

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE
GEOTECNIA EN LA EMPRESA ALIANZA CONSULTORA & INGENIERÍA S.A.S
– ALICON & ING S.A.S**

IOVANNA RODRÍGUEZ CASTELLANOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2019**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE
GEOTECNIA EN LA EMPRESA ALIANZA CONSULTORA & INGENIERÍA S.A.S
– ALICON & ING S.A.S**

IOVANNA RODRÍGUEZ CASTELLANOS

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniera Civil

DIRECTOR

WILFREDO DEL TORO RODRÍGUEZ

Ms.C Ingeniería Civil en el área de Geotecnia

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2019

DEDICATORIA

A la Santísima Trinidad Dios Padre Único Creador mi Hacedor, Dios Hijo Jesucristo mi Salvador y Dios Espíritu Santo por brindarme la sabiduría apoyo y conocimiento en cada paso dado en esta etapa abriéndome los caminos y poder alcanzar este logro.

A la Llena de Gracia, La Llena de Dios, La Santísima Virgen María por ser mi compañía, fuente de inspiración y Causa de mi Felicidad.

A cada unos de los Santos Ángeles de Dios por ser mi mayor alegría, fuerza, confianza y seguridad en cada instante, siendo la razón de alcanzar cada meta y logro en este paso por la vida.

A mi mejor y única amiga Yeimy Astrid Velásquez Muñoz por ser mi consejera, guía y ejemplo a seguir, enseñándome la verdad absoluta, enseñándome que no hay límite alguno para soñar, enseñándome a ser quien quiero ser.

A Mario Cárdenas por cada consejo de sabiduría dándome ánimo cuando más lo necesitaba.

Iovanna Rodríguez Castellanos

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVOS.....	14
1.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	15
3. MARCO CONCEPTUAL	16
3.1. CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	16
3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	16
4. ACTIVIDADES REALIZADAS	18
4.1. ACTIVIDADES DE LABORATORIO DE SUELOS	18
4.1.1.Recepción de muestras	18
4.1.2. Porcentaje de humedad.....	20
4.1.3. Ensayo de Granulometría (Gradación).....	20
4.1.4. Límites de Atterberg.....	22
4.2. Apoyo elaboración de informes geotécnicos	28
4.2.1. Clasificación del suelo.....	29
4.2.2.Elaboración de anexos de registros fotográficos de apiques y sondeos de penetración estándar (SPT).....	29
4.2.3. Cálculo del potencial de expansión.....	29
5. PROYECTOS RELACIONADOS.. ..	31
6. CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS	41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número de tamices	21
Tabla 2. Pasos del ensamble de la caja de corte	26
Tabla 3. Relación de anexos de la localización de los sondeos y apiques	34
Tabla 4. Relación de anexos y cantidades de ensayos de laboratorio	35

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logo de la empresa ALICON & ING S.A.S	15
Figura 2. Recepción de muestras	19
Figura 3. Muestra dejada en el horno	20
Figura 4. Materiales de trabajo	22
Figura 5. Presencia de grietas en rollos (ensayo límite plástico)	24
Figura 6. Equipo ensayo de Corte Directo	25
Figura 7. Ajuste de los elementos de ensayo de corte directo	28
Figura 8. Etapas de la revisión del EOT.....	32
Figura 9. Localización de los centros poblados del municipio de Santa Helena del Opón.....	33

LISTA DE ANEXOS

(Los anexos están adjuntos en el CD y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS)

Anexo A. Registro fotográfico actividades de laboratorio

Anexo B. Formato de recepción de muestras y análisis para ensayos de laboratorio de ALICON & ING S.A.S.

Anexo C. Planos de la localización de los sondeos SPT y apiques realizados en campo para cada uno de los centros poblados del municipio en estudio; dichos planos fueron suministrados y elaborados por el CONSORCIO EOT SANTA HELENA DEL OPÓN.

Anexo D. Ejemplo tipo del resultado de ensayo de un sondeo SPT y un apique y tabla resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio para el centro poblado La Aragua del municipio de Santa Helena del Opón – Santander.

Anexo E. Ejemplo tipo del resultado de ensayo de un sondeo SPT y un apique y tabla resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio para el centro poblado Plan de Álvarez del municipio de Santa Helena del Opón – Santander.

Anexo F. Ejemplo tipo del resultado de ensayo de un sondeo SPT y un apique y tabla resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio para el centro poblado San Juan Bosco de la Verde del municipio de Santa Helena del Opón – Santander.

Anexo G. Ejemplo tipo del resultado de ensayo de un sondeo SPT y un apique, tabla resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio para el centro poblado Cachipay del municipio de Santa Helena del Opón – Santander.

Anexo H. Evidencias de los anexos del registro fotográfico de los sondeos SPT y apiques producto de ensayos de campo, en el cual se apoyó.

Anexo I. Evidencias del cálculo del potencial de expansión del suelo como actividad en la que se apoyó.

RESUMEN

Título. Práctica empresarial como apoyo en actividades en el área de geotecnia en la empresa Alianza Consultora & Ingeniería S.A.S – ALICON & ING S.A.S. *

Autor. Iovanna Rodríguez Castellanos**

Palabras Clave: Estudio de suelos, ensayos de laboratorio, informe geotécnico, práctica empresarial.

El estudio de suelos es fundamental para conocer las propiedades mecánicas del suelo teniendo como primer paso el reconocimiento y determinación de la ubicación de la exploración geotécnica definiendo los puntos donde se realizarán los ensayos de campo (sondeos SPT y apiques) en el terreno de estudio, para enseguida desarrollar los ensayos de laboratorio necesarios y finalizar con la fase de oficina, donde se elabora el informe geotécnico organizando y analizando la información adquirida en campo y laboratorio, presentando de manera resumida los diferentes resultados y elaborando los anexos que contiene la información completa de cada uno de los ensayos.

El presente artículo tiene como propósito fundamental mostrar detalladamente las actividades realizadas durante el periodo de ejecución de la práctica empresarial como apoyo en actividades en el área de geotecnia en la empresa ALIANZA CONSULTORA & INGENIERÍA S.A.S - ALICON & ING S.A.S en las fases de laboratorio específicamente ensayos de granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y ensayos de corte directo, así como en la fase de oficina en el capítulo denominado exploración geotécnica en la clasificación de suelos, anexo de registro fotográfico de la exploración en campo y la determinación del potencial de expansión según Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director Wilfredo del Toro Rodríguez Ms.C Ingeniería Civil en el área de Geotecnia

ABSTRACT

Title. Business practice as support in activities in the area of geotechnics in the company Alianza Consultora & Ingeniería S.A.S - ALICON & ING S.A.S.*

Author. Iovanna Rodríguez Castellanos**

Keywords: Study of soils, laboratory tests, geotechnical report, business practice.

The study of soils is essential to know the mechanical properties of the soil, taking as a first step the recognition and determination of the location in the geotechnical exploration, defining the points where the field tests will be carried out (Standard Penetration Testing SPT and apique) in the study ground, to then develop the laboratory tests requires and finish with the office phase, where the geotechnical report is prepared, organizing and analyzing the information acquired in the field and laboratory, presenting in a summarized way the different results and elaborating the annexes that contain the complete information of each of the essays.

The main purpose of this article is to show in detail the activities carried out during the execution period of the business practice as support in activities at geotechnics' area at ALIANZA CONSULTORA & INGENIERÍA SAS - ALICON & ING SAS in the phases of laboratory specifically trials of granulometry, liquid limit, plastic limit, plasticity index and direct cutting essays, as well as in the office phase in the chapter called geotechnical exploration in soil classification, photographic registry annex of the field exploration and the determination of the expansion potential according to "Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10".

* Degree work

** Faculty of Physicomechanical Engineering School of Civil Engineering Director Wilfredo del Toro Rodríguez Ms.C Civil Engineering in the area of Geotechnics

INTRODUCCIÓN

La geotecnia es un área de la ingeniería civil encargada de determinar las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos y macizos rocosos por medio de elaboración de ensayos de campo y laboratorio ya que su importancia radica en ser base fundamental para hacer diseños de cimientos de cualquier tipo de obra civil y a su vez establecer la viabilidad técnica de llevar a cabo un proyecto de obra determinado.

La oportunidad de realizar la práctica empresarial en ALICON & ING S.A.S ayudó a afianzar el conocimiento y habilidades adquiridas durante los años de estudio universitario brindando la experiencia y el acercamiento laboral, aportando en el estudiante compromiso, responsabilidad y dedicación como futuro profesional.

Este artículo tiene como propósito mostrar detalladamente las actividades realizadas durante el periodo de ejecución de la práctica empresarial como apoyo en actividades en el área de geotecnia.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Apoyar en el desarrollo de actividades en el área de geotecnia de proyectos ejecutados en la firma ALIANZA CONSULTORA & INGENIERÍA S.A.S – ALICON & ING S.A.S.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar en la realización de actividades de laboratorio de suelos como la determinación de los tamaños de las partículas, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y ensayo de corte directo de acuerdo con normas y especificaciones INVIAS.
- Apoyar en la realización de informes geotécnicos en los proyectos que la empresa se vea involucrada específicamente en la clasificación de suelos, elaboración de anexos de registros fotográficos de apiques y sondeos de penetración estándar (SPT) y el cálculo del potencial de expansión de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Actualmente, ALIANZA CONSULTORA & INGENIERÍA S.A.S – ALICON & ING S.A.S está ubicada en la Carrera 23 No. 39-30 Int.101 – Bucaramanga; es una empresa con más de ocho (08) años de experiencia que presta servicios profesionales en las diferentes áreas de la consultoría ambiental, minería geológica, geotécnica, Gestión del riesgo, Gestión Territorial, en los sectores de la minería, Construcción y diseño de obras civiles.

ALICON & ING S.A.S cuenta con un equipo humano experto en cada área comprometido con la calidad, competitividad y experiencia en sus servicios¹. En la Figura 1 se presenta el logo de la empresa.

Figura 1. Logo de la empresa ALICON & ING S.A.S



Fuente. ALICON & ING S.A.S. [En línea] [Recuperado en 08 de enero de 2019.] Disponible en <https://aliconingenieria.com/>.

¹ ALICON & ING S.A.S. [En línea] [Recuperado en 08 de enero de 2019.] Disponible en <https://aliconingenieria.com/>.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. CLASIFICACIÓN DEL SUELO

La clasificación de suelos consiste, pues, en incluir un suelo en un grupo que presenta un comportamiento semejante. La clasificación de suelos permite resolver muchos tipos de problemas sencillos, y sirve de guía para preparar el programa de experimentación, si la dificultad e importancia del problema requiere una investigación más profunda. Las características utilizadas más corrientemente son la granulometría y la plasticidad.²

La clasificación de suelos constituye una ayuda valiosa para el ingeniero. Le da indicaciones generales, transformando de manera empírica los resultados de la experiencia de campo. Sin embargo, el ingeniero debe ser precavido al utilizar la clasificación de suelos.³

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

- **Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos [I.N.V.E-123-13]:** Determinación cuantitativa de la distribución de los tamaños de las partículas de un suelo.⁴

² Whitman, Lambe. MECÁNICA DE SUELOS. México: Limusa, 2004. pág. 50.

³ Ibíd

⁴ INVIAS. Normas y Especificaciones INVIAS, Sección 100 - SUELOS; INV E-123-13.

- **Límite líquido de los suelos [I.N.V.E-125-13]:** Contenido de humedad del suelo, expresado en porcentaje, cuando se halla en el límite entre los estados líquido y plástico.⁵
- **Límite plástico [I.N.V.E-126-13]:** Contenido de agua del suelo, expresado en porcentaje, cuando se halla en el límite entre los estados plástico y semisólido.⁶
- **Índice de plasticidad [I.N.V.E-126-13]:** Rango de contenidos de agua, dentro del cual un suelo se comporta plásticamente. Numéricamente, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.⁷
- **Ensayo de corte directo [I.N.V.E-154-13]:** El ensayo de corte directo es adecuado para la determinación, relativamente rápida, de las propiedades de resistencia de materiales consolidados y drenados. Debido a que las trayectorias de drenaje a través de la muestra son cortas, se permite que el exceso de presión en los poros se disipe con mayor rapidez que en otros ensayos drenados.⁸

⁵ INVIAS. Normas y Especificaciones INVIAS, Sección 100 - SUELOS; INV E-125-13.

⁶ INVIAS. Normas y Especificaciones INVIAS, Sección 100 - SUELOS; INV E-126-13

⁷ Ibíd

⁸ INVIAS. Normas y Especificaciones INVIAS, Sección 100 - SUELOS; INV E-154-13

4. ACTIVIDADES REALIZADAS

En cumplimiento al desarrollo de los objetivos específicos de esta práctica durante los cuatro meses se apoyó en la realización de actividades de laboratorio de suelos e informes geotécnicos descritos y especificados a continuación, orientados a los servicios prestados por la empresa bajo la guía y supervisión del tutor y personal técnico de mayor experiencia.

4.1. ACTIVIDADES DE LABORATORIO DE SUELOS

El desarrollo de las actividades del laboratorio de suelos se puede evidenciar en el Anexo A, donde se muestra un registro fotográfico de la participación.

4.1.1. Recepción de muestras. Para el desarrollo de esta actividad luego de la exploración del terreno en estudio por parte del equipo técnico de campo se realizó la recepción y registro de muestras tomadas de los sondeos de ensayo SPT de acuerdo con los parámetros y especificaciones establecidas por la empresa y bajo la supervisión del personal técnico de laboratorio.

Una vez efectuado el anterior paso se organizaron las muestras en taras debidamente numeradas, etiquetándolas con la fecha, nombre del proyecto, ubicación (número de sondeo), número de muestra y profundidad en la que fue hallada; luego el grupo de geólogos mediante observación identificaron las muestras con características parecidas (material, color, humedad y textura) unificándolas en un mismo recipiente como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2. Recepción de muestras



En el anexo B se muestra el formato utilizado para la recepción de muestras para su fácil y clara identificación.

Después de haber seleccionado las muestras a ensayar en sus respectivos recipientes se pesaron mínimo 1100g que fueron distribuidos para realizar los ensayos de humedad, límite líquido, límite plástico y granulometría. Este primer peso registrado se considera como el peso de la humedad, todo esto registrado en el formato manejado. Para el ensayo de granulometría se pesaron 500g y el restante para los ensayos de límite líquido y límite plástico.

4.1.2. Porcentaje de humedad. Una vez registrado el peso húmedo de la muestra se procedió a dejar cada una de ellas dentro del horno para su fase de desecación por un tiempo aproximado de 6 horas, como se evidencia en la Figura 3.

Figura 3. Muestra dejada en el horno



Realizado este proceso de secado de las muestras se retiraron del horno para determinar su peso seco y así poder establecer o determinar el porcentaje de humedad.

4.1.3. Ensayo de Granulometría (Gradación). Después de establecer el porcentaje de humedad de las muestras se procedió a desunir con las manos los terrones dejando granos o partículas individuales. Para este ensayo se pesaron 500g de muestra para lavar, que se dejó primero en agua en remojo para su posterior lavado con agua potable sobre el tamiz 75 μ m (No. 200) hasta observar que el agua saliera limpia.

Finalmente se realizó el ensayo granulométrico basado en la Norma I.N.V.E-123-13 (Análisis granulométrico de suelos por tamizado). Ver anexo A como evidencia, donde se observa este proceso y el apoyo a los laboratoristas. En la Tabla 1 se muestran los tamices utilizados para el ensayo de granulometría:

Tabla 1. Número de tamices

Tamiz	
No.	mm
3/4	19.5
1/2	12.5
3/8	9.5
4	4.76
10	2.00
20	1.25
40	0.43
100	0.15
200	0.07

Nota. Para todos los ensayos de granulometría en los que se apoyó en el laboratorio solo fue necesario hacer uso de los anteriores tamices por el tamaño de las partículas de las muestras, tal como indica la Norma I.N.V.E-106-13 (Preparación en seco de muestras del suelo y suelo agregado para ensayo).

4.1.4. Límites de Atterberg. Para preparar en seco la muestra para los ensayos de límite líquido y límite plástico esta se trituró con un mazo de goma que luego se pasó por el tamiz 425 μm (No. 40), en la cual se colaboró en la obtención de más o menos 300g para posterior a esto realizar los respectivos ensayos.

▪ **Ensayo Límite Líquido:** Este ensayo se desarrolló teniendo en cuenta la Norma I.N.V.E-125-13, donde la empresa ALICON & ING S.A.S usa el método A que es el que requiere de 3 o más tanteos. Se tomó por lo menos 150g de muestra que se colocó sobre una placa de vidrio donde se mezcló con ayuda de una espátula agregando gradualmente agua destilada hasta obtener una mezcla o pasta homogénea, esto bajo la supervisión e indicaciones del grupo técnico de laboratoristas, buscando ajustar el contenido de agua hasta obtener la consistencia requerida para el número de golpes en cada uno de los siguientes intervalos: 25-35, 20-30 y 15-25. En la Figura 4 se muestran los elementos utilizados para este ensayo.

Figura 4. Materiales de trabajo



Una vez obtenida la mezcla homogénea se colocó una porción sobre la cazuela de bronce extendiéndola y nivelándola con una espátula, dejando 1cm de profundidad en el punto de mayor espesor; luego con una firma pasada del ranurador curvo a lo largo del diámetro se separó la mezcla dejando una ranura limpia, que según la norma ya mencionada permite máximo seis (06) pasadas con el fin de evitar rasgar los lados de la ranura y el desmoramiento de la pasta del suelo, lo ideal es hacerlo con el menor número de pasadas.

Por medio de un aparato de límite líquido de operación mecánica se programó para el número de golpes en uno de los intervalos anteriormente mencionados, al accionar la cazuela esta funciona a una razón de aproximadamente 2 golpes por segundo donde se busca que la ranura se cierre a lo largo de 13mm según la fluidez de la mezcla; luego se tomó una porción de la muestra y se depositó en una tara con su debida numeración y pesada para enseguida llevarla al horno y poder determinar su porcentaje de humedad y el restante de la muestra se unió con la inicialmente ya preparada. Para los intervalos de golpes restantes se hicieron los anteriores pasos, que en total son tres (03) tanteos que se realizan.

Al finalizar los ensayos se procedió a la fase de oficina donde en una hoja de cálculo dada por la empresa ALICON & ING S.A.S de registraron los datos tomados de los pesos de las taras y del suelo húmedo y seco. Se realizó la curva de fluidez donde se representó mediante un gráfico semilogarítmico la relación entre el contenido de humedad como ordenada en la escala aritmética y el correspondiente número de golpes de la cazuela de bronce como abscisa en la escala logarítmica. La curva de fluidez es la recta promedio que pasa tan cerca como sea posible a los puntos dibujados, donde el límite líquido es la intersección con esta curva para 25 golpes.

▪ **Ensayo Límite Plástico:** Este ensayo se desarrolló cumpliendo la Norma I.N.V.E-126-13 bajo la supervisión e indicaciones del equipo de laboratoristas de mayor experiencia de la empresa ALICON & ING S.A.S.

Se tomó más o menos 15g a 20g de muestra a la cual se le iba agregando gradualmente agua destilada hasta obtener una masa consistente y maleable formado una esfera y a continuación sobre una placa de vidrio esmerilado se formaron rollos manualmente aproximadamente de 3.2 mm de diámetro aplicado una presión constante hasta observar grietas como se ve en la Figura 5. Cuando se alcanzaba los 3.2 mm y había ausencia de agrietamiento se unía nuevamente el material, manipulándolo con las manos para producir pérdidas de humedad y poder ejecutar los pasos anteriores.

Al obtener los rollos se depositaban en dos taras para luego dejarlas en el horno y al final poder determinar la humedad promedio de la muestra teniendo en cuenta el peso de la tara, el suelo húmedo y seco.

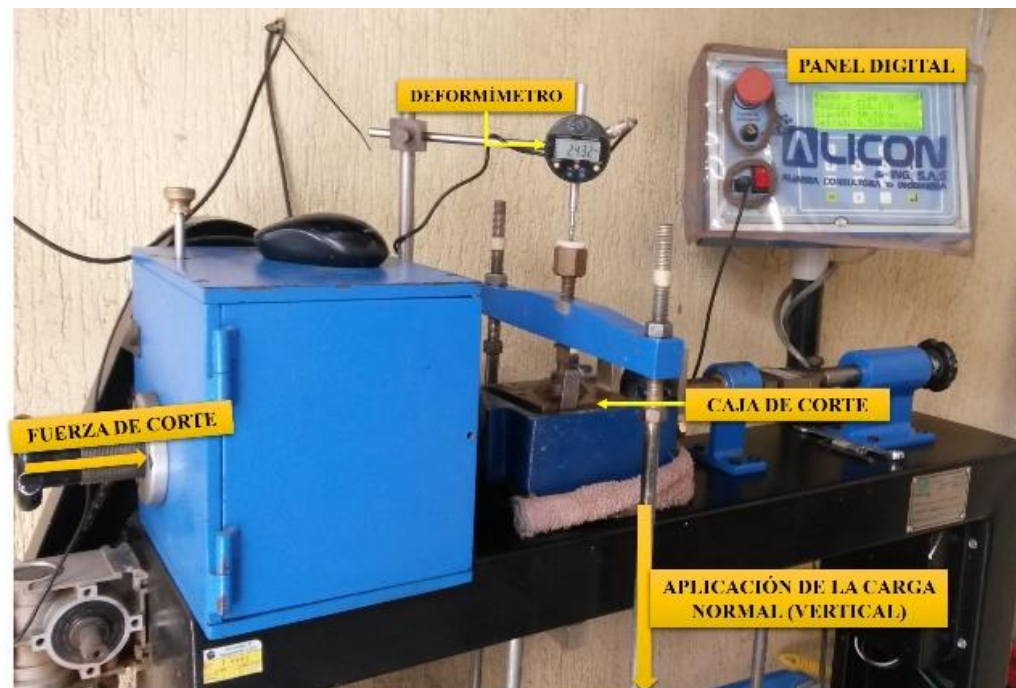
Figura 5. Presencia de grietas en rollos (ensayo límite plástico)



Al tener los resultados del ensayo de límite líquido y límite plástico se determinó el Índice de Plasticidad como la diferencia de estos dos.

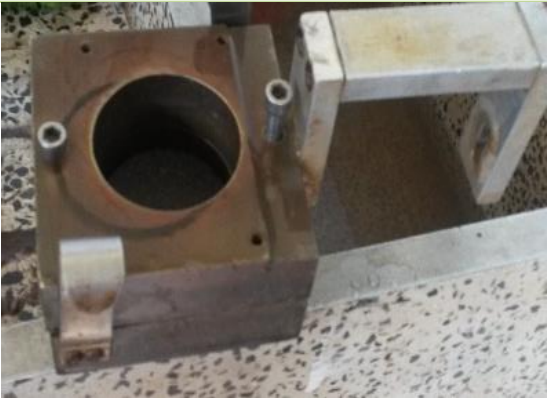
▪ **Ensayo de Corte Directo:** Este ensayo se desarrolló siguiendo la Norma I.N.V.E-154-13 que consiste en deformar una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de corte determinado según la configuración del aparato de ensayo, se ensayaron tres especímenes cada uno bajo una carga normal (vertical) diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento. En la Figura 6 se muestra el equipo de ensayo de corte directo utilizado por la empresa ALICON & ING S.A.S.

Figura 6. Equipo ensayo de Corte Directo



Se apoyó en la realización de ensayos de corte directo, donde primero se prepararon los especímenes con muestras inalteradas obtenidas en campo por el equipo de técnico encargado de realizar los respectivos apiques de tipo manual en la zona de estudio. La caja de corte se ensambló como se muestra en la Tabla 2.

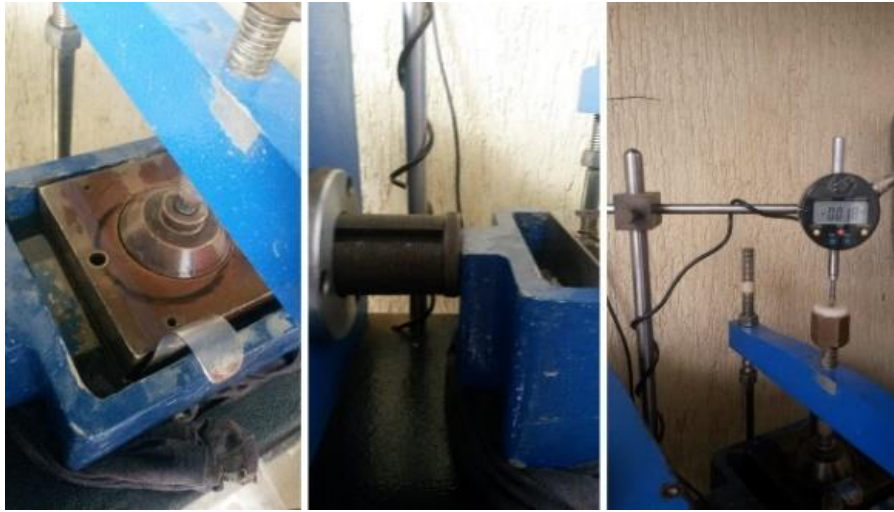
Tabla 2. Pasos del ensamble de la caja de corte

PASOS ENSAMBLE CAJA DE CORTE	
1. Se ubicó la placa de base acanalada.	
2. Enseguida se puso la placa ranurada o rejilla.	
4. Sobre la rejilla se puso la piedra porosa.	
5. Luego se puso el marco superior y se ajustaron los tornillos de alineación.	

6. Se ubicó sobre la piedra porosa el espécimen.	
7. Finalmente se puso la piedra porosa y el pistón de carga.	

Una vez finalizado el ensamble de la caja de corte se puso en la cubeta de la caja de corte y se retiraron los tornillos de alineación para no restringir el desplazamiento por efecto de la fuerza de corte cuando se pusiera en funcionamiento; luego se ajustaron las pesas en los brazos y el marco de carga hiciera contacto sobre el pistón, que para el primer espécimen fue de 20kg, el segundo de 40kg y el tercero de 60kg, se vertió agua en la cubeta de la caja de corte, se ajustó el mecanismo que ejerce la fuerza de corte para que hiciera contacto con la cubierta pero que no ejerciera ninguna fuerza y enseguida se verificó que el deformímetro iniciara en cero. En la Figura 7 se evidencian los pasos anteriores.

Figura 7. Ajuste de los elementos de ensayo de corte directo



El ajuste y montaje del equipo fue supervisado y guiado por el grupo técnico de laboratorista para posterior a esto dar inicio al ensayo de corte directo en condición no consolidada, no drenada que se realiza por medio de una hoja de cálculo programada que registra automáticamente la deformación normal (mm), la fuerza (N) y el esfuerzo cortante (kPa), datos necesarios para calcular la cohesión y ángulo de fricción.

El desplazamiento lateral relativo requerido para llevar el espécimen a la falla fue de 10mm y la velocidad de desplazamiento de 0.7mm/min.

4.2. Apoyo elaboración de informes geotécnicos

Durante el tiempo de ejecución de la práctica se apoyó y participó en la elaboración de informes geotécnicos denominado capítulo de exploración geotécnica donde se presenta de manera resumida los diferentes resultados, tanto de ensayos de campo como los de laboratorio y se realizan los respectivos anexos que contienen la

información completa. A continuación, se describen específicamente las actividades en las que se apoyó para este capítulo:

4.2.1. Clasificación del suelo. Se apoyó en la clasificación del suelo mediante la carta de plasticidad de Casagrande para suelos de granos finos y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) métodos utilizados por la empresa, en el capítulo de exploración geotécnica se realizó una tabla resumen que incluía el sondeo, profundidad, clasificación del suelo, el porcentaje de humedad, resultado límites de Atterberg y el porcentaje de gravas, arenas y finos. También se apoyó en la elaboración de las conclusiones según los resultados de los ensayos de laboratorio.

4.2.2. Elaboración de anexos de registros fotográficos de apiques y sondeos de penetración estándar (SPT). Se apoyó en la elaboración y organización de los anexos del registro fotográfico de los apiques y sondeos de penetración estándar según formato manejado por la empresa donde se evidencia que el equipo técnico de campo cumplió con sus labores.

4.2.3. Cálculo del potencial de expansión. Muchas arcillas plásticas se expanden considerablemente cuando se agrega agua y luego se contraen con la pérdida de agua. Las cimentaciones construidas sobre esas arcillas están sometidas a grandes fuerzas de levantamiento causadas por la expansión. Esas fuerzas provocan levantamiento, agrietamiento y ruptura de la cimentación, y de las losas en el terreno de los edificios. ⁹

⁹ Das, Braja M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Cuarta edición. México: International Thomson Editores, 2001, Capítulo 11, pág. 739

En Colombia la clasificación de suelos expansivos se hace bajo la guía de la Norma I.N.V.E-132-13, donde expone cuatro métodos para la detección de estos suelos mediante: **A)** Los límites de Atterberg y la succión natural del suelo. **B)** El aparato de expansión desarrollado por Lambe. **C)** El Índice de Plasticidad y el Límite de Contracción de acuerdo con unos valores establecidos por Holtz y Gibbs (1956). **D)** La expansión lineal medida en especímenes sumergidos para el ensayo de CBR.

Esta clasificación también se puede desarrollar con la Tabla H.9.1-1 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 método aplicado por la empresa ALICON & ING S.A.S, teniendo como criterio los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio (LL e IP), donde se clasifica en cuatro (04) categorías que son potencial de expansión muy alto, alto, medio y bajo.

Para la clasificación de suelos expansión según la NSR-10 se apoyó en su determinación según sondeo de exploración geotécnica, que se agregó en el capítulo de exploración geotécnica.

5. PROYECTOS RELACIONADOS

Durante los cuatro (04) meses, periodo de ejecución de la práctica se apoyó y participó en el proyecto desarrollado por la empresa ALICON & ING S.A.S, que tenía por objeto la “Revisión Ordinaria del Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Santa Helena del Opón, Santander”. En dicho proyecto se apoyó en la realización de actividades de laboratorio de suelos e informes geotécnicos llamado capítulo de exploración geotécnica realizando las actividades descritas anteriormente.

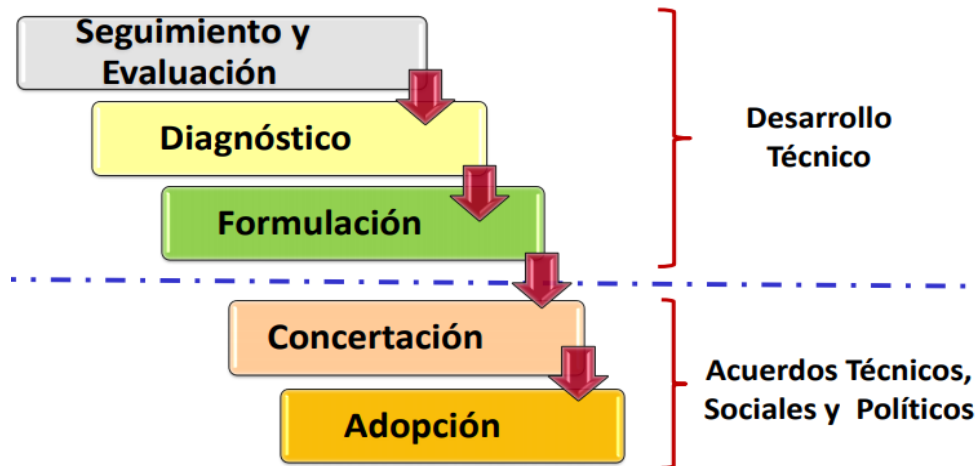
La revisión ordinaria del EOT “es un procedimiento de carácter técnico, participativo y jurídico establecido por la Ley 388 de 1997 y sus decretos reglamentarios, con el fin principal de **actualizar, modificar o ajustar** sus contenidos y normas de manera que se asegure la construcción efectiva del modelo territorial adoptado por el municipio”.¹⁰

El desarrollo de este proyecto se adjudicó al CONSORCIO EOT SANTA HELENA DEL OPÓN, donde la empresa ALICON & ING S.A.S hizo parte en la conformación y desarrollo de este.

En la Figura 8 se muestran las etapas de revisión del EOT, en la cual como practicante se apoyó en la fase de diagnóstico donde se incluía los ensayos de laboratorio y las actividades del capítulo de exploración geotécnica.

¹⁰ **Minvivienda.** Guia revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento. [En línea] [Recuperado en 12 de enero de 2019.] Disponible en <http://www.minvivienda.gov.co/POTPresentacionesGuias/Marco%20revisi%C3%B3n%20POT.pdf>.

Figura 8. Etapas de la revisión del EOT

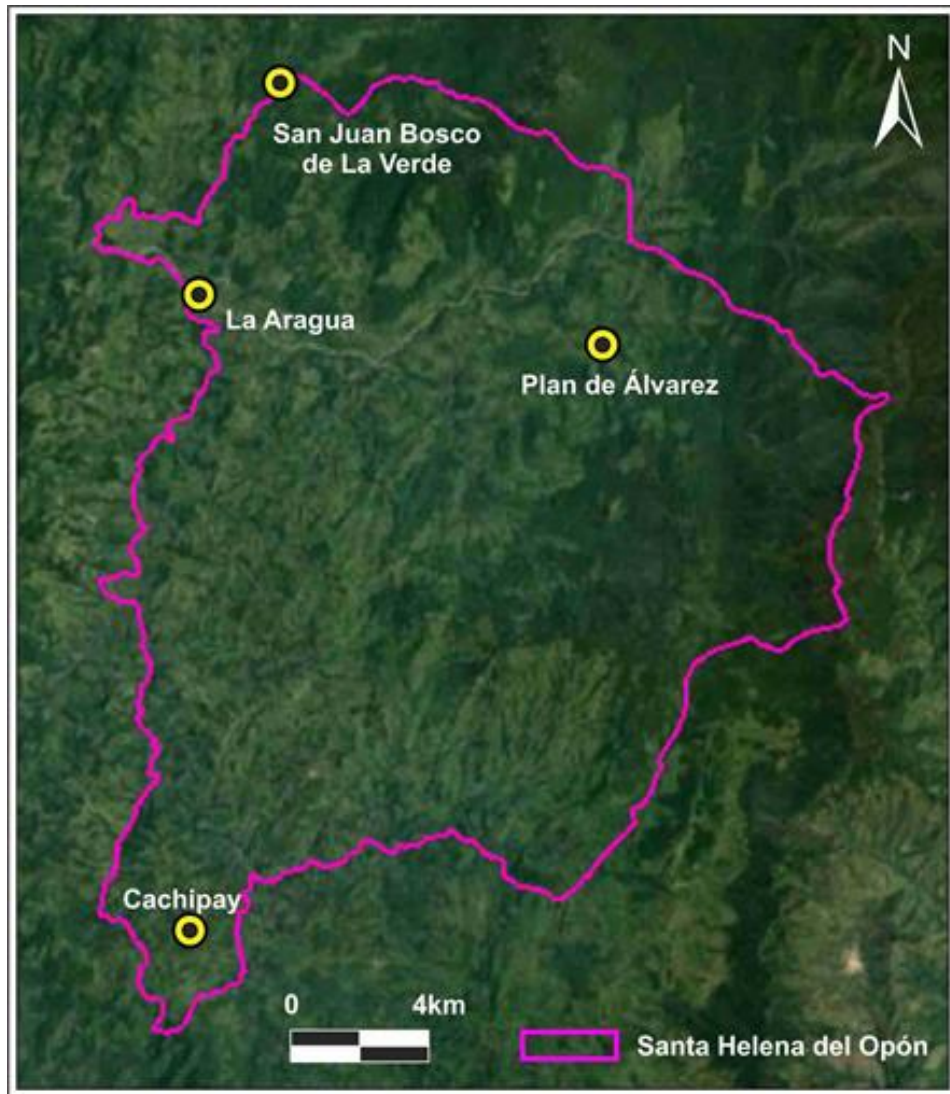


Fuente. Minvivienda. Guía revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento. [En línea] [Recuperado en 12 de enero de 2019.] Disponible en <http://www.minvivienda.gov.co/POTPresentacionesGuias/Marco%20revisi%C3%B3n%20POT.pdf>.

El municipio de Santa Helena del Opón pertenece a la provincia comunera del departamento de Santander conformado por la cabecera municipal, cuatro (04) centros poblados y treinta (30) veredas.

Se desarrolló una exploración del subsuelo para los cuatro (04) centros poblados que hacen parte del municipio de Santa Helena del Opón que son La Aragua, Plan de Álvarez, San Juan Bosco de la Verde y Cachipay, que se dividió en fase de campo donde se determinó la ubicación de la exploración geotécnica definiendo los puntos estratégicos dónde ejecutar los ensayos de laboratorio (sondeos SPT de percusión y apiques), teniendo en cuenta el perímetro propuesto para cada centro poblado con el propósito de tener un buen cubrimiento del área y caracterizar de la mejor manera los suelos encontrados, para posterior a esto realizar los ensayos en campo. En la Figura 9 se detalla la ubicación de cada centro poblado y el perímetro del municipio.

Figura 9. Localización de los centros poblados del municipio de Santa Helena del Opón



Fuente. Tomado y adaptado de Google Earth por ALICON & ING S.A.S

La segunda fase fue la fase de laboratorio en la cual se apoyó en la recepción y lavado de muestras sobre el tamiz No. 200, así como en el desarrollo de ensayos de granulometría, límites de consistencia y corte directo de las muestras obtenidas en la fase de campo, y por último la fase de oficina en la cual se apoyó en el informe geotécnico llamado capítulo de exploración geotécnica específicamente en

clasificación del suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), organización del registro fotográfico como anexo del cumplimiento de la fase de campo de los sondeos SPT y apiques y además se apoyó en calcular el potencial de expansión de los sondeo del suelo en estudio según la NSR-10. **Nota.** Las actividades mencionadas se detallan en el ítem actividades realizadas.

En la Tabla 3 se relaciona la cantidad de sondeos y apiques realizados en cada centro poblado del municipio con la identificación de su respectivo anexo.

Tabla 3. Relación de anexos de la localización de los sondeos y apiques

Centro poblado	Cantidad		Anexo
	Apique	Sondeo	
La Aragua	10	10	Anexo C
Plan de Álvarez	6	6	
San Juan Bosco de la Verde	6	6	
Cachipay	6	6	

Nota. Los planos adjuntos en los anexos fueron elaborados por el Consorcio EOT Santa Helena del Opón.

En la Tabla 4 se relacionan el tipo y cantidad de ensayos desarrollados para cada centro poblado con la indicación del respectivo anexo como evidencia de los resultados obtenidos. **Nota:** En los anexos se presenta un resumen de los datos obtenidos en laboratorio, donde para el ensayo de corte directo se muestra la cohesión, ángulo de fricción y la profundidad del apique.

Tabla 4. Relación de anexos y cantidades de ensayos de laboratorio

Tipo de ensayo	Cantidad	Anexo
Centro poblado La Aragua		
Análisis granulométrico por tamizado	31	Anexo D
Límites de consistencia	31	
Humedad natural	31	
Clasificación de suelos	31	
Corte directo	10	
Centro poblado Plan de Álvarez		
Análisis granulométrico por tamizado	21	Anexo E
Límites de consistencia	21	
Humedad natural	21	
Clasificación de suelos	21	
Corte directo	6	
Centro poblado San Juan Bosco de la Verde		
Análisis granulométrico por tamizado	19	Anexo F
Límites de consistencia	19	
Humedad natural	19	
Clasificación de suelos	19	
Corte directo	6	
Centro poblado Cachipay		
Análisis granulométrico por tamizado	21	Anexo G
Límites de consistencia	21	
Humedad natural	21	
Clasificación de suelos	21	
Corte directo	6	

Como evidencia de la elaboración de los anexos del registro fotográfico de los sondeos y apiques para los centros poblados ver anexo H y para la determinación del potencial de expansión del suelo según sondeos realizados ver anexo I.

6. CONCLUSIONES

La modalidad de práctica empresarial como proyecto de grado en la empresa ALICON & ING S.A.S ayudó a afianzar el conocimiento y habilidades adquiridas durante los años de estudio universitario brindando la experiencia y el acercamiento laboral, aportando en el estudiante compromiso, responsabilidad y dedicación como futuro profesional.

Se apoyó en la realización de actividades de laboratorio de suelos en la recepción de las muestras obtenidas en los ensayos de campo, lavado de muestras sobre el tamiz No. 200 para el análisis del tamaño de partículas, elaboración de ensayos de granulometría, límites de consistencia y corte directo, estas actividades fueron desarrolladas siguiendo metodologías aplicadas por la empresa ALICON & ING S.A.S bajo la guía y supervisión del tutor de la práctica y laboratoristas, ayudando a afianzar el conocimiento y habilidades adquiridas en la formación universitaria.

Se apoyó en la realización de informes geotécnicos llamado fase de oficina específicamente en la clasificación de suelos mediante el método SUCS, la elaboración de anexos de registros fotográficos de apiques y sondeos de penetración estándar (SPT) y el cálculo de potencial de expansión de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Se apoyó en las actividades de laboratorio y fase de oficina del proyecto cuyo objeto es “Revisión Ordinaria del Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Santa Helena del Opón, Santander”, bajo la supervisión y guía del tutor de la práctica y laboratoristas, en el cual se realizó el estudio de suelos a los cuatros (04) centros poblados que conforman al municipio.

En el apoyo que se brindó en la fase de oficina durante el desarrollo del proyecto en la práctica empresarial se pudo concluir que en el centro poblado La Aragua del municipio de Santa Helena del Opón según la clasificación de suelos se determinaron los siguientes porcentajes respecto al tipo de suelo donde predominaron las arcillas arenosas de baja a media plasticidad (CL) con un 68%, seguido de limos arenosos (ML) con el 16%, 6% de arenas limosas (SM), 6% de arenas arcillosas (SC) y 3% de gravas arcillosas con arena (GC).

Para conocer qué tan plástico puede comportarse el suelo en este centro poblado se hallaron límites de Atterberg los cuales dieron resultados promedio: limite liquido 29.66%, limite plástico 17.67% e índice de plasticidad 12.00%, concluyendo que los materiales cuentan con una plasticidad baja.

En el centro poblado Plan de Álvarez según la clasificación de suelos predominaron las arcillas arenosas de baja a media plasticidad (CL) con el 52%, continuando con el 14% de arcillas limo arenosas (CL-ML), 14% de arenas arcillosas (SC), 10% de gravas arcillosas con arena (GC), 5% de limos arenosos (ML) y 5% de arenas limosas (SM). Y de acuerdo con los límites de Atterberg que dieron como resultados promedio: limite liquido 36.93%, limite plástico 21.42% e índice de plasticidad 15.51%, se pudo concluir que los materiales cuentan con una plasticidad baja a media.

En el centro poblado San Juan Bosco de la Verde predominaron las arcillas arenosas de baja a media plasticidad (CL) con el 53%, seguido del 16% de arenas arcillosas (SC), 16% de gravas arcillosas con arenas (GC), 11% de gravas limosas con arenas (GM) y 5% de arcillas limo arenosas (CL-ML). Y para conocer qué tan plástico puede comportarse el suelo en este centro poblado se hallaron límites de Atterberg los cuales dieron resultados promedio: limite liquido 32.09%, limite plástico 20.98% e índice de plasticidad 11.11%, concluyendo que los materiales cuentan con una plasticidad baja a media.

Finalmente, para el centro poblado Cachipay teniendo en cuenta la clasificación de suelos se determinaron porcentajes del tipo de suelo encontrado en la exploración realizada, para saber cómo se encuentra conformado el terreno y su distribución de partículas, estos valores fueron: 58% de limos arenosos de baja plasticidad (ML), 14% de limos arenosos de alta plasticidad (MH), 14% de arcillas de mediana plasticidad (CL) y 14% de arcillas de alta plasticidad (CH). Y según los límites de Atterberg, basados en los resultados obtenidos en los ensayos de plasticidad, se encontraron los siguientes valores promedio: limite liquido 44.15%, limite plástico 29.81% e índice de plasticidad 14.34%, concluyendo que los materiales cuentan con una plasticidad media a alta.

Se puede afirmar con certeza que los objetivos propuestos en el plan de proyecto se cumplieron a cabalidad durante el tiempo de ejecución de la práctica empresarial en el área de geotecnia.

BIBLIOGRAFÍA

ALICON & ING S.A.S. [En línea] [Recuperado en 08 Enero 2019.] Disponible en <https://aliconingenieria.com/>.

Das, Braja M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Cuarta edición. México : International Thomson Editores, 2001, Capítulo 11, pág. 739.

INVIAS. Normas y Especificaciones INVIAS, Sección 100 - SUELOS; INV E-123-13.

INVIAS. Normas y Especificaciones INVIAS, Sección 100 - SUELOS; INV E-125-13.

INVIAS. Normas y Especificaciones INVIAS, Sección 100 - SUELOS; INV E-126-13.

INVIAS. Normas y Especificaciones INVIAS, Sección 100 - SUELOS; INV E-154-13.

Minvivienda. Guia revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento. [En línea] [Recuperado en 12 enero 2019.] Disponible en <http://www.minvivienda.gov.co/POTPresentacionesGuias/Marco%20revisi%C3%B3n%20POT.pdf>.

Peck, Ralph B., Hanson, Walter E. y Thornburn, Thomas H. Ingeniería de Cimentaciones. México : Limusa Noriega Editores. págs. 137-155.

Whitman, Lambe. MECÁNICA DE SUELOS. México : Limusa, 2004. pág. 50.

ANEXOS

**(Ver anexos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en base de datos de la
Biblioteca UIS)**