

PASANTÍA EN LABORATORIO DE SUELOS ORIENTADA AL APOYO EN
PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS, SUPERVISIÓN EN CAMPO Y ELABORACIÓN DE
INFORMES EN INGEGAR INGENIERÍA SAS



NICOLAS RAQUEJO BAQUERO



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO

2026

PASANTÍA EN LABORATORIO DE SUELOS ORIENTADA AL APOYO EN
PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS, SUPERVISIÓN EN CAMPO Y ELABORACIÓN DE
INFORMES EN INGEGAR INGENIERÍA SAS

NICOLAS RAQUEJO BAQUERO

Informe de práctica presentado como requisito para optar al título de ingeniero civil

Asesor

Ing. Mg. JUAN MANUEL SALGADO DIAZ

Magister en ingeniería civil con énfasis en infraestructura vial

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO

2026

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O. P.

Rector General

P. Adrián Mauricio GARCIA PEÑARANDA, O. P.

Vicerrector Académico General

P. Jose Antonio BALAGUERA CEPEDA, O. P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Juan Francisco CORREA HIGUERA, O. P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. Jhonatan Augusto FORERO PABON

Decano de la Facultad de ingeniería civil

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la oportunidad de culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis padres, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional durante todo mi proceso académico. Gracias por creer en mí, motivarme a seguir adelante y enseñarme que la constancia y la disciplina son el camino para alcanzar las metas.

A mi familia, a todas las personas que, de una manera u otra, me brindaron su apoyo y confianza a lo largo de esta experiencia.

Finalmente, dedico este trabajo a los profesionales de INGEGAR INGENIERÍA S.A.S., quienes compartieron sus conocimientos y experiencias durante el desarrollo de mi pasantía, contribuyendo significativamente a mi crecimiento personal y profesional.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por guiar cada uno de mis pasos, brindarme fortaleza, sabiduría y la oportunidad de culminar esta importante etapa de mi vida. Su compañía ha sido fundamental para superar los retos y desafíos presentados durante mi formación profesional.

A mis padres, por su amor incondicional, esfuerzo, sacrificio y apoyo constante. Gracias por creer en mí, enseñarme el valor de la disciplina, la responsabilidad y la perseverancia, y por ser el principal motor que me impulsó a alcanzar esta meta

A mi familia, por su compañía, sus palabras de aliento y el respaldo brindado a lo largo de este proceso. Su confianza y cariño fueron fundamentales para mantenerme firme en el cumplimiento de mis objetivos

A mi novia, por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante esta etapa. Gracias por acompañarme en los momentos de mis altos y bajos, brindarme animo cuando más lo necesité y celebrar conmigo cada uno de los logros alcanzados

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron parte de este proceso y contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional.

Contenido

	Pág.
Dedicatoria.....	4
Agradecimientos	5
Contenido.....	6
Resumen	9
Abstract.....	10
Glosario.....	11
Introducción.....	12
1. Perfil de la empresa	13
1.1. Misión	13
1.2. Visión.....	13
1.3. Portafolio de servicios.....	13
1.4. Mercado que atiende	14
1.5. Área donde se desarrolló la pasantía.....	14
2. Marco Normativo	15
2.1. Especificaciones y Normas de Ensayo INVIAS	15
2.2. Norma Técnica colombiana	16
2.3. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras	16
3. Actividades Realizadas.....	17
4. Análisis DOFA	51
4.1. Análisis empresa	51
4.2. Análisis personal	51
5. Lecciones aprendidas	53
6. Recomendaciones	54
7. Síntesis	55
Referencias bibliográficas	56

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Cronograma de actividades..... 17

Tabla 2. Lecciones aprendidas durante el desarrollo de la pasantía. 56

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Logo de INGEGAR INGENIERÍA.....	13
Figura 2. Análisis DOFA empresa.....	54
Figura 3. Análisis DOFA personal.....	55

Resumen

El presente informe describe las actividades desarrolladas durante la pasantía realizada en INGEGAR INGENIERÍA S.A.S. El objetivo de la práctica fue apoyar la ejecución de ensayos de laboratorio y de campo, el control de calidad de materiales y la elaboración de informes técnicos, mediante la aplicación de los procedimientos establecidos en la normativa del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

Para el desarrollo de la pasantía se participó en la ejecución de ensayos de caracterización de suelos, agregados, concreto y mezclas asfálticas, entre ellos análisis granulométricos, límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR, densidad de campo, resistencia a la compresión de cilindros y núcleos de concreto, así como ensayos Marshall y extracción de asfalto. De igual manera, se brindó apoyo en la revisión de estudios de suelos, el diligenciamiento de formatos técnicos y la elaboración de informes de laboratorio.

Como resultado de la pasantía, se fortalecieron las competencias relacionadas con la aplicación de la normativa técnica, la ejecución de procedimientos de laboratorio, la interpretación de especificaciones para materiales de construcción y el trabajo coordinado entre las actividades de laboratorio y campo. La experiencia permitió consolidar los conocimientos adquiridos durante la formación académica y comprender la importancia del control de calidad en el desarrollo de proyectos de infraestructura.

Palabras clave: Ingeniería civil, laboratorio de suelos, control de calidad, normativa INVIAS, ensayos, materiales

Abstract

This report describes the activities carried out during the internship at INGEGAR INGENIERÍA S.A.S. The main objective of the internship was to support laboratory and field testing activities, quality control of construction materials, and the preparation of technical reports by applying the procedures established in the standards Instituto Nacional de Vias (INVIAS).

During the internship, activities included the characterization of soils, aggregates, concrete, and asphalt mixtures through laboratory tests such as particle size analysis, Atterberg limits, Modified Proctor, California Bearing Ratio (CBR), in-place density, compressive strength of concrete cylinders and cores, as well as Marshall stability and asphalt extraction tests. In addition, support was provided in the review of geotechnical reports, completion of technical laboratory records, and preparation of technical documentation.

The internship strengthened technical competencies related to the application of engineering standards, laboratory testing procedures, quality control of construction materials, and the interpretation of technical specifications. This experience also reinforced the knowledge acquired during the undergraduate program and contributed to the development of professional skills required for engineering practice.

Keywords: *Civil engineering, soil laboratory, quality control, INVIAS standards, geotechnical engineering, construction materials*

Glosario

INVIAS: Instituto nacional de vías de Colombia, encargado de establecer normas y especificaciones técnicas para infraestructura vial.

Base granular: capa de pavimento que distribuye las cargas hacia las capas inferiores

CBR (California Bearing Ratio): ensayo que determina la capacidad de soporte de un suelo o material granular.

Fenolftaleína: indicador químico utilizado para identificar la carbonatación del concreto

Granulometría: ensayo que determina la distribución del tamaño de las partículas de un material

Gravedad específica: relación entre la densidad de un material y la densidad del agua

Límite líquido: contenido de humedad en el que un suelo pasa del estado plástico al líquido

Límite plástico: contenido de humedad en el que un suelo pasa del estado semisólido al plástico

Proctor modificado: ensayo que determina la humedad óptima y la densidad seca máxima de un suelo.

Resistencia a la compresión: capacidad del concreto para soportar cargas axiales antes de fallar

Introducción

La práctica profesional constituye una de las etapas más importantes dentro de la formación de un ingeniero civil, esta permite aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en un entorno laboral real, además de fortalecer las competencias técnicas y profesionales necesarias para el ejercicio de la profesión. En este contexto, la pasantía desarrollada en INGEGAR INGENIERÍA S.A.S. representó una oportunidad para conocer de cerca los procesos relacionados con el control de calidad de materiales, la ejecución de ensayos de laboratorio y el apoyo en actividades técnicas propias del área de geotécnica y pavimentos

El presente informe tiene como propósito describir las actividades realizadas durante el periodo de pasantía, las cuales estuvieron orientadas al apoyo en la ejecución de ensayos de laboratorio de suelos, agregados, concreto y mezclas asfálticas, así como en la elaboración de informes técnicos y el acompañamiento en actividades de campo. Cada una de estas labores se desarrolló siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), permitiendo fortalecer los conocimientos adquiridos durante la formación académica y comprender la importancia del control de calidad en el desarrollo de proyectos de infraestructura

Asimismo, este documento presenta de manera organizada las principales actividades desarrolladas, los conocimientos adquiridos y la experiencia obtenida durante la práctica profesional, evidenciando el aporte que esta representó tanto para mi formación como para el fortalecimiento de las competencias requeridas en el ejercicio de la ingeniería civil

1. Perfil de la empresa

INGEGAR INGENIERÍA S.A.S. es un laboratorio especializado en ensayos de suelos, concretos y pavimentos, orientados al control de calidad de materiales de construcción y al acompañamiento técnico de proyectos de infraestructura

Figura 1. Logo de INEGAR INGENIERÍA



Nota. Imagen tomada del sitio web de INEGAR INGENIERÍA S.A.S. <https://www.ingegaringenieria.com.co/>

1.1. Misión

Responder a las múltiples demandas del servicio de laboratorio de suelos, concretos y pavimentos, trabajando con experiencia, responsabilidad, confiabilidad, puntualidad y calidad en nuestros compromisos (INGEGAR INGENIERÍA S.A.S., s.f).

1.2. Visión

Ser reconocidos como pilar y apoyo fundamental para el sector de la construcción, en la prestación de servicios de laboratorios de suelos, concretos y pavimentos; aportando esfuerzos en busca de consolidar el nivel de desarrollo social y económico de la región (INGEGAR INGENIERÍA S.A.S., s.f).

1.3. Portafolio de servicios

INGEGAR INGENIERÍA S.A.S. presta servicios especializados en diferentes áreas de la ingeniería civil, orientados al desarrollo de proyectos de infraestructura y construcción. Entre sus

principales campos de especialidad se encuentran los estudios de suelos para edificaciones y vías, la caracterización de materiales, el diseño de estructuras de pavimentos, el diseño de mezclas asfálticas y de concreto, los estudios geotécnicos, la geotecnia aplicada a vías, puentes, viaductos y taludes, así como la ejecución de perforaciones geotécnicas. Adicionalmente, la empresa desarrolla actividades de interventoría técnica y administrativa, levantamientos topográficos, estudios geofísicos, diseño geométrico de vías, diseño de acueductos y alcantarillados, y proyectos relacionados con geología, geomorfología y control de erosión y estabilidad (INGEGAR INGENIERÍA S.A.S., s.f).

1.4. Mercado que atiende

La empresa presta sus servicios a entidades públicas y privadas vinculadas al sector de la construcción y la infraestructura. Entre sus principales clientes se encuentran empresas constructoras, consultoras, interventorías y entidades gubernamentales que requieren estudios geotécnicos y control de calidad de materiales para desarrollo de sus proyectos

1.5. Área donde se desarrolló la pasantía

La pasantía se desarrolló en el área de laboratorio de suelos, donde se ejecutan actividades relacionadas con la recepción de muestras, preparación de especímenes, realización de ensayos de laboratorio y apoyo en actividades de campo, siguiendo los procedimientos establecidos por las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Durante este proceso se participa en la caracterización de materiales, control de calidad y elaboración de información técnica para estudios geotécnicos y proyectos de infraestructura

2. Marco normativo

Las actividades desarrolladas durante la pasantía se ejecutaron conforme a la normativa técnica vigente aplicable a los ensayos de laboratorio, estudios geotécnicos y control de calidad de materiales para infraestructura vial. Las principales normas y reglamentos que orientaron el desarrollo de las actividades fueron las siguientes:

2.1. Especificaciones y normas de ensayo INVIAS

Las especificaciones generales de construcción de carreteras y las normas de ensayo del instituto nacional de vías (INVIAS) constituyen la principal referencia técnica para la ejecución de los ensayos de laboratorio realizados durante la pasantía. Entre las normas aplicadas se encuentran

- INV E-133 – equivalente de arena de suelos y agregados finos
- INV E-123 – determinación de los tamaños de las partículas de los suelos.
- INV E-125 – determinación del límite líquido de los suelos
- INV E-126 – límite plástico e índice de plasticidad de los suelos
- INV E-142 – relaciones de humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)
- INV E-148 – CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada
- INV E-223 – densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso
- INV E-222 – densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino.
- INV E-212 – presencia de impurezas orgánicas en arenas usadas en la preparación de morteros o concretos
- INV E-227- porcentajes de partículas fracturadas en un agregado grueso
- INV E-230 – índices de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras.
- INV E-410 – resistencia a la compresión de cilindros de concreto

- INV E-748 – estabilidad y flujo en mezclas asfálticas en caliente empleando el equipo Marshall
- INV E-732 – extracción cuantitativa del asfalto en mezclas para pavimentos

2.2. Norma técnica colombiana

Las Normas Técnicas Colombianas constituyen documentos técnicos que establecen requisitos, criterios y procedimientos para la evaluación y control de diferentes materiales y procesos relacionados con la ingeniería y la construcción. Estas normas sirven como referencia para garantizar la calidad, uniformidad y confiabilidad de los procedimientos realizados.

- **NTC 92:** Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados

2.3. Especificaciones generales de construcción de carreteras

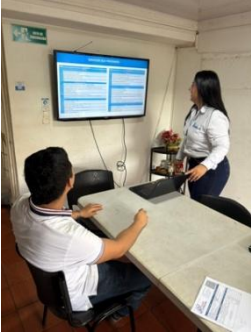
Las Especificaciones Generales de Carreteras establecen los requisitos técnicos y criterios generales que deben tenerse en cuenta durante la ejecución de proyectos de infraestructura vial en Colombia. Estas especificaciones sirven como referencia para la sección de materiales, procedimientos constructivos, control de calidad y verificación del cumplimiento de las condiciones establecidas para las obras.

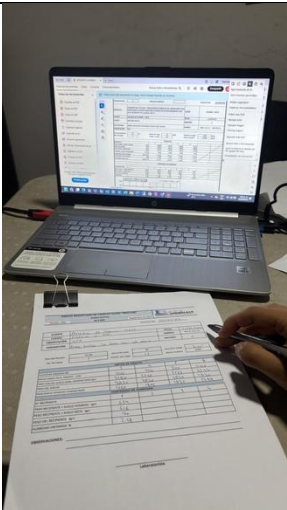
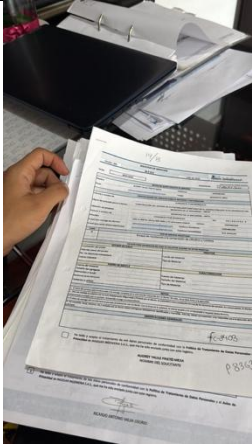
- **Artículo 630 – 22:** Concreto estructural.

3. Actividades realizadas

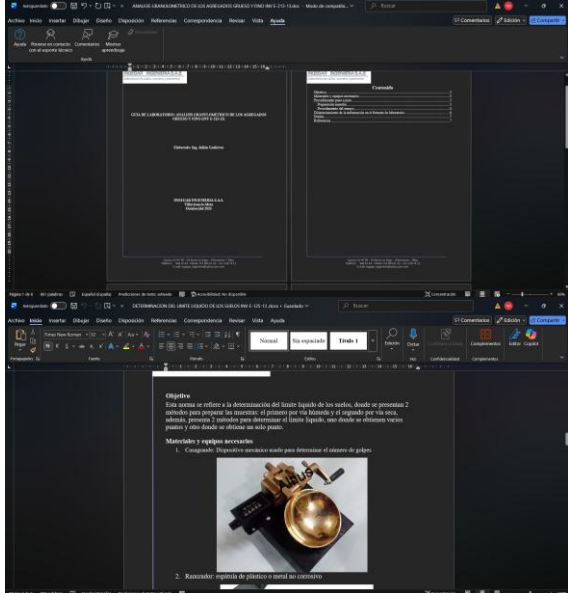
En este capítulo se presentan las actividades desarrolladas durante la pasantía, organizada cronológicamente. Para cada periodo se describen las labores realizadas, el objetivo de la actividad y las evidencias correspondientes, con el fin de mostrar el proceso de formación y las funciones desempeñadas en el laboratorio de INGEGAR INGENIERÍA S.A.S.

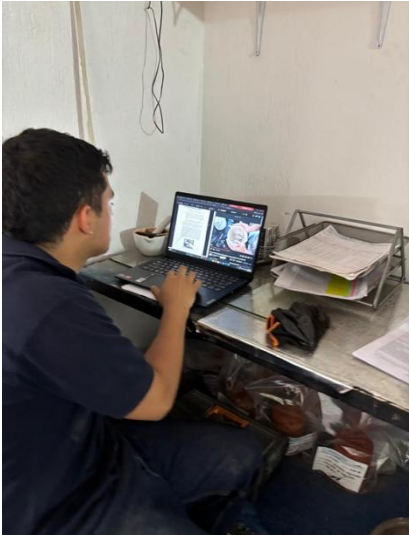
Tabla 1. Cronograma de actividades

Nº	Descripción	Evidencias
1 25/08/2025 – 29/08/2025	Se llevó a cabo la inducción, durante la cual se presentó la estructura de la empresa, las áreas y lineamientos operativos se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones, siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	 

Nº	Descripción	Evidencias
2 1/09/2025 – 5/09/2025	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	
3 8/09/2025 – 12/09/2025	Durante esta semana se brindó apoyo en el área de analistas en la revisión y corrección de diversos formatos de distintos ensayos realizados anteriormente, con el fin de garantizar la correcta interpretación de la información	
4 15/09/2025 – 19/09/2025	Durante esta semana se brindó apoyo en el área de analistas en la revisión y corrección de diversos formatos de distintos ensayos realizados anteriormente, con el fin de garantizar la correcta interpretación de la información	

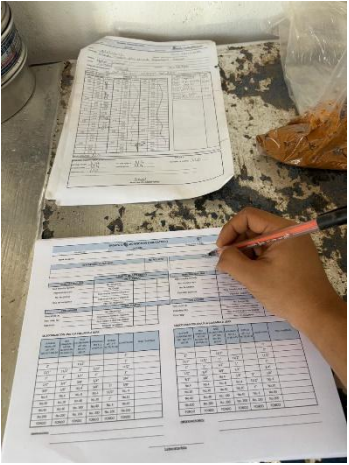
N°	Descripción	Evidencias
5 22/09/2025 – 26/09/2025	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	
6 29/09/2025 – 3/10/2025	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 

Nº	Descripción	Evidencias
7 6/10/2025 – 10/10/2025	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	
8 14/10/2025- 17/10/2025	Durante este periodo, se encargó de la elaboración de guías de laboratorio dirigidas al personal nuevo, correspondientes a la norma INV E-213-13 y a la norma INV E-125-13, con el fin de estandarizar los procedimientos y asegurar la correcta ejecución de los ensayos en laboratorio	

Nº	Descripción	Evidencias
9 20/10/2025 – 24/10/2025	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) Durante este periodo, se encargó de la elaboración de guías de laboratorio dirigidas al personal nuevo, correspondientes a la norma INV E-125-13, con el fin de estandarizar los procedimientos y asegurar la correcta ejecución de los ensayos en laboratorio	  

Nº	Descripción	Evidencias
10 27/10/2025 – 31/10/2025	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	 

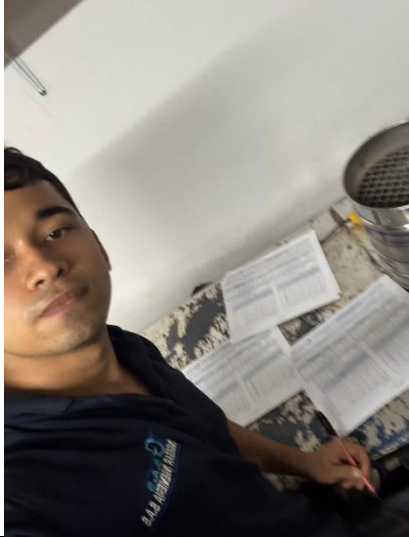
Nº	Descripción	Evidencias
11 4/11/2025 – 7/11/2025	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	
12 10/11/2025 – 14/11/2025	Se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Durante este periodo, se encargó de la elaboración de guías de laboratorio dirigidas al personal nuevo, correspondientes a la norma INV E-126-13, con el fin de estandarizar los procedimientos y asegurar la correcta ejecución de los ensayos en laboratorio	 

Nº	Descripción	Evidencias
13 18/11/2025 – 21/11/2025	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) Durante este periodo, se encargó de la elaboración de guías de laboratorio dirigidas al personal nuevo, correspondientes a la norma INV E-161-13, con el fin de estandarizar los procedimientos y asegurar la correcta ejecución de los ensayos en laboratorio	 
14 24/11/2025 – 28/11/2025	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	

N°	Descripción	Evidencias
	Durante este periodo, se encargó de la elaboración de guías de laboratorio dirigidas al personal nuevo, correspondientes a la norma INV E-125-13, con el fin de estandarizar los procedimientos y asegurar la correcta ejecución de los ensayos en laboratorio Se realizo ensayo Proctor a una subbase para vía con el fin de determinar la humedad óptima y la densidad seca máxima de su compactación, siguiendo el procedimiento de la norma INV E-142-13	  

Nº	Descripción	Evidencias
15 1/12/2025 – 5/12/2025	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) Se recibió material destinado a un diseño de mezcla, el cual se encargó de determinar la gravedad específica de los agregados gruesos, siguiendo las instrucciones dadas por el laboratorista, siguiendo además la norma INV E-223-13 (INVIAS, 2013)	 

N°	Descripción	Evidencias
16 9/12/2025 – 12/12/2025	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	
17 15/12/2025 – 19/12/2025	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	
18 22/12/2025 – 26/12/2025	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la	

N°	Descripción	Evidencias
	actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	
19 13/01/2026 – 16/01/2026	Se llevó a cabo la inducción, durante la cual se presentó la estructura de la empresa, las áreas y lineamientos operativos se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	

Nº	Descripción	Evidencias
20 19/01/2026 – 23/01/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	
21 26/01/2026 – 30/01/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 

N°	Descripción	Evidencias
22 2/02/2026 – 6/02/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 
23 9/02/2026 – 13/02/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	

Nº	Descripción	Evidencias
	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 A close-up photograph showing a person's hand using a metal trowel to mix a dark, moist soil sample in a large, shallow metal bowl. The bowl is placed on a wooden frame structure.
24 16/02/2026 – 20/02/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 A photograph of a person wearing a blue shirt and dark pants, operating a large, industrial concrete compression testing machine. The person is positioned to the left of the machine, which is a large, boxy structure with a vertical cylinder inside. The machine is situated in a laboratory or workshop environment with various equipment and materials visible in the background.

N°	Descripción	Evidencias
		
25 23/02/2026 – 27/02/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 

Nº	Descripción	Evidencias
26 2/03/2026 – 6/03/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 
27 9/03/2026 – 13/03/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	

N°	Descripción	Evidencias
	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	
28 16/03/2026 – 20/03/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	

Nº	Descripción	Evidencias
		
29 24/03/2026 – 27/03/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 

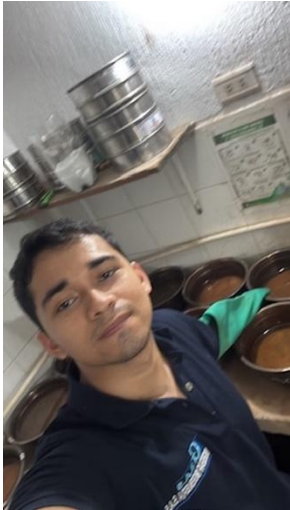
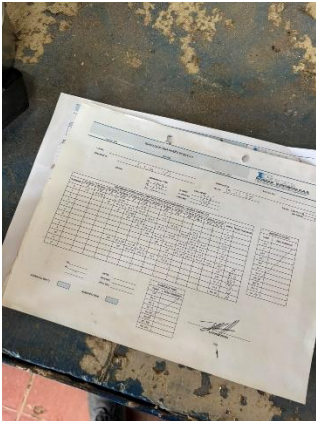
N°	Descripción	Evidencias
30 30/03/2026 – 1/04/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 
31 6/04/2026 – 10/04/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la	

N°	Descripción	Evidencias
	actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	
32 13/04/2026 – 17/04/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 

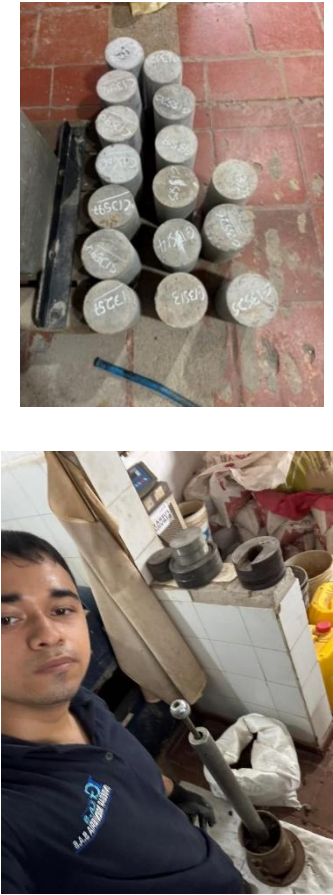
Nº	Descripción	Evidencias
33 20/04/2026 – 24/04/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 
34 27/04/2026 – 30/04/2026	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	

Nº	Descripción	Evidencias
35 4/05/2026 – 8/05/2026	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) se ejecutó ensayo de compresión sobre núcleos de concreto de un puente, además se le aplicó fenolftaleína, siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	 

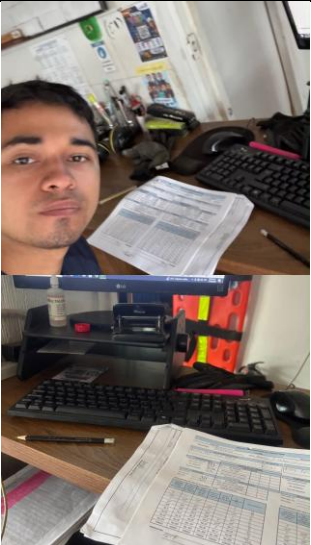
Nº	Descripción	Evidencias
		
36 11/05/2026 – 15/05/2026	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	 

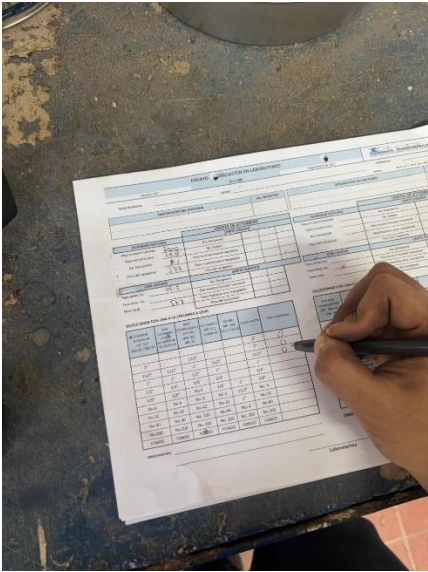
Nº	Descripción	Evidencias
37 19/05/2026 – 22/05/2026	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) Se realizaron los ensayos necesarios para un diseño de mezcla, para poder sacar las cantidades y así realizar las probetas aquí en el laboratorio y ver si cumplen lo deseado por el cliente, siguiendo las normas Art. 630-22, NTC 92, INV E-222, INV E-223 y INV E-212 (INVIAS, 2022; INVIAS 2013; ICONTEC, 2019) se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se realizo un Proctor modificado siguiendo los parámetros de la normativa INVIAS, con el fin de determinar la humedad óptima y la densidad seca máxima de compactación, siguiendo el	 

Nº	Descripción	Evidencias
	procedimiento de la norma INV E-142-13	 
38 25/05/2026 – 29/05/2026	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su	

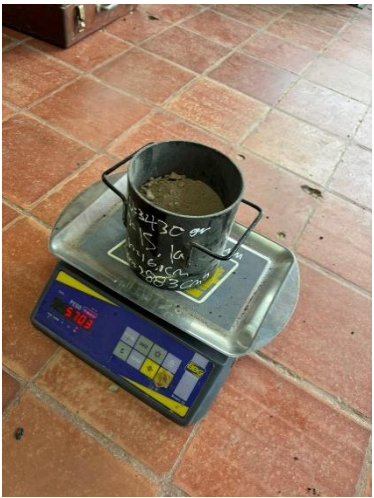
N°	Descripción	Evidencias
	desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se realizo un Proctor modificado siguiendo los parámetros de la normativa INVIAS, con el fin de determinar la humedad óptima y la densidad seca máxima de compactación, siguiendo el procedimiento de la norma INV E-142-13	
39 1/06/2026 – 5/06/2026	Se realizaron los ensayos necesarios para un diseño de mezcla, para poder sacar las cantidades y así realizar las probetas aquí en el laboratorio y ver si cumplen lo deseado por el cliente, siguiendo las normas Art. 630-22, NTC 92, INV E-222, INV E-223 y INV E-212 (INVIAS, 2022; INVIAS 2013; ICONTEC, 2019)	

N°	Descripción	Evidencias
	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	
40 9/06/2026 – 12/06/2026	Se realizo un Proctor modificado siguiendo los parámetros de la normativa INVIAS, con el fin de determinar la humedad óptima y la densidad seca máxima de compactación, siguiendo el procedimiento de la norma INV E-142-13 Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	

Nº	Descripción	Evidencias
	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	
41 16/06/2026 – 19/06/2026	Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	

Nº	Descripción	Evidencias
42 22/06/2026 – 26/06/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013) Se realizaron caracterizaciones de diferentes tipos de material, para bases, subbases y rellenos, esto con el fin de determinar las propiedades físicas y mecánicas y ver si cumplen con las especificaciones de la obra, siguiendo las normas, INV E-133, INV E-123, INV E-230, INV E-227, INV E-142 Y INV E-148. (INVIAS, 2013)	 

N°	Descripción	Evidencias
		
43 30/06/2026 – 3/07/2026	Se realizaron caracterizaciones de diferentes tipos de material, para bases, subbases y rellenos, esto con el fin de determinar las propiedades físicas y mecánicas y ver si cumplen con las especificaciones de la obra, siguiendo las normas, INV E-133, INV E-123, INV E-230, INV E-227, INV E-142 Y INV E-148. (INVIAS, 2013) Se participó en la preparación y acondicionamiento de muestras para estudios de suelos, la actividad incluyó determinar humedad natural y tratamiento previo para clasificación geotécnica, siguiendo las normas INV E-123, INV E-125, INV E-126 (INVIAS, 2013)	 
44 6/07/2026 – 10/07/2026	Se realizaron los ensayos necesarios para un diseño de mezcla, para poder sacar las	

N°	Descripción	Evidencias
	cantidades y así realizar las probetas aquí en el laboratorio y ver si cumplen lo deseado por el cliente, siguiendo las normas Art. 630-22, NTC 92, INV E-222, INV E-223 y INV E-212 (INVIAS, 2022; INVIAS 2013; ICONTEC, 2019) Se realizo un Proctor modificado siguiendo los parámetros de la normativa INVIAS, con el fin de determinar la humedad óptima y la densidad seca máxima de compactación, siguiendo el procedimiento de la norma INV E-142-13 Se realizaron caracterizaciones de diferentes tipos de material, para bases, subbases y rellenos, esto con el fin de determinar las propiedades físicas y mecánicas y ver si cumplen con las especificaciones de la obra, siguiendo las normas, INV E-133, INV E-123, INV E-230, INV E-227, INV E-142 Y INV E-148. (INVIAS, 2013) Se realizo el ensayo de estabilidad y flujo a unas briquetas de asfalto con el fin de evaluar la resistencia y la deformación de la mezcla asfáltica bajo carga, siguiendo la norma INV E-748-13. (INVIAS, 2013)	  

Nº	Descripción	Evidencias
		
45 14/07/2026 – 17/07/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013) Se realizo el ensayo de estabilidad y flujo a unas briquetas de asfalto con el fin de evaluar la resistencia y la deformación de la mezcla asfáltica bajo carga, siguiendo la norma INV E-748-13. (INVIAS, 2013) Se realizo la extracción de asfalto siguiendo la normativa INVIAS, con el fin de determinar la cantidad de asfalto contenido en la mezcla y evaluar las características de los agrados, siguiendo la norma, INV E-732 (INVIAS, 2013)	 

N°	Descripción	Evidencias
		
46 21/07/2026 – 24/07/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	
47 27/07/2026 – 31/07/2026	se ejecutó el ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto, permitiendo validar su desempeño estructural y apoyar la toma de decisiones siguiendo la norma INV E-410-13 (INVIAS, 2013)	

4. Análisis DOFA

4.1. Análisis empresa

El análisis DOFA evidencia que el laboratorio, cuenta con importantes fortalezas relacionadas con la experiencia de su personal, la disponibilidad en equipos especializados y la aplicación de procedimientos conforme a la normativa INVIAS. Estos aspectos favorecen la confiabilidad de los ensayos y permiten ofrecer servicios de calidad para proyectos de ingeniería civil

Figura 2. Análisis DOFA empresa



4.2. Análisis personal

Durante el desarrollo de la pasantía fue posible identificar fortalezas y aspectos por mejorar relacionados con mi formación académica y desempeño profesional. Los conocimientos adquiridos con mi formación durante la carrera de ingeniería civil facilitaron la comprensión de los procedimientos de laboratorio, la aplicación de las normas técnicas y el desarrollo de actividades

de control de calidad de materiales. Sin embargo, la práctica también permitió evidenciar la necesidad de fortalecer algunas competencias, especialmente en la interpretación de resultados, el manejo de equipos especializados y la elaboración de documentación técnica. Asimismo, la experiencia representó una oportunidad para consolidar conocimientos, adquirir nuevas habilidades y fortalecer capacidades que contribuirán al ejercicio profesional. Con el fin de sintetizar este análisis, a continuación, se presenta la matriz DOFA personal.

Figura 3. Análisis DOFA personal



5. Lecciones aprendidas

El desarrollo de la pasantía permitió fortalecer conocimientos técnicos y adquirir experiencia práctica en la ejecución de ensayos de laboratorio y actividades de campo. Durante este proceso se presentaron algunas situaciones que representaron retos para el desarrollo de las actividades, las cuales fueron superadas con el apoyo personal de la empresa y mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación académica

Uno de los principales desafíos fue la adaptación a los procedimientos internos del laboratorio y el manejo de equipos especializados, ya que muchos de los ensayos requieren estrictamente los procedimientos establecidos por las normas INVIAS. Esta situación se solucionó mediante el acompañamiento de los profesionales del laboratorio, la observación de los procedimientos y la práctica constante, lo que permitió desarrollar las actividades de forma autónoma y segura

Asimismo, se evidenció la importancia de mantener una adecuada organización de las muestras, los registros y la documentación técnica, debido a que el laboratorio desarrolla varios proyectos de manera simultánea. La implementación de una adecuada planificación y el seguimiento de los procedimientos internos facilitaron el cumplimiento oportuno de las actividades asignadas.

Finalmente, la pasantía permitió comprender la importancia del trabajo en equipo, el cumplimiento de la normativa técnica y la responsabilidad en el desarrollo de los ensayos de laboratorio. Estas experiencias contribuyeron significativamente al fortalecimiento de las competencias técnicas y profesionales necesarias para el ejercicio de la ingeniería civil

Tabla 2. Lecciones aprendidas durante el desarrollo de la pasantía.

Inconveniente	Solución implementada	Resultado
Adaptación a nuevos procedimientos de laboratorio	Capacitación y acompañamiento del personal técnico	Correcta ejecución de los ensayos
Manejo de equipos especializados	Practica continua y seguimiento de las normas INVIAS	Mayor seguridad y precisión en los procedimientos
Organización de muestras y registros	Aplicación de los procedimientos internos del laboratorio	Mejor control y trazabilidad de la información

6. Recomendaciones

Como resultado de la experiencia adquirida durante la pasantía, se plantean las siguientes recomendaciones con el propósito de contribuir al mejoramiento continuo de las actividades desarrolladas por el laboratorio:

- Continuar promoviendo espacios de capacitación y actualización técnica para el personal, con el fin de fortalecer el conocimiento sobre nuevos procedimientos y metodologías de ensayo
- Mantener el adecuado mantenimiento preventivo y la calibración periódica de los equipos de laboratorio, garantizando la confiabilidad de los resultados obtenidos.
- Fortalecer el uso de herramientas digitales para el registro, seguimiento y organización de las muestras y de la información técnica generada durante los ensayos
- Continuar fomentando el acompañamiento a estudiantes en práctica, permitiendo fortalecer el proceso de formación profesional y la transferencia de conocimientos entre el personal con mayor experiencia y los nuevos integrantes
- Mantener el compromiso con el cumplimiento de las normas técnicas y los procedimientos de calidad, garantizando la confiabilidad de los ensayos realizados y la satisfacción de los clientes

7. Síntesis

La pasantía desarrollada en INGEGAR INGENIERÍA S.A.S. permitió fortalecer los conocimientos adquiridos durante la formación en ingeniería civil mediante la participación en actividades relacionadas con el control de calidad de materiales y el apoyo a procesos técnicos desarrollados en el laboratorio

Durante este proceso se participó en la ejecución de ensayos aplicados a suelos, agregados, concreto y mezclas asfálticas, así como en actividades de apoyo para la elaboración de registros técnicos y el seguimiento de procedimientos de laboratorio. Estas experiencias permitieron comprender la importancia de realizar cada ensayo de acuerdo con los procedimientos establecidos y de mantener una adecuada organización de las muestras y la información generada.

La pasantía contribuyó significativamente al desarrollo profesional al fortalecer competencias técnicas, mejorar la capacidad de trabajo en equipo y consolidar habilidades relacionadas con la responsabilidad, la organización y el cumplimiento de los procedimientos propios en un laboratorio de ingeniería

Como principal lección aprendida se destaca la importancia del control de calidad en los materiales de construcción y el valor que tiene la aplicación adecuada de los procedimientos técnicos para garantizar resultados confiables. Finalmente, se recomienda continuar promoviendo espacios de capacitación para el personal, fortalecer el uso de herramientas que faciliten la organización de la información y mantener el compromiso con la mejora continua de los procesos desarrollados en el laboratorio.

Referencias bibliográficas

Ingegar Ingeniería S.A.S. (s.f.-a). Inicio. <https://www.ingegaringeniería.com.co/>

Ingegar Ingeniería S.A.S. (s.f.-b). Nosotros.
<https://www.ingegaringeniería.com.co/newpagee3aa4d23>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1995). NTC: Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados.

Instituto Nacional de Vías. (2013a). INV E-148-13: CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>

Instituto Nacional de Vías. (2013b). INV E-222-13: Densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>

Instituto Nacional de Vías. (2013c). INV E-223-13: Densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>

Instituto Nacional de Vías. (2013d). INV E-123-13: Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>

Instituto Nacional de Vías. (2013e). INV E-125-13: Determinación del límite líquido de los suelos.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>

Instituto Nacional de Vías. (2013f). INV E-748-13: Estabilidad y flujo en mezclas asfálticas en caliente empleando el equipo Marshall.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>

Instituto Nacional de Vías. (2013g). INV E-732-13: Extracción cuantitativa del asfalto en mezclas para pavimentos.

- <https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>
- Instituto Nacional de Vías. (2013h). INV E-230-13: Índices de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>
- Instituto Nacional de Vías. (2013i). INV E-126-13: Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>
- Instituto Nacional de Vías. (2013j). INV E-227-13: Porcentajes de partículas fracturadas en un agregado grueso.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>
- Instituto Nacional de Vías. (2013k). INV E-212-13: Presencia de impurezas orgánicas en arenas usadas en la preparación de morteros o concretos.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>
- Instituto Nacional de Vías. (2013l). INV E-142-13: Relaciones de humedad-peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación).
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>
- Instituto Nacional de Vías. (2013m). INV E-410-13: Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1683>
- Instituto Nacional de Vías. (2022). Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022: Artículo 630-22, Concreto estructural.
<https://www.invias.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1590>