

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en el área de geotecnia, en la empresa Sismo

Ingeniería P.S S.A.S

Sebastián Reyes Prieto

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Vladimir Ernesto Merchan Jaimes

Doctor en Ingeniería del Terreno Cartográfica y Geofísica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

A Dios primeramente que me ha dado la fortaleza para continuar siempre ante cualquier obstáculo, por las cosas que ha hecho, está haciendo y seguirá haciendo en mi vida.

A mis padres y hermanos, por su formación llena de buenos hábitos y valores complementado con gran esfuerzo, amor y confianza, sin duda un apoyo incondicional, personas que me llenan de orgullo y felicidad en cada momento para ser mejor cada día.

Agradecimientos

Primero le quiero dar las gracias a Dios, por permitirme poder ingresar a la universidad Industrial de Santander (UIS) a cursar la carrera de ingeniería civil, la cual quería estudiar desde que estaba en el colegio, le agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría para poder llegar a este punto en el cual estoy redactando mi proyecto de grado con modalidad de prácticas empresariales, también agradezco a todos mis profesores que durante el proceso de formación me ayudaron de una u otra manera a cada profesor que me encontré en las diferentes asignaturas.

A mi familia en especial quiero agradecer, porque me apoyo en cada paso de mi formación profesional, me dieron la confianza, y responsabilidad para cumplir con mis deberes como estudiante, además de esto siempre recibí el apoyo incondicional tanto económico como emocional por parte de cada integrante de mi familia.

Agradezco a mis compañeros de carrera y amigos que hice durante mi formación profesional, pues

También agradezco a mi director de práctica el profesor Vladimir Ernesto Merchan Jaimes, por apoyarme y guiarme en esta etapa. A la empresa Sismo ingeniería PS S.AS por darme la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales con ellos para así fortalecer y adquirir experiencia en el ámbito de estudios de suelos.

Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Objetivos	10
1.1 Objetivo General	10
1.2 Objetivos Específicos.....	10
2. Cuerpo del trabajo.....	11
2.1 Marco Conceptual.....	11
2.1.1 Estudios Geotécnicos.	11
2.1.2 Ensayos de campo.....	11
2.1.3 Ensayos SPT (Standar Penetration Test).	11
2.1.4 Obtención de muestras de suelo mediante tubos de pared delgada.	12
2.1.5 Ensayos de laboratorio.....	12
2.1.6 Límite Líquido.	12
2.1.7 Límite Plástico.	13
2.1.8 Índice de plasticidad.	13
2.1.9 Granulometría.	14
2.1.10 Ensayo compresión Inconfinada.	15
2.1.11 Características sísmicas y de sitio.....	15
2.1.12 Cálculo del Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño.....	15
2.1.13 Capacidad Portante.	16
2.1.14 Terzaghi (1943)-Racional.	16
2.1.15 Meyerhof en 1965.....	16

2.1.16 Corrección por energía.....	17
2.1.17 Asentamientos.....	17
2.1.8 Informes geotécnicos.	18
2.2 Metodología	18
2.2.1 Fase 1. Capacitación e inducción del área de trabajo y sus actividades.	18
2.2.2 Fase 2. Desarrollo de actividades en la empresa Sismo ingeniería PS S.A.S.....	18
2.2.3 Fase 3. Documentación.....	19
2.3 Actividades del estudio de suelo con el ensayo SPT	19
2.4 Proyectos.....	21
2.4.1 Participación en proyectos.	21
2.4.1.1 Estructura de 3 niveles en Chiquinquirá, Boyacá.	22
2.4.1.2 Estructura de 3 niveles en Ubaté Cundinamarca.	27
3. Conclusiones	29
Referencias Bibliográficas	30

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Curva de fluidez.	13
Figura 2. Carta de plasticidad.	14
Figura 3. Curva de distribución de tamaño de partícula.	14
Figura 4. Ecuación mejorada para el cálculo del asentamiento elástico.	17
Figura 5. Clasificación de las unidades de construcción por categorías.	20
Figura 6. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unida.	20
Figura 7. Muestra extraída a 1,5	23
Figura 8. Perfil estratigráfico	24
Figura 9. Resultados ensayo compresión Inconfinada.	26
Figura 10. Perfil estratigráfico.	28

Resumen

Título: Practica empresarial como auxiliar de ingeniería en el área de geotecnia, en la empresa Sismo Ingeniería P.S S.A.S*

Autor: Sebastian Reyes Prieto**

Palabras Clave: práctica empresarial, ensayos, caracterización, resultados de laboratorio, informes geotécnicos.

Descripción

El presente artículo tiene como fin describir las actividades ejecutadas como auxiliar de ingeniería civil en el área de geotecnia durante la práctica realizada en la empresa SISMO INGENIERIA P.S S.A.S. Estas labores se llevaron a cabo con el fin de apoyar en el área de proyectos, análisis, interpretación y presentación de resultados de los diferentes ensayos realizados por la empresa. Por último, se expone los proyectos en los cuales se trabajó, que aportes se dieron a cada proyecto y conclusiones, con el fin de comprobar el desarrollo adecuado de la practica empresarial, la cual tenía como objetivo afianzar los conocimientos en el tema de geotecnia adquiridos en el proceso de formación profesional y conocer de cerca el ambiente laboral.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes. Doctor en Ingeniería del terreno cartográfica y geofísica

Abstract

Title: Analysis of hydrological indicators to determine the impact of water regulation and supply services in Páramo micro-basins due to land use. case study: Berlin (Santander)*.

Author: Sebastian Reyes Prieto**

Keywords: Business practice, surveys, soil tests, characterization, laboratory results, geotechnical reports, design of geotechnical works.

Description

The purpose of this article is to describe the activities carried out as a civil engineering assistant in the geotechnical area during the practice carried out in the company SIMO INGENIERIA PS.S.A.S. These tasks were focused on supporting the analysis, interpretation, and presentation of laboratory results, for the characterization of the soil samples analyzed in the different projects, support in geotechnical design related to the different studies prepared by the firm, in addition to participating in the geotechnical reports. In the same way, the information of the company, theoretical framework, methodology for each of the tasks is mentioned. Finally, the projects that were worked on, contributions and conclusions are exposed, where an adequate development of business practice is verified, facing the reality of the labor field and consolidating the knowledge acquired during professional training.

* Degree work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Civil Engineering. Director: Vladimir Ernesto Merchan Jaimes. Doctor in Cartographic and Geophysical Terrain Engineering.

Introducción

Ingeniería Civil es una amplia rama de la ingeniería que tiene por objeto la concepción, planeación, diseño, construcción, renovación, administración, reparación, mantenimiento y actualización de infraestructura de obras civiles para el desarrollo de una sociedad. Una rama de la ingeniería civil muy importante es la GEOTECNIA que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas e hidráulicas de los materiales provenientes de la tierra. Investiga los suelos y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar taludes, cimentaciones, túneles, puentes, presas, vías, acueductos, básicamente esta rama de la ingeniería civil está relacionada con todas las ramas de la construcción. es por esto que la geotecnia tiene una gran importancia para garantizar un buen diseño y funcionamiento de las cimentaciones de obras civiles, es fundamental realizar previamente un estudio de suelos responsable y completo.

Teniendo en cuenta lo anterior la Universidad Industrial de Santander da la oportunidad de realizar el proyecto de grado por medio de una modalidad llamada práctica empresarial, con el fin de brindarle opciones y herramientas a los estudiantes para que adquieran experiencia y se formen en un ambiente laboral, el cual les servirá para reforzar los conocimientos adquiridos en transcurso del pregrado, este caso se realizó el proyecto de grado bajo la modalidad ya mencionada de prácticas empresariales en la empresa Sismo Ingeniera PS S.A.S en el área de geotecnia que se encarga del estudio de las propiedades geomecánicas, hidráulicas e ingenieriles del suelo.

Al realizar un estudio geotécnico se pueden identificar las diferentes propiedades y cualidades que nos pueda brindar un terreno para llevar a cabo una obra civil.

En el presente artículo se evidenciarán los proyectos en los que se trabajó y metodologías utilizadas durante el período de ejecución de la práctica empresarial.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Apoyar como auxiliar de ingeniería civil en modalidad de presencialidad remota, el desarrollo de estudios y proyectos geotécnicos Llevados a cabo por la empresa Sismo Ingeniería PS S.A.S.

1.2 Objetivos Específicos

Efectuar actividades para el soporte en los cálculos de ensayos de laboratorio y de campo.

Realizar actividades de apoyo en la elaboración periódica de formatos, informes, actas y cualquier otro trámite relacionado con las actividades que desarrolla la empresa.

Proponer actividades de mejora en los procesos operativos y organización de la empresa con el fin de optimizar procesos de calidad

2. Cuerpo del trabajo

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Estudios Geotécnicos.

En la realización de un estudio geotécnico es necesario conocer previamente la zona a estudiar o hacer investigación de esta, luego se lleva a cabo la exploración en campo basados en el título H de la norma NSR 10 en la cual se puede encontrar el número mínimo de sondeos y la profundidad de estos, las muestras obtenidas en campo se llevan al laboratorio para hacerle los debidos ensayos y finalmente poder realizar un informe donde se detalle resultados, conclusiones y recomendaciones.

2.1.2 Ensayos de campo.

En un estudio geotécnico es necesario realizar una exploración en campo con el fin de conocer las propiedades mecánicas del suelo y así poder clasificarlo y conocer valores como la capacidad portante la cohesión y el Angulo de fricción.

2.1.3 Ensayos SPT (*Standar Penetration Test*).

Este procedimiento es realiza do en la exploración geotécnica, se encuentra en la (INV E 111-13 SPT), el cual consiste en conducir un muestreador de tubo partido dentro del suelo para obtener muestras inalteradas representativas con fines de identificación, y medir la

resistencia del suelo a la penetración del muestreador por medio del número de golpes. En este ensayo se debe registrar el número de golpes requeridos para penetrar el suelo 0.15 m (6"), este proceso se debe hacer tres veces y se descarta el resultado de los primeros 0.15 m debido a la posible contaminación y se debe considerar la suma del número de golpes requeridos para el segundo y tercer avance de 0.15 m (6") de penetración, a la cual se le llama "resistencia a la penetración normal" o valor "N" (INVIAS, 2013).

2.1.4 Obtención de muestras de suelo mediante tubos de pared delgada.

La norma INV E-105-07), la cual describe el procedimiento para el uso de un tubo metálico de pared delgada para la obtención de muestras inalteradas, con el fin de extraer muestras y realizar ensayos de laboratorio al suelo, para obtener los parámetros necesarios para un estudio, diseño entre otros (INVIAS, 2013).

2.1.5 Ensayos de laboratorio.

Son pruebas realizadas a las muestras extraídas o suministradas según sea el caso se realizan en un laboratorio con equipos especiales y por un laboratorista, cumpliendo con las normas pertinentes para cada ensayo a realizar, los ensayos más usados o comunes en un estudio de suelos son límites de Atterberg, granulometría, compresión Inconfinada.

2.1.6 Límite Líquido.

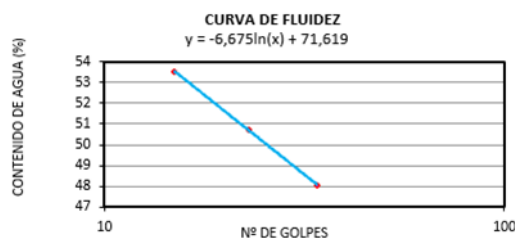
Es el porcentaje de humedad en el que el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico, también se puede definir como el contenido de agua que se requiere agregar

en la cazuela de Casagrande sometida a 25 golpes con una caída de 10 mm a razón de 2 golpes por segundo. En la norma INV. E 125 – 13, describe el procedimiento a seguir para el ensayo.

Uno de los resultados obtenidos del ensayo es la curva de fluidez Figura 1, en la cual representa la relación entre el contenido de humedad y el número de golpes de la cazuela de casa grande (INVIAS, 2013).

Figura 1.

Curva de fluidez.



2.1.7 Límite Plástico.

Es el contenido de humedad en el que el suelo cambia de estado plástico a uno semisólido a este fenómeno se conoce como límite plástico. También se define como el contenido de humedad en el que el suelo se agrieta al formar rollitos de 3.20 mm de diámetro aproximadamente, este proceso se explica a detalle en la norma INV E 126-13 (INVIAS, 2013).

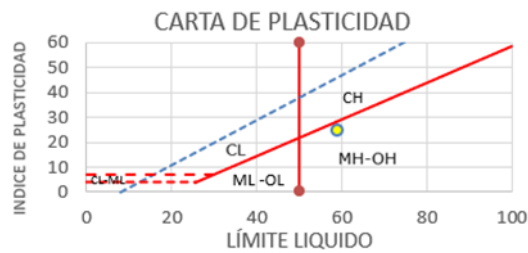
2.1.8 Índice de plasticidad.

Se calcula como la diferencia entre el límite líquido menos el límite plástico y es el rango de humedad en el que el suelo se comporta plásticamente (INVIAS, 2013).

Con el índice de plasticidad, el límite líquido y la granulometría se puede realizar la carta de plasticidad la cual sirve para clasificar el suelo.

Figura 2.

Carta de plasticidad.

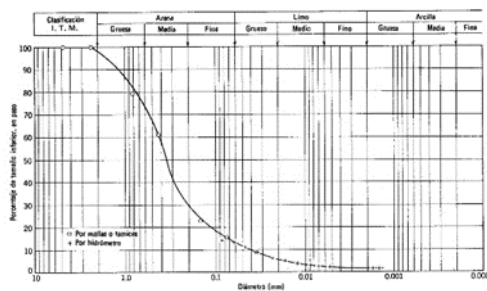


2.1.9 Granulometría.

Es un ensayo el cual permite determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo con su tamaño. La norma INV E-123-13, describe el procedimiento de la granulometría por tamizado, La cual consiste en determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 μm (No. 200) (INVIAS, 2013).

Figura 3.

Curva de distribución de tamaño de partícula.



Nota. Tomado de: Braja. M. (s.f.) Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica

Para así obtener la curva granulométrica. De la cual obtenemos los porcentajes de grava, arena y finos. Y así mismo los coeficientes de uniformidad y curvatura.

2.1.10 Ensayo compresión Inconfinada.

Esta norma describe el ensayo para determinar la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos, mediante la aplicación de una carga axial con control de deformación. El ensayo se puede realizar sobre muestras inalteradas, remodeladas o compactadas. El objetivo básico del ensayo de compresión Inconfinada es obtener, de manera rápida, un valor de la resistencia a la compresión de aquellos suelos que tienen la cohesión suficiente para ser ensayados en condición Inconfinada. (INVIAS, 2013)

2.1.11 Características sísmicas y de sitio.

Se realizada con base en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10 Capitulo A) en la cual se verifica la amenaza sísmica dependiendo de la zona de estudio, en la en el titulo A tabla A.2.3-2 podemos encontrar los datos del coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva (A_a), el coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva (A_v) y la clasificación de amenaza sísmica según la zona ya sea alta, baja o intermedia (C. A. P. P. E. R. D. C. S. Resistentes, 2010).

2.1.12 Cálculo del Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño.

Con los coeficientes de aceleración horizontal pico efectiva y velocidad horizontal pico efectivo (A_a y A_v) y el tipo de perfil de suelo, se pueden obtener los valores de los coeficientes

Fa y Fv, según la Tabla A.2.4-3 y Tabla A.2.4-4. Y el valor del coeficiente de importancia, tal como lo indica la sección A.2.5 y A.2.5.2 de la norma (C. A. P. P. E. R. D. C. S. Resistentes, 2010).

2.1.13 Capacidad Portante.

Es la capacidad de soporte de carga del suelo en unidades de presión, antes de presentar una falla por cortante. Para definir dicha presión se calcula por métodos empíricos y racionales. En este caso el método a utilizar fue el ensayo de penetración estándar (SPT) que relaciona la profundidad con la cantidad de golpes. Para calcular la capacidad portante es necesario conocer propiedades geomecánicas del suelo (peso específico, cohesión, ángulo de fricción) y parámetros obtenidos durante el SPT y/o apiques (Das, 2012).

2.1.14 Terzaghi (1943)-Racional.

Terzaghi en 1943 fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones aproximadamente superficiales. De acuerdo con su teoría, una cimentación es superficial si su profundidad es menor que o igual a su ancho. Sin embargo, investigadores posteriores sugirieron que las cimentaciones con profundidad de desplante igual a tres o cuatro veces su ancho se podrían definir como cimentaciones superficiales (Das, 2012).

2.1.15 Meyerhof en 1965.

Sugirió que a la ecuación de Terzaghi se le debería agregar factores de forma y factores de inclinación, con el fin de tener en cuenta las cargas con inclinación. El valor del N (golpes/pie) de penetración estándar obtenida en los ensayos, se debe corregir por energía (C_e) y por profundidad (C_d) para emplear la ecuación de Meyerhof modificada por Bowles.

$$N_{corr} = C_e * C_d * N_{60}$$

2.1.16 Corrección por energía.

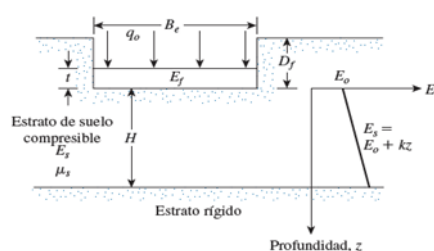
Para definir este coeficiente de corrección por energía se empleó el criterio de Takamatsu y Seed 1987, el cual dice que para un sistema de polea y de pesa con hueco circular, el coeficiente es de 0.75 (Suárez, 1998).

2.1.17 Asentamientos.

Ecuación mejorada de Mayne & Poulos (1999), la razón por la que se usa este método es porque tiene en cuenta factores como la rigidez del cimiento (E_f), la profundidad de desplante (D_f), espesor de la cimentación (t) y el diámetro equivalente (B_e). (Das, 2012) [254-256]

Figura 4.

Ecuación mejorada para el cálculo del asentamiento elástico.



Nota. Tomado de. NSR-10.

2.1.8 Informes geotécnicos.

Con los datos obtenidos en campo y laboratorio, se realiza la redacción del informe geotécnico, el cual es un entregable para el estudio, en donde se ven evidenciados los siguientes contextos geológico, propiedades geotécnicas del suelo, y recomendaciones de diseño y constructivas.

2.2 Metodología

Durante el desarrollo de la práctica empresarial, se plantearon las siguientes fases, las cuales fueron supervisadas y dirigidas por parte del tutor de la práctica.

2.2.1 Fase 1. Capacitación e inducción del área de trabajo y sus actividades.

En esta primera fase la empresa realizara un proceso de capacitación de manera remota con el fin de presentar y dar a conocer al practicante datos relacionados con la empresa como su metodología, funcionamiento, conocer un poco sus instalaciones y personal de trabajo, Además de esto se revisará las actividades de la empresa para así poder asignar en cuales el practicante brindara apoyo y prestara sus servicios.

2.2.2 Fase 2. Desarrollo de actividades en la empresa Sismo ingeniería PS S.A.S.

Durante esta fase se conocerá un poco más sobre la metodología aplicada en la empresa, se revisará documentación como lo son las normas usadas para los proyectos a desarrollar como por ejemplo La norma NSR 10 e INVIAS, se revisará y se comprenderán los formatos con los cuales se trabaja y se revisarán ejemplos de diferentes ensayos como, por ejemplo: Granulometría, limite líquido y plástico, ensayo de Compresión Inconfinada. Además de esto se revisará informes y los cálculos de estos para adaptarse de la mejor manera a la metodología de trabajo y por último se realizarán las actividades asignadas por la empresa y aprobadas por el director para dar cumplimiento a los objetivos planteados previamente.

2.2.3 Fase 3. Documentación.

Se realizará el informe final el cual servirá como constancia de la realización de la practica en la empresa Sismo Ingeniería PS S.A.S. Este informe se realizará bajo los parámetros de la universidad y se sustentará ante el comité evaluador de proyectos de grado.

2.3 Actividades del estudio de suelo con el ensayo SPT

Durante el desarrollo de la práctica empresarial en la empresa Sismo ingeniería PS S.A.S se realizo un cronograma con una lista de actividades para realizar un estudio geotécnico las cuales se planean a continuación.

Exploración previa del terreno a estudiar con el fin de conocer la zona y proveer posibles problemas que se puedan presentar.

Planear y clasificar el tipo de exploración a hacer según la NSR 10 capitulo H, Tabla H.3.1-1(Clasificación de las unidades de construcción por categorías).

Figura 5.

Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Nota. Tomado de: Tabla H.3.1-1 NSR 10

Trasladar el equipo de exploración adecuado según la categoría lo exige y llevar personal adecuado y con todos los equipos de seguridad pertinentes.

Realizar la exploración a la profundidad requerida según NSR 10 capítulo H, Tabla H.3.2-1 (Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Categoría de la unidad de construcción).

Figura 6.

Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unida

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Nota. Tomado de: Tabla H.3.2-1 NSR 10

Tomar las muestras de suelo necesarias y llevar registro en los formatos del ensayo

Con las muestras llevadas de campo al laboratorio se procede a realizar lo ensayos requeridos para el estudio de suelos, los cuales se plantean a continuación.

- Contenido de agua en los suelos (Humedad) INV E-122.
- Limite líquido y plástico (INV E-125, INV E 126)

- Compresión Inconfinada (INV E-152).
- Análisis Granulométrico por tamizado (INV E-123)

Con los resultados de los ensayos mencionados a continuación se procede a calcular los parámetros que estos ensayos nos ofrecen, con los cuales se procede a calcular la capacidad portante del suelo, asentamientos y la clasificación del suelo según la NSR 10.

Se realiza un informe que contenga esta información de forma detallada y clara.

Plantear conclusiones y recomendaciones

2.4 Proyectos

Durante el desarrollo de la práctica empresarial se ejecutaron diferentes proyectos en la empresa Sismo ingeniería PS S.A.S en los cuales se analizó las zonas de estudio para luego ir a campo y realizar el estudio con el fin de extraer muestras a las cuales se le realizaron los ensayos pertinentes en el laboratorio, luego se procesaron los datos de ensayos de laboratorio y campo, con el fin de recopilar estos datos en un informe geotécnico el cual muestra resultados del estudio realizado, dando recomendaciones y conclusiones.

En los proyectos se apoyó en la planeación, organización y realización de informes geotécnicos, cumpliendo así con la ejecución de las actividades propuestas.

2.4.1 Participación en proyectos.

A continuación, presentaran algunos proyectos en los cuales se apoyó durante el desarrollo de la practica empresarial en la empresa SISMO INGENIERIA P.S S.A.S

- Estructura de 3 niveles en Chiquinquirá Boyacá.
- Estructura de 3 niveles en Ubaté Cundinamarca.

- Estructura de 5 niveles en Ubaté Cundinamarca.
- Torres de energía De Chiquinquirá Boyacá a Otanche Boyacá.
- Estructura de 3 niveles en Otanche Boyacá.

2.4.1.1 Estructura de 3 niveles en Chiquinquirá, Boyacá. En este proyecto se realizó un estudio geotécnico el cual sirva de base para los procesos de diseño estructural y construcción de una edificación de tres niveles, así como también dar resultados y recomendaciones a tener en cuenta.

Se realizó llevando a cabo las actividades del estudio del suelo por el método SPT, Teniendo en cuenta que la clasificación de la estructura según la tabla Tabla H.3.1-1 de la norma NSR 10 se clasifica como categoría baja, por lo tanto, según la Tabla H.3.2-1 de la NSR 10 nos indica que se deben realizar un mínimo de 3 sondeos a una profundidad de 6 m.

Durante el proceso en campo se realizaron 3 sondeos todos se lograron bajar a una profundidad de 6 m como lo establece la norma y se sacaron muestras con las cuales se realizaron los ensayos pertinentes.

Figura 7.

Muestra extraída a 1,5



Se encontró que la clasificación del suelo según la NSR 10 es un suelo tipo C, basado en la tabla A.2.4-2 en la cual se muestran los criterios para clasificar el suelo dentro de los perfiles de suelo tipo C, D o E, se estableció que la profundidad de adecuada de cimentación es a [1,5 m] de profundidad, se recomendó un tipo de cimentación superficial con zapatas aisladas rectangulares de no menos de 1m por 1m. la capacidad por tante admisible a esta profundidad es de 196 [kn/m²], para la cual se realizó un chequeo de asentamientos. A continuación, se presenta el perfil estratifico del terreno.

profundidad de [6 m] en dicha profundidad no se evidencio la presencia del nivel freático ni dio rechazo en ningún punto, en este perfil se representan datos como la humedad del terreno a diferentes profundidades, el γ húmedo (Kn/m^3), el γ seco (Kn/m^3), limite líquido, limite plástico, índice de plasticidad, N de campo y el N60 corregido.

El terreno estudiado tiene cuatro estratos de suelos diferentes.

- Estrato de 0 m a 0,5 m se encontró una capa vegetal la cual debe ser removida en el proceso de construcción ya que esta capa tiene propiedades mecánicas malas o de baja resistencia.
- estrato de 0,5m a 2,0 m encontramos un limo color café con vetas grises de alta plasticidad con consistencia, medianamente firme con contenido de humedad moderada.
- estrato de 2,0 m a 4,0 m se encontró un limo Color gris con vetas negras de baja plasticidad con Consistencia medianamente firme y contenido de humedad moderado.
- estrato de 4,0 m a 6,0 m se encontró Arcilla Color gris con vetas cafés de baja plasticidad con Consistencia blanda y contenido de humedad bajo.

Para el cálculo del asentamiento admisible es necesario conocer la cohesión la cual es un parámetro que lo da el ensayo de la compresión Inconfinada, el Angulo de fricción se calcula mediante correlaciones en este caso utilizamos la ecuación de Hatanaka y Uchida (1996) y la ecuación de Schmertmann (1975).

Ecuación 1.

Hatanaka y Uchida (1996)

$$\phi' = \sqrt{20(N_1)_{60}} + 20$$

Nota. Tomado de: Braja. M. (s.f.) *Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica.*

Ecuación ;Error! Marcador no definido..

Schmertmann (1975).

$$\phi' = \tan^{-1} \left[\frac{N_{60}}{12.2 + 20.3 \left(\frac{\sigma'_{vo}}{P_a} \right)} \right]^{0.34}$$

Nota. Tomado de: Braja. M. (s.f.) *Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica.*

Figura 9.

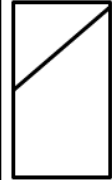
Resultados ensayo compresión Inconfinada

HUMEDAD NATURAL	
RECIPIENTE Nº	97
W RECIPIENTE (g)	4,90
W RECIPIENTE +SUELO HÚM (g)	94,00
W RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	74,60
CONTENIDO DE AGUA (%)	27,83

Peso (g)	486,3
Area (cm2)	23,6
Volumen (cm ³)	256,22

γ húm (KN/m ³)	18,62
γ seco (KN/m ³)	14,56

Diametros (cm)	Superior	5,54
	Medio	5,46
	Inferior	5,43
	Promedio	5,48
Alturas (cm)	Altura 1	10,91
	Altura 2	10,88
	Altura 3	10,84
	Promedio	10,88

	FALLA	RESIST. A C.I. qu (KN/m2)
		269,39
		COHESIÓN (KPA)
		134,69
		TIPO DE MUESTRA
		Inalterada
		RELACIÓN ALT./DIÁM.
		2,0
		CONSISTENCIA
		Muy Compacta
	MODULO DE ELASTICIDAD (KN/m2)	
	6198,228474	

Con estos datos se calcula la capacidad portante por medio de la ecuación de Meyerhof (1956).

Ecuación 3.

Meyerhof (1956).

$$q_u = CN_c S_c d_c + q N_q S_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

En este estudio como practicante de la empresa Sismo Ingeniería PS S.A.S se contribuyó en el área de planeación, revisión de la normativa necesaria, se aportó en el área de cálculos como auxiliar y se realizó el informe a presentar.

2.4.1.2 Estructura de 3 niveles en Ubaté Cundinamarca. Este proyecto se realizó llevando a cabo las actividades del estudio del suelo por el método STP, Teniendo en cuenta que la clasificación de la estructura según la Tabla H.3.1-1 de la norma NSR 10 se clasifica como categoría baja, por lo tanto, según la Tabla H.3.2-1 de la NSR 10,

Nos indica que se deben realizar un mínimo de 3 sondeos a una profundidad de 6 m, se debe tener en cuenta que la norma NSR 10 en el inciso H.3.2.5 plantea que Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla H.3.2-1, afectada a su vez por los siguientes criterios, los cuales deben ser justificados por el ingeniero geotecnista.

Durante el proceso en campo se realizaron 3 sondeos de los cuales 2 se bajaron a una profundidad de 6 m como lo establece la norma, y el otro sondeo se bajó a 4 m, se sacaron muestras con las cuales se realizaron los ensayos pertinentes.

Se encontró que la clasificación del suelo según la NSR 10 es un suelo tipo D, basado en la tabla A.2.4-2 en la cual se muestran los criterios para clasificar el suelo dentro de los perfiles de suelo tipo C, D o E, se estableció que la profundidad de adecuada de cimentación era de [1,7 m], se recomendó un tipo de cimentación superficial con zapatas aisladas rectangulares de no menos de 1,1 m por 1,1m. la capacidad portante admisible a esta profundidad es de 164,3 [Kn/m²], para la cual se realizó un chequeo de asentamientos. A continuación, se presenta el perfil estratifico del terreno del ensayo en el punto número 1.

Figura 10.

Perfil estratigráfico.

PERFIL ESTRATIGRAFICO																
PROYECTO		CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN DE TRES PISOS.														
LOCALIZACIÓN		CHIJINQUIRA, BOYACA										SONDEOP 2				
MUNICIPIO		CHIJINQUIRA, BOYACA														
Profundidad (m)	Espesor (cm)	Litología	Descripción del suelo	SUCS	Wn (%)	LL (%)	LP (%)	IP	% Gravas	% Arenas	Plum No. 200 (N)	φ (°)	γ húmedo (Kn/m ³)	γ seco (Kn/m ³)	SPT N de campo	N60
0,0																
0,1																
0,2																
0,3																
0,4																
0,5			Capa orgánica													
0,6																
0,7																
0,8																
0,9																
1,0			limo Color gris con vetas amarillas de alta plasticidad con Consistencia medianamente firme y contenido de humedad moderada.	MI	38,8								17,89	14,07	22	3,3
1,1																
1,2																
1,3																
1,4																
1,5																
1,6																
1,7																
1,8																
1,9																
2,0																
2,1																
2,2																
2,3																
2,4																
2,5																
2,6																
2,7																
2,8																
2,9																
3,0			limo Color gris con vetas color naranja de alta plasticidad con Consistencia medianamente firme y contenido de humedad moderada.	MI	33,9											
3,1																
3,2																
3,3																
3,4																
3,5																
3,6																
3,7																
3,8																
3,9																
4,0																
4,1																
4,2																
4,3																
4,4																
4,5																
4,6																
4,7																
4,8																
4,9																
5,0																
5,1																
5,2			Arcilla Color gris con vetas negras de alta plasticidad con Consistencia medianamente firme y contenido de humedad moderada.	CI	28,25											
5,3																
5,4																
5,5																
5,6																
5,7																
5,8																
5,9																
6,0																

Este perfil estratigráfico va desde una profundidad base de 0 m hasta una profundidad de [6 m], en este caso podemos evidenciar que en la exploración se logró bajar a una profundidad de [6 m] en dicha profundidad no se evidencio la presencia del nivel freático y dio rechazo en el punto número 2, en este perfil se representan datos como la humedad del terreno a diferentes profundidades, el γ húmedo (Kn/m³), el γ seco (Kn/m³), limite líquido, limite plástico, índice de plasticidad, N de campo y el N60 corregido.

El terreno estudiado tiene cuatro estratos de suelos diferentes.

- Estrato de 0 m a 0,5 m encontramos una capa vegetal la cual debe ser removida en el proceso de construcción ya que esta capa tiene propiedades mecánicas malas o de baja resistencia.
- Estrato de 0,5m a 3,2 m se encontró una arcilla de baja plasticidad de color café con vetas grises, medianamente firme con contenido de humedad moderada.
- Estrato de 3,2 m a 6,0 m encontramos una arcilla de baja plasticidad, de Color gris con vetas negras con Consistencia medianamente blanda y contenido de humedad moderado.

En este estudio como practicante de la empresa Sismo Ingeniería PS S.A.S se contribuyó en el área de planeación, revisión de la normativa necesaria, se aportó en el área de cálculos como auxiliar y se realizó el informe a presentar.

3. Conclusiones

La práctica empresarial como proyecto de grado es una gran oportunidad para el estudiante de afrontar el ámbito laboral con el fin de reforzar y poner en práctica conocimientos adquiridos en el pregrado.

Dando cumplimiento a los objetivos previamente planteados se apoyó en actividades de oficina como procesamiento de ensayos de laboratorio (Granulometría y Límites de Atterberg) y campo (SPT), clasificación de las muestras de suelo con la metodología SUCS, apoyo en cálculos de capacidad portante, además se contribuyó a la actualización de formatos.

Referencias Bibliográficas

- Alicon & ing. S.A.S., (s.f.). *Página Principal*. Obtenido de <https://aliconingenieria.com/>
- C. A. P. P. E. R. D. C. S. Resistentes. (2010). *Reglamento Colombiano Construcción Sismo Resistente, NSR-10, Título A*.
- Das, B. M. (2001). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones (4a ed)*. México: International Thomson Editores.
- Das, B. M. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones (7a ed)*. México, F.G: Cengage Learning.
- INVIAS. (2013). *Análisis granulométrico de suelos por tamizado, INV E-123-13*.
- INVIAS. (2013). *Determinación del límite líquido de los suelos, INV E-125-13*.
- INVIAS. (2013). *Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada, INV E-154-13*.
- INVIAS. (2013). *Ensayo de penetración normal y muestreo con tubo partido de los suelos, INV E-111-13*.
- INVIAS. (2013). *Límite Plástico e Índice de plasticidad de suelos, INV E-126-13*.
- INVIAS. (2013). *Obtención de muestras de suelo mediante tubos de pared delgada, INV E-105-13*.
- Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
- Tokimatsu, K. y. (1984). *Simplified Procedures for the Evaluation of Settlements in Clean Sands. Earthquake Engineering Research Center report No. UCB/EERC -84/16, University California Barkeley*.
- U. I. d. Santander. (2015). *Reglamento Académico-Estudiantil. Vol. 1982 no. 72. .*