido.

La correlación a partir de la cual se basan los cálculos del método de un punto puede resultar inválida en ciertos suelos, tales como los orgánicos o los que se presentan en ambiente marino. Se recomienda que el límite líquido de estos suelos se determine mediante el método multipunto.

El método descrito en esta norma se debe aplicar únicamente sobre la porción de suelo que pasa el tamiz de 425  $\mu\text{m}$  (No. 40). Por lo tanto, se deberá considerar la contribución relativa de esta fracción de suelo a las propiedades de la muestra como conjunto, cuando se usen estos ensayos para evaluar las propiedades de un suelo.



A los fines de comparar valores medidos o calculados con límites especificados, el valor medido o calculado se deberá redondear al dígito significativo más próximo al del límite especificado.

Esta norma reemplaza la norma INV E-125-07.

▪ **CBR de suelos compactados en el Laboratorio y sobre muestras inalteradas**

(Norma INV E 148-13)

Esta norma describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos de subrasante, subbase y base, denominado CBR (California Bearing Ratio). Este método de ensayo está proyectado, aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales que contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19 mm ( $\frac{3}{4}$ "). 1

Cuando se van a ensayar materiales con partículas de tamaño máximo mayor de 19 mm ( $\frac{3}{4}$ "), este método de ensayo provee una forma de modificar la gradación del material, de manera que el usado para las pruebas pase en su totalidad por el tamiz de 19.0 mm ( $\frac{3}{4}$ "), a la vez que mantiene constante la fracción del total de la grava entre 75 mm (3") y 4.75 mm (No. 4). Aunque tradicionalmente se ha empleado este método de preparación de especímenes para evitar el error inherente en el ensayo de materiales que contienen partículas gruesas en el equipo de prueba de CBR, el material modificado puede tener

propiedades de resistencia significativamente diferentes a las del material original. Sin embargo, se ha desarrollado una gran base de experiencia usando este método para materiales en los cuales la gradación ha sido modificada y están en uso métodos satisfactorios de diseño, basados en los resultados de pruebas usando este procedimiento.

La experiencia ha demostrado que los resultados del ensayo CBR para aquellos materiales que contienen porcentajes sustanciales de partículas retenidas en el tamiz 4.75 mm (No. 4), son más variables que los de los materiales más finos. En consecuencia, se pueden requerir más pruebas para estos materiales, con el fin de establecer un valor confiable de CBR.

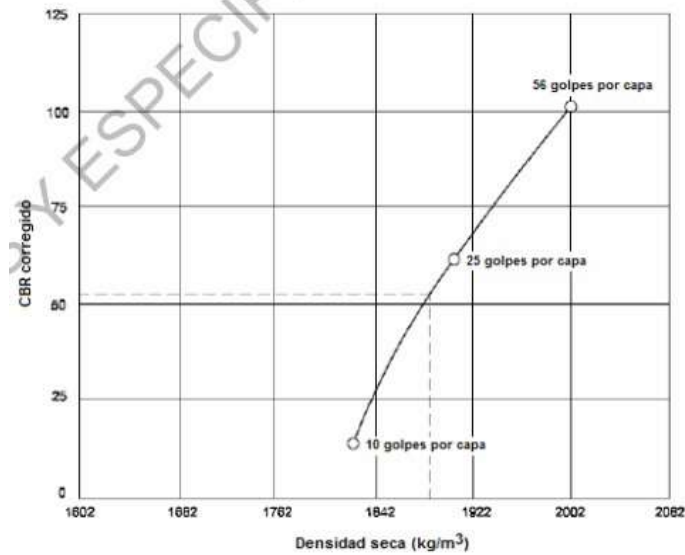
El ensayo se realiza, normalmente, sobre una muestra de suelo preparada en el laboratorio en determinadas condiciones de humedad y densidad. Los pesos unitarios secos de los especímenes corresponden, generalmente, a un **NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012**

INVIAS E - 148 Instituto Nacional de Vías Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras E 148 - 2 porcentaje del peso unitario seco máximo obtenido en el ensayo normal de compactación (INV E-141) o en el ensayo modificado (INV-142); pero, también, se puede operar en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno (Ver Anexo A).

La entidad que exija la ejecución de ensayos de acuerdo con esta norma, deberá indicar la humedad (o rango de humedades) y el peso unitario seco para el cual desea conocer el valor del CBR del suelo.

A menos que el cliente especifique algo en contrario, todos los especímenes ensayados por este método deberán ser sometidos a inmersión antes de la penetración.

Esta norma reemplaza la norma INV E-148-07



#### 4.2.5 Asistencia de servicios

**Tabla 3 Servicio de atención al estudiante**

Fecha	Ensayo	Materia	Profesor
03/2023	Granulometria	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
03/2023	Granulometria	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
03/2023	Granulometria	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
03/2023	Humedad natural	Geotecnia I	Ing. Andrea cacique
03/2023	Granulometria	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
03/2023	masa unitario-suelto y compacto	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
03/2023	masa unitario-suelto y compacto	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
03/2023	masa unitario-suelto y compacto	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
04/2023	masa unitario-suelto y compacto	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
04/2023	masa unitario-suelto y compacto	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
04/2023	densidad y absorcion	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
04/2023	densidad y absorcion	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
04/2023	densidad y absorcion	Materiales de Construccion	Ing. Ruge Roncancio
04/2023	cilindros de concreto	diseño de mezclas	Ing. Leonardo Jacome

04/2023	cilindros de concreto	diseño de mezclas	Ing. Leonardo Jacome
04/2023	cono dinamico	pavimentos	Ing. Francisco Suarez
04/2023	CBR inalterado	pavimentos	Ing. Francisco Suarez
04/2023	cilindros de concreto	diseño de mezclas	Ing. Leonardo Jacome
04/2023	Proctor	pavimentos	Ing Jorge Arias
04/2023	Granulometria	pavimentos	Ing Jorge Arias
05/2023	limites liquido-plastico	Geotecnia I	Ing. Andrea cacique
05/2023	Granulometria	Materiales de Construcccion	Ing. Ruge Roncancio
05/2023	limites liquido-plastico	Geotecnia I	Ing. Andrea cacique
06/2023	CBR	pavimentos	Ing. Francisco Suarez

#### 4.2.6 Proyectos que se adelantan en el laboratorio de suelos civiles

- Desarrollo de un bloque ecológico usando los residuos de construcción (RCD) del área metropolitana de Cúcuta. (Proyecto para Covolsa)

Ensayos realizados:

- Caracterización de los materiales.
- Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca, y mezclas de suelo-agregado. (Norma INV E -122 – 13)
- Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino. (NORMA INV E - 213 – 13)
- Proctor modificado (NORMA INV E – 142- 13)
- Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos (NORMA INV E -126 – 13)
- Determinación del límite líquido de los suelos. (NORMA INV E -125 – 13)

#### **4.2.7 Registro general de ensayos ejecutados en el laboratorio de suelos civiles**

➤ **CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada (Norma INV E -148 -13)**

El ensayo CBR se utiliza en diseño de pavimentos. En el ensayo, un pistón circular penetra una muestra de suelo a una velocidad constante. El CBR se expresa como la relación porcentual entre el esfuerzo requerido para que el pistón penetre 2.54 a 5.08 mm (0.1 o 0.2”) dentro de la muestra de ensayo, y el esfuerzo que se requirió para penetrar las mismas profundidades una muestra patrón de grava bien gradada.

Este método se emplea para determinar el CBR de una muestra compactada en un molde especificado. Es de responsabilidad de quien exige la ejecución de ensayos de acuerdo con esta norma, especificar la finalidad del ensayo para satisfacer sus protocolos o los requerimientos específicos del diseño. Entre las posibles finalidades se pueden mencionar las siguientes:

El ensayo se debe realizar sobre cada punto de un ensayo de compactación realizado de acuerdo con las normas de ensayo INV E – 141 o INV E -142. En este caso, el molde CBR con el disco espaciador especificado en esta norma tendrá el mismo volumen del molde de compactación de 152.4mm (6”).

Se emplea otra alternativa para la determinación del CBR del material compactando a unos valores específicos de humedad y densidad o, alternativamente, se establecen unos rangos de humedad y densidad para realizar los ensayos. En este caso se requiere elaborar varias muestras de ensayo, usando dos o tres energías de compactación que permitan abarcar el rango requerido.



**Figura 1** Toma de muestra

➤ **Expansión libre en probetas (NORMA INV E -132 -13)**

De una porción de suelo completamente mezclado que pase el tamiz N° 40 y recién sacado del horno se toman dos muestras de 10g cada uno. Se coloca cada muestra en una probeta graduada de 100ml de capacidad seguido cuidadosamente se llena uno de los cilindros con kerosene y el otro con agua destilada, hasta la marca de 100ml.

Mediante agitación con la varilla de vidrio se remueve el aire atrapado en los cilindros. Se permite el asentamiento de las muestras en ambos cilindros. Se dejan los cilindros en reposo por un lapso de, por lo menos 24 horas para que las muestras de suelo alcancen el equilibrio volumétrico. Se anota el volumen que alcanza el suelo en cada cilindro. Finalmente se hacen los cálculos determinantes.



**Figura 2** Expansión libre en probetas



**Figura 3** Toma de muestra

➤ **Proctor modificado (Norma INV E – 142-13)**

Una muestra de suelo con una humedad de moldeo seleccionada, se coloca en cinco capas dentro de un molde, sometiendo cada capa a 25 o 56 golpes de un martillo de 44.48 N (10lbf) que cae desde una altura de 457,2mm (18”), produciendo una energía de compactación aproximada de 2700 kN – m/m<sup>3</sup> (56000 lbf-pie/pie<sup>3</sup>). Se determina el peso unitario seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de humedades de moldeo, para establecer una curva que relacione a éstas con los respectivos pesos unitarios secos obtenidos, esta curva se llama curva de compactación y su vértice determina la humedad óptima y el peso unitario seco máximo, para el ensayo normal de compactación.

➤ **Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino (Norma INV E – 213-13)**

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



**Figura 4** Tamizaje

- **Determinación de la cantidad de material fino que pasa por el tamiz de 75 micras (N°200) en los agregados pétreos mediante lavado (Norma INV E – 214 – 13)**

Se lava de una manera prescrita una muestra de agregado, ya se 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 N° 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 N° 200 obtenido por el lavado.



**Figura 5** Determinación de la cantidad

- **Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo – agregado (Norma INV E – 122 – 13)**



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.



**Figura 6** Horno

➤ **Determinación del límite líquido de los suelos (Norma INV E – 125 – 13)**

Se procesa la muestra de suelo para remover cualquier porción retenida en el tamiz N° 40. El límite líquido se determina mediante tanteos, en los cuales una porción de la muestra se esparce sobre una cazuela de bronce que se divide en dos partes con un ranurador, permitiendo que esas dos partes fluyan como resultado de los golpes recibidos por la caída repetida de la cazuela sobre una base normalizada. El límite líquido multipunto, Método A, requiere 3 o más tanteos sobre un rango de contenidos de agua, cuyos resultados se dibujan para establecer una relación a partir de la cual se determina el límite líquido. El método de un punto, Método B, usa los datos de dos

tanteos realizados con un solo contenido de agua, multiplicado el valor obtenido por un factor de corrección.

➤ **Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos (Norma INV E – 126 – 13)**

El límite plástico se determina presionando de manera repetida una pequeña porción de suelo húmedo, de manera de formar rollos de 3.2mm (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 mas 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.

## 5. CONCLUSIONES

En conclusión, mis pasantías en el laboratorio de suelos han sido una experiencia enriquecedora y valiosa. Durante este período, he tenido la oportunidad de sumergirme en el fascinante mundo de la caracterización y análisis de los suelos, lo que me ha permitido aplicar y ampliar mis conocimientos teóricos en un entorno práctico.

A lo largo de mis pasantías, he tenido la oportunidad de aprender técnicas fundamentales de muestreo, análisis y evaluación de las propiedades físicas y químicas de los suelos. He trabajado con instrumentación especializada, aprendiendo a manejar equipos de laboratorio, lo que ha fortalecido mis habilidades técnicas y mi capacidad para abordar problemas concretos.

La interacción con profesionales y expertos en el campo ha sido especialmente enriquecedora. He tenido la oportunidad de colaborar en proyectos significativos, participar en discusiones técnicas y recibir retroalimentación constructiva, lo que ha contribuido significativamente a mi crecimiento profesional.

En resumen, las pasantías en el laboratorio de suelos han sido una experiencia educativa y gratificante que me ha permitido crecer tanto a nivel profesional como personal. Estoy agradecido por la oportunidad de haber participado en este entorno, y siento que estoy mejor equipado para enfrentar los desafíos futuros en este campo y contribuir de manera significativa a la comprensión y gestión de los recursos naturales en relación con los suelos.

## 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.

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. 110p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Tesis y otros trabajos de grado.

Bogotá: ICONTEC, 2002. 132 p. (NTC. 1486).

INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO.  
Construcción de

pavimentos de suelo-cemento. Bogotá: ICOPC, 2002. 110 p. (NTC. 4-33-842).

MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. 2da ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 1998. 115 p.

<https://inteinsapavimentos.com.co/wp-content/uploads/2020/07/SECCIO%CC%81N-100.pdf> [https://www.umv.gov.co/sisgestion2019/Documentos/APOYO/GLAB/GLAB-DE-002\\_V1\\_Normas\\_\\_Invia\\_Seccion\\_\\_200-13.p](https://www.umv.gov.co/sisgestion2019/Documentos/APOYO/GLAB/GLAB-DE-002_V1_Normas__Invia_Seccion__200-13.p)