

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa SECOIN S.A.S.

Dayana Carolina Marín González

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Civil

Director

MSc. Ingeniera Luz Marina Torrado Gómez

Ingeniera Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A mis padres, Irma González y José Francisco Marín, por apoyarme en cada paso que doy y acompañarme en cada momento del camino. Gracias por no juzgarme y confiar en mis valores, principios y en la crianza que me dieron. Por sostenerme y entenderme en cada uno de mis tropiezos, ayudándome a levantarme y animándome a no rendirme. Gracias a ustedes soy lo que soy y he llegado hasta aquí. Especialmente, dedico este trabajo a la memoria de mi padre, quien, a pesar de no poder estar en el momento final, me acompañó en cada paso hasta la meta, motivándome, orientándome y apoyándome en cada uno de mis objetivos.

A mis hermanos, por su constante ánimo y compañía, y por ser mi apoyo y refugio en los momentos difíciles. Su presencia ha sido fundamental en mi vida, proporcionando no solo apoyo emocional, sino también inspiración. Agradezco sus palabras de aliento en los momentos de duda y su fe en mis capacidades cuando más lo necesitaba. Ustedes han sido un pilar esencial en mi formación, no solo académica, sino también personal. Cada logro en mi vida es también un reflejo del amor y la solidaridad que me han brindado incondicionalmente.

Finalmente, dedico este trabajo a todos los que luchan por sus sueños y nunca se rinden ante los obstáculos.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia y amigos, por su amor, su apoyo, paciencia, comprensión para conseguir este logro y por creer siempre en mí. Su presencia en mi vida ha sido un pilar fundamental para alcanzar mis metas. Gracias por estar a mi lado en cada paso de este camino.

Agradezco profundamente a mi tutora, Luz Marina Torrado, por su orientación, paciencia y valiosos consejos durante la realización de este proyecto. Su experiencia y dedicación han sido fundamentales para el éxito de este trabajo.

A la empresa SECOIN S.A.S. y a su equipo, por permitirme realizar mis prácticas y por brindarme la oportunidad de aprender y crecer profesionalmente. Su apoyo y confianza han sido esenciales para el desarrollo de este proyecto.

A mis profesores y compañeros de la universidad, por compartir sus conocimientos y experiencias, y por ser una fuente constante de inspiración y motivación.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco de Referencia	14
2.1. Geotecnia	14
2.2. Estudios geotécnicos.....	14
2.3. Control de calidad de cilindros de concreto.....	15
2.3.1. Control de calidad de concretos	15
3. Metodología	17
4. Desarrollo etapa 1	20
4.1. Revisión y verificación de los estudios realizados en el área de laboratorio	20
5. Desarrollo etapa 2	25
5.1. Control de calidad en cilindros de concreto.....	25
5.1.1. Ordenes de servicio.....	26
5.1.2. Revisión de normativa	28
5.1.2.1. Resistencia a la compresión de Muestras de concreto NTC 673-10.....	28
5.1.2.2. Densidad y Peso Unitario del Suelo en el Terreno por el Método del cono y arena.	29
5.1.3. Acompañamiento y supervisión de los ensayos de control de calidad	31
5.1.4. Informes y trazabilidad	31
6. Desarrollo etapa 3	34

6.1.	Plan de acción de las exploraciones.....	34
6.2.	Logística.....	34
6.2.1.	Talento humano	34
6.2.2.	Equipo y herramienta.....	34
6.3.	Acompañamiento y registro de campo	35
7.	Desarrollo etapa 4	38
7.1.	Informes de campo.....	38
7.1.1.	Perfiles de campo.....	38
7.2.	Informe final	39
8.	Conclusiones	40
9.	Recomendaciones	42
	Referencias Bibliográficas	43

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Normativa para estudios geotécnicos Fuente: Propia</i>	20
Tabla 2 <i>Normativa para estudios de control de calidad. Fuente: Propia</i>	23
Tabla 3 <i>Normativa para estudios de control de calidad de concretos. Fuente: Propia</i>	25
Tabla 4 <i>Diámetro máximo de la cara de apoyo. Fuente: NTC 673-10</i>	28
Tabla 5 <i>Volúmenes mínimos del hueco de ensayo de acuerdo con el tamaño máximo de las partículas del suelo a ensayar. Fuente: INV-E-161-13</i>	31
Tabla 6 <i>Trazabilidad interna de la empresa para los cilindros de concreto. Fuente: Propia.</i>	32
Tabla 7 <i>Trazabilidad interna de la empresa para las densidades con cono y arena. Fuente: Propia.</i>	33

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Ensayo de corte directo, compresión inconfiada y consolidación realizados en el laboratorio. Fuente: SECOIN S.A.S.</i>	22
Figura 2. <i>Ensayo de equivalente de arena realizado en el laboratorio. Fuente: SECOIN S.A.S.</i> ..	24
Figura 3. <i>Muestras de concreto llevadas al laboratorio. Fuente: SECOIN S.A.S.</i>	27
Figura 4 <i>Formato de orden de servicio para cilindros de concreto. Fuente: SECOIN S.A.S.</i>	27
Figura 5 <i>Esquema de los modelos de fractura típicos. Fuente: NTC 673-10</i>	29
Figura 6 <i>Aparato para el ensayo del cono y arena. Fuente: INV-E-161-13</i>	30
Figura 7 <i>Herramienta para realización de ensayo SPT.</i>	35
Figura 8 <i>Realización y muestra extraída del apique hasta 1.50 metros. Fuente: SECOIN S.A.S</i>	36
Figura 9 <i>Realización y muestra extraída por medio del ensayo de penetración estándar. Fuente: SECOIN S.A.S</i>	36

Lista de Apéndices

Apéndice A. Informes de avance de la practicas

Apéndice B. Certificación de cumplimiento de prácticas por parte de la empresa

Apéndice C. Formato de aval por parte de la empresa

“Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS”

Resumen

Título: Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa SECOIN S.A.S. *

Autor: Dayana Carolina Marín González **

Palabras Clave: Geotecnia, Ensayos, Estudios geotécnicos, Caracterización.

Descripción: Debido a la complejidad y diversidad de la topografía y geología de Colombia, la importancia de los estudios geotécnicos y de control de calidad de los materiales se magnifica, siendo esenciales para asegurar la integridad y durabilidad de las estructuras y proyectos construidos en el país. En el presente proyecto de grado, se muestra el recorrido por estas áreas principalmente, mediante el acompañamiento a las labores que lleva a cabo la empresa SECOIN S.A.S, dando su mayor enfoque en el área de control de calidad de concretos, para lo cual se realiza un acompañamiento, seguimiento y coordinación en los diferentes ensayos, así como en el acompañamiento a los procesos de exploración, muestreo y ejecución de ensayos, con el fin de realizar informes de campo. En todo momento, se garantiza el cumplimiento de las normativas pertinentes y vigentes para cada una de las áreas a tratar, tales como la Norma Técnica Colombiana (NTC) y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Este estudio no solo permitirá comprender a fondo las prácticas y procesos implementados por SECOIN S.A.S, sino que también contribuirá al avance del conocimiento en el sector, ofreciendo valiosas lecciones aprendidas para mejorar la calidad y seguridad en la construcción en Colombia.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directo: Wilfredo Del Toro Rodríguez, Msc. Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Business practice as a civil engineering assistant at the company SECOIN S.A.S*

Author(s): Dayana Carolina Marín González**

Key Words: Geotechnics, Tests, Geotechnical Studies, Characterization

Description:

Due to the complexity and diversity of Colombia's topography and geology, the importance of geotechnical studies and quality control of materials is magnified, being essential to ensure the integrity and durability of structures and projects built in the country. In this undergraduate project, the focus is primarily on these areas by accompanying the tasks carried out by the company SECOIN S.A.S., with a major emphasis on the area of concrete quality control. This involves monitoring, tracking, and coordinating various tests, as well as accompanying the processes of exploration, sampling, and testing to generate field reports. At all times, compliance with the relevant and current regulations for each area, such as the Colombian Technical Standard (NTC) and the Instituto Nacional de Vias (INVIAS), is ensured. This study will not only allow for a comprehensive understanding of the practices and processes implemented by SECOIN S.A.S., but will also contribute to the advancement of knowledge in the sector, offering valuable lessons learned to improve quality and safety in construction in Colombia.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directo: Wilfredo Del Toro Rodríguez, Msc. Ingeniería Civil.

Introducción

La geotecnia es una rama muy importante de la ingeniería civil, ya que se encarga de estudiar los suelos, determinando las propiedades y características geomecánicas y su comportamiento ante las cargas y fuerzas aplicadas, siendo esto, fundamental para garantizar la seguridad, estabilidad y calidad a largo plazo de una amplia gama de proyectos de ingeniería. Por otro lado, los estudios geotécnicos son necesarios para conocer las características del terreno y determinar la solución de cimentación que garantice la estabilidad de la construcción. Además, la geotecnia es esencial para prevenir y mitigar los daños causados por peligros naturales como deslizamientos de tierra, desprendimientos de rocas, sumideros y erupciones volcánicas.

En su trabajo práctico el ingeniero civil atiende problemas diversos y complejos que van desde la cimentación hasta la estructura misma de las obras. Prácticamente todas las estructuras de ingeniería civil como edificios, puentes, carreteras, túneles, muros, torres, canales o presas deben cimentarse sobre un suelo, el cual debe contar con una cimentación adecuada y segura capaz de soportar la carga conferida por la estructura sin deformarse excesivamente.

Teniendo en consideración que la industria del petróleo es una de las más grandes a nivel nacional, las empresas han evolucionado para adaptarse a las necesidades específicas de dicho campo. En este contexto, SECOIN S.A.S desde sus orígenes, ha tenido un enfoque hacia dicha industria, encargándose de realizar exploraciones geotécnicas, con el fin de recolectar muestras y realizar estudios de suelos. Estas actividades son fundamentales para la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura como la creación y expansión de redes de tuberías de Oil & Gas, troncales eléctricas y otras obras realizadas en campos petroleros y refinerías en todo el país.

En función a lo anterior, la empresa lleva un recorrido amplio y ha crecido a lo largo del tiempo con la industria que rige su contexto histórico, siendo así una gran opción al momento de acoger a futuros ingeniero y orientarlos en áreas muy específicas como lo son el control de calidad de concretos, para lo cual se toma como principal norma para estructuras de concreto la Norma Técnica Colombiana (NTC) y las labores realizadas en campo como la exploración directa, cuya normativa es la que otorga el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), siendo estas las principales labores llevadas a cabo durante el transcurso de las prácticas, con el fin de dar acompañamiento y supervisión en la realización de los procesos.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Apoyar como auxiliar de ingeniería en la ejecución de los diferentes ensayos y actividades realizadas por el laboratorio SECOIN S.A.S para la prestación de los servicios por parte de la empresa.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar la coordinación y el seguimiento en la ejecución de ensayos de laboratorio para el control de calidad de materiales de obras civiles.
- Realizar el acompañamiento en campo de exploración directa e indirecta a fin de la elaboración de los informes de campo.
- Ejecutar el seguimiento del PDT (Plan detallado de trabajos) de los estudios que la empresa desarrolle para sus clientes como soporte del control de calidad a los informes de laboratorio.
- Revisar y apoyar en la elaboración de informes de estudios topográficos, geotécnicos y de patología estructural.

2. Marco de Referencia

La estandarización de procedimientos de muestreo y ensayos de laboratorio son importantes para la debida gestión de calidad de los materiales. Por otro lado, las empresas prestadoras de servicios de laboratorio para demostrar su competencia técnica para la ejecución de los ensayos bajo los lineamientos de la normatividad existente.

A continuación, se mencionan algunos conceptos asociados a la practica

2.1.Geotecnia

La geotecnia es una disciplina práctica que trata sobre las obras construidas en, con y sobre el terreno, relacionada con la aplicación de la tecnología y los métodos de la Ingeniería Civil a los materiales geológicos, como suelo o roca. La historia de la geotecnia se remonta a la antigua Mesopotamia, donde los sumerios enfrentaron problemas de cimentación y utilizaron técnicas como refuerzo y drenaje del suelo con esteras tejidas de juncos embebidas en mantos de arena entre los ladrillos. (Cheong, A, 2015)

2.2.Estudios geotécnicos.

Estudios geotécnicos son una parte fundamental de la ingeniería civil, ya que permiten determinar las características del terreno y diseñar las cimentaciones de las estructuras de manera adecuada. La teoría de Terzaghi es una herramienta importante en la determinación de la cimentación de estructuras, y se ha empleado en estudios geotécnicos en diferentes partes del mundo. (Lozano, L. J. P. y Ventura, F. R. L., 2019)

Los estudios geotécnicos deben investigar la naturaleza geológica de los depósitos, la descripción de los estratos que forman el subsuelo del sitio, la clasificación geotécnica de los suelos de cada estrato, la estructura y consistencia natural de los materiales de cada estrato, la profundidad

del nivel freático, las propiedades índice y mecánicas del suelo, y los parámetros geotécnicos particulares que el ingeniero geotecnista considere que deben ser investigados. (Ramos, I. R. T., 2014)

La norma sismorresistente del 2010 (NSR-10) en su capítulo H.2.1.1.1 incluye los aspectos necesarios para la Investigación del Subsuelo, el cual comprende el estudio y el conocimiento del origen geológico, la exploración del subsuelo (apiques, trincheras, perforación y sondeo y otros) y los ensayos y pruebas de campo y laboratorio necesarios para identificar y clasificar los diferentes suelos y rocas y cuantificar las características físico-mecánicas e hidráulicas del subsuelo (NSR-10).

2.3. Control de calidad de cilindros de concreto.

El control de calidad garantiza que los materiales utilizados cumplan con las especificaciones y normativas establecidas. Este proceso se realiza principalmente mediante ensayos de laboratorio que verifican las propiedades y la resistencia de los materiales. La precisión y consistencia en estos ensayos son vitales para asegurar la integridad y durabilidad de las estructuras construidas.

2.3.1. *Control de calidad de concretos*

Los cilindros de concreto son muestras moldeadas del material que se utilizan comúnmente para evaluar la resistencia a la compresión, una propiedad clave del concreto. La resistencia del concreto se determina mediante ensayos de compresión, que miden la capacidad del concreto para soportar cargas, permitiendo determinar si el concreto utilizado en la construcción cumple los estándares de resistencia especificados. La metodología de control de calidad se basa en las normas

NTC, que establecen los parámetros de resistencia y calidad para los concretos comercializados.

(Practica empresarial en Prevesa SAS., 2017)

El procedimiento para el control de calidad de los cilindros de concreto incluye varias etapas:

Preparación y Moldeado: El concreto fresco se vierte en moldes cilíndricos, se compacta adecuadamente para evitar la formación de vacíos y se deja endurecer durante un tiempo determinado.

Curado: Los cilindros moldeados se someten a un proceso de curado, que puede incluir inmersión en agua o almacenamiento en condiciones controladas de temperatura y humedad, para asegurar el desarrollo adecuado de sus propiedades.

Ensayo de Compresión: Una vez alcanzada la edad de ensayo, generalmente a los 7 y 28 días, los cilindros se someten a un ensayo de compresión en una máquina específica que mide la fuerza necesaria para romper el cilindro.

El seguimiento de estos ensayos es fundamental para detectar cualquier desviación en la calidad del concreto y tomar medidas correctivas a tiempo.

3. Metodología

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados para el desarrollo de las prácticas empresariales, se implementó la metodología de trabajo mediante cinco de etapas que se llevaron a cabo a lo largo de la permanencia.

La primera etapa consistió en dar seguimiento al Plan de Trabajo (PDT) de los estudios que la empresa desarrolla a sus clientes, en esta fase, se realizó la revisión y verificación para cada estudio, esto, teniendo en consideración que comprendieran los entregables, actividades y plazos, tanto para los procesos que se realizaban en el área de calidad, como para los estudios geotécnicos, y, a su vez, se validaron los procedimientos con las normativas estipuladas.

En la segunda etapa, se llevó a cabo la coordinación y seguimiento durante la ejecución de ensayos de laboratorio para el control de calidad de materiales utilizados en proyectos de obra civiles, para esto, se enfocó la práctica en el área de control de calidad de concretos, se realizó seguimiento a las órdenes de ensayo, se planificaron los tiempos y se llevó a cabo el acompañamiento y supervisión de procesos realizados en laboratorio, de una manera precisa y organizada con el propósito de dar cumplimiento a los plazos requeridos para cada orden de ensayo, a su vez, verificando la correcta ejecución, siguiendo los parámetros expuestos en la norma NTC 673-10, para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto, NTC 4026-97, para Unidades (Bloques y Ladrillos) de Concreto, para Mampostería Estructural, NTC 4076-97, para Unidades (Bloques y Ladrillos) de Concreto, para Mampostería No Estructural Interior y Chapas de Concreto, INV E-161-13, para Densidad o Masa Unitaria del Suelo en el Terreno Método del Cono de Arena. Para realizar la verificación, luego de revisar la normativa anteriormente expuesta, se realiza un acompañamiento al personal al momento de la realización

de los ensayos, garantizando que los procesos se ejecuten de manera adecuada, manteniendo un seguimiento en cada proceso sin entorpecer las actividades o labores realizadas por los laboratoristas

Para mantener un orden y seguimiento a los ensayos realizados, el cliente da una orden de servicio de los ensayos solicitados y una correcta identificación de las muestras; finalmente, se actualiza de forma constante, la trazabilidad dispuesta para cada cliente, para dar seguimiento a los especímenes. Al concluir cada ensayo se realizan y entregan los informes, los cuales cuenta con los datos obtenidos en los ensayos y los cálculos finales.

Para la tercera etapa, se brindó apoyo y acompañamiento en campo durante exploración directa e indirecta para la obtención de muestra para ensayos de laboratorio. En esta etapa, se realizaron reuniones informativas sobre la magnitud de la exploración, el tipo de exploración y métodos a utilizar, personal involucrado, cliente, zona geográfica, antecedentes y referentes de la empresa en proyectos anteriores en comportamiento y acompañamiento a la comunidad. Tras conocer el proyecto y definir las zonas para cada comisión, se movilizaría y realizar las actividades en la zona, para ello, supervisando siempre y acompañadas para una familiarización y entendimiento práctico acerca de la clasificación de suelos en campo, almacenamiento y transporte.

En la cuarta etapa, se brindó asistencia en la elaboración de informes de estudios topográficos, geotécnicos y de patología estructural.

En esta fase a pesar de que la empresa cuenta con el enfoque completo, en el tiempo de estancia en la empresa solo se pudo brindar la asistencia en la parte geotécnica dado que los otros enfoques no se ejecutaron.

Para esta fase, se realizan informes donde se registran los resultados del ensayo y sus cálculos pertinentes, pero hay clientes que piden un informe escrito sobre las actividades realizadas en campo y los resultados obtenidos en laboratorio, comparando los alcances previstos y las actividades ejecutadas.

4. Desarrollo etapa 1

Dar seguimiento al Plan de Trabajo (PDT) de los estudios que la empresa desarrolla a sus clientes

4.1.Revisión y verificación de los estudios realizados en el área de laboratorio

La fase inicial del proyecto se enfocó en supervisar de cerca el Plan de Trabajo (PDT) de los estudios que la empresa desarrolla para sus clientes. Durante esta etapa, se llevó a cabo una verificación de las normativas empleadas en la ejecución de los diversos ensayos que se realizan en el laboratorio de la empresa. Inicialmente, se examinaron los materiales utilizados por el personal, tales como registros de ensayo y hojas de cálculo, asegurando que cada uno cumpliera con los requisitos necesarios.

Posteriormente, se brindó apoyo y supervisión a los responsables de llevar a cabo los ensayos, garantizando que los procesos y registros se estuvieran llevando a cabo de manera adecuada, conforme a la normativa específica correspondiente a cada uno de ellos, la cual se evidencia en la tabla 1, asegurándose que se comprendieran adecuadamente todos los entregables, actividades y plazos asociados a cada actividad.

Tabla 1 Normativa para estudios geotécnicos Fuente: Propia

Ensayos geotécnicos	Norma de ensayo
Descripción e identificación de los suelos (Procedimiento visual y manual)	I.N.V. E - 102
Obtención de muestras de suelo mediante tubos de pared delgada	I.N.V. E - 105
Preparación en seco de las muestras de suelo por vía seca para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas	I.N.V. E - 106
Preparación en seco de las muestras de suelo por vía húmeda para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas	I.N.V. E - 107

Ensayo normal de penetración (SPT) y muestreo de suelos con tubo partido	I.N.V. E - 111
Determinación del potencial de cambio volumétrico de un suelo empleando el aparato LAMBE	I.N.V. E - 120
Determinación del contenido orgánico de un suelo mediante el ensayo de pérdida por ignición	I.N.V. E - 121
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestra de suelo. Roca y mezclas de suelo - agregado	I.N.V. E - 122
Determinación de los tamaños de partículas de los suelos (Hidrómetro)	I.N.V. E - 123
Determinación del límite líquido de los suelos	I.N.V. E - 125
Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	I.N.V. E - 126
Determinación de los factores de contracción de los suelos	I.N.V. E - 127
Determinación de la gravedad específica de las partículas sólidas de los suelos y del llenante mineral, empleando un picnómetro con agua	I.N.V. E - 128
Permeabilidad de suelos granulares (Cabeza constante)	I.N.V. E - 130
PH de los suelos	I.N.V. E - 131
Determinación de suelos expansivos (Kerosene)	I.N.V. E - 132
Relaciones de humedad - Peso unitario seco en los suelos (Ensayo normal de compactación)	I.N.V. E - 141
Relaciones de humedad - Peso unitario seco en los suelos (Ensayo modificado de compactación)	I.N.V. E - 142
Corrección del peso unitario y del contenido de agua de suelos que contienen sobretamaños	I.N.V. E - 143
CBR de suelos compactados en laboratorio y sobre muestra inalterada	I.N.V. E - 148
Consolidación unidimensional de los suelos	I.N.V. E - 151
Compresión inconfiada en muestras de suelos	I.N.V. E - 152
Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (CD)	I.N.V. E - 154
Medida del potencial de colapso de un suelo parcialmente saturado	I.N.V. E - 157
Ensayo de corte en suelos cohesivos usando la veleta de campo	I.N.V. E - 170
Uso del penetrómetro dinámico de cono en aplicaciones de pavimentos a poca profundidad	I.N.V. E - 172
Sistema unificado de clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	I.N.V. E - 181

Figura 1. *Ensayo de corte directo, compresión inconfiada y consolidación realizados en el laboratorio. Fuente: SECOIN S.A.S.*



Además, se llevó a cabo una verificación completa de los procesos implementados en el área de calidad, validando los procedimientos según las normativas establecidas.

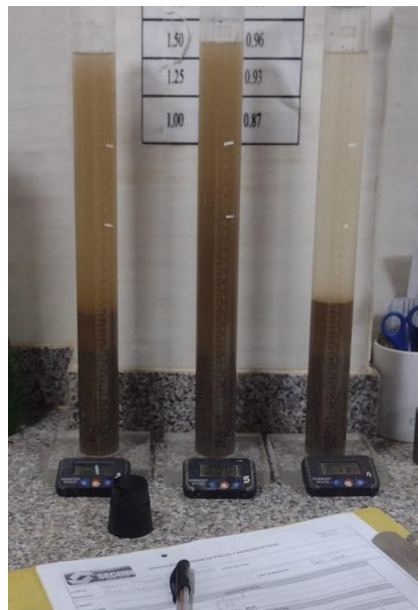
Como parte de este proceso, se observó de forma detallada y con información constante tanto de normas como de personal capacitado de cada etapa del proceso, identificando posibles áreas de mejora y realizando ajustes cuando se consideró necesario, estas decisiones se tomaron teniendo en cuenta el personal a cargo y los encargados de la supervisión y reportes. El objetivo principal fue asegurar la eficiencia y calidad en cada uno de los estudios realizados, así como garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos tanto por la empresa como por las

normativas correspondientes, como se evidencia en las tablas 2 y 3, para así poder brindar un servicio de calidad y garantizar la satisfacción de los clientes.

Tabla 2 Normativa para estudios de control de calidad. Fuente: Propia

Ensayos de control de calidad	Norma de ensayo
Muestreo de agregados para construcción de carreteras	I.N.V. E - 201
Reducción de muestras de agregados por cuarteo	I.N.V. E - 202
Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados	I.N.V. E - 211
Presencia de impurezas orgánicas en arenas usadas en la preparación de morteros o concretos	I.N.V. E - 212
Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino	I.N.V. E - 213
Determinación de la cantidad de material que pasa el Tamiz 200 en los agregados pétreos mediante lavado	I.N.V. E - 214
Densidad BULK (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados en estado suelto y compacto	I.N.V. E - 217
Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 3.75 mm (1 1/2") por medio de la máquina de los ángeles	I.N.V. E - 218
Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños mayores de 19 mm (3/4") por medio de la máquina de los ángeles	I.N.V. E - 219
Solidez de los agregados frente a la acción de soluciones de sulfato de sodio o de magnesio	I.N.V. E - 220
Densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del agregado fino	I.N.V. E - 222
Densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del agregado grueso	I.N.V. E - 223
Determinación del valor de 10% de finos	I.N.V. E - 224
Porcentaje de partículas fracturadas en un agregado	I.N.V. E - 227
Índices de alargamiento y de aplanamiento de los agregados para carreteras	I.N.V. E - 230
Determinación de la resistencia del agregado grueso a la degradación por abrasión utilizando el aparato Micro-Deval	I.N.V. E - 238
Equivalente de arena de suelos y agregados finos	I.N.V. E - 133
Determinación de la humedad de los suelos empleando un probador de carburo de calcio	I.N.V. E - 150
Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena	I.N.V. E - 161

Figura 2. Ensayo de equivalente de arena realizado en el laboratorio. *Fuente: SECOIN S.A.S.*



Aunado a lo anterior, se estableció una comunicación estrecha con los equipos involucrados en los distintos proyectos, promoviendo la colaboración y el intercambio de información relevante, permitiendo mantener una supervisión constante de los avances y solucionar cualquier problema o desafío que surgiera durante el desarrollo de los estudios.

En resumen, la primera etapa del proyecto se enfocó en garantizar un seguimiento meticuloso del Plan de Trabajo, revisando y verificando cada estudio en función de los entregables, actividades y plazos establecidos. Se llevaron a cabo verificaciones exhaustivas de los procesos de calidad existentes, validando los procedimientos de acuerdo con las normativas aplicables, y se fomentó la comunicación y colaboración entre los equipos involucrados. El objetivo final fue garantizar la calidad, eficiencia y cumplimiento de los requisitos en cada uno de los estudios realizados por la empresa para sus clientes

5. Desarrollo etapa 2

Se llevó a cabo la supervisión y seguimiento durante la realización de ensayos de laboratorio para garantizar que la calidad de los materiales utilizados en proyectos de construcción sea la adecuada.

Tabla 3 Normativa para estudios de control de calidad de concretos. Fuente: Propia

Ensayos de concretos	Norma de ensayo
Toma de muestras de concreto fresco	I.N.V. E 401 / NTC 454
Asentamiento del concreto de cemento hidráulico	I.N.V. E 404 / NTC 396
Resistencia a la compresión de cilindros de concreto	I.N.V. E 410 / NTC 673
Resistencia a la flexión del concreto usando una viga simplemente apoyada y cargada en los tercios de la luz libre	I.N.V. E 414 / NTC 2871
Obtención y ensayo de núcleos de concreto endurecido	I.N.V. E 418 / NTC 3658

Nota. La Tabla 3 describe todos los ensayos ofrecidos por la empresa en cuanto a control de calidad, sin embargo, durante el transcurso de las prácticas solo se solicitaron ensayos de resistencia a la compresión de cilindros.

5.1. Control de calidad en cilindros de concreto.

Comprende la coordinación y seguimiento durante la ejecución de los ensayos de laboratorio para el control de calidad de los materiales a utilizar en obra civil. Consiste en realizar una verificación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto, certificando que cumplan con lo estipulado en el diseño para la estructura que se fundió y a la que corresponde dicha muestra, esto, teniendo en cuenta la norma NTC 673-10 / INVIAS E-410-13, dependiendo el objetivo de la estructura.

El ensayo consiste en introducir el cilindro en el equipo con su bloque de apoyo superior e inferior y configurar su diámetro, al iniciar el proceso, se aplicará una carga axial de forma que comprima el cilindro, el dispositivo registra la carga aplicada, la cual empezará a disminuir o dejará de aumentar y presentará una fractura cuando la muestra presente falla, se registra la carga máxima soportada por el espécimen y se calcula su resistencia.

5.1.1. Ordenes de servicio

El alcance de este ítem, corresponde a la revisión y supervisión de la entrada de cada orden de servicio, para esto, se tuvo en consideración que el cliente es el encargado de hacer entrega de cilindros, bloques y/o ladrillos al laboratorio; al ingresarlos, cada uno debe ir debidamente marcado con su número de muestra y fecha de fabricación, como se muestra en la Figura 3, los cuales deben coincidir con las orden de servicio enviadas por el cliente, en la que, además, debe encontrarse registrado, el nombre del proyecto, la estructura, el elemento a fundir, la hora de fabricación la resistencia de diseño en P.S.I, el asentamiento, la temperatura y observaciones (si posee).

Una vez la muestra es llevada al laboratorio, se verifica que cumpla con lo mencionado anteriormente, se registra en un formato interno la cantidad de muestras de cada lote, se realiza una inspección del estado de cada espécimen, estos no deben venir golpeados, fracturados, con diámetros diferentes en el mismo cilindro o con cualquier otra condición que modifique su uniformidad o que pueda afectar su resultado, las muestras deben venir húmedas y su tiempo de transporte no debe ser mayor a 4 horas, tal y como se indica en la norma NTC 673 del 2010. Luego de comprobar su estado y anotar las observaciones que se encuentre, se almacenan en un lugar húmedo reservado para ellas a la espera de su fecha de rotura.

Figura 3. Muestras de concreto llevadas al laboratorio. *Fuente: SECOIN S.A.S.*



La Figura 4 presenta un ejemplo de una orden de servicio para control de calidad de cilindros de concreto.

Figura 4 Formato de orden de servicio para cilindros de concreto. *Fuente: SECOIN S.A.S.*

PROYECTO:		FECHA:		
ESTRUCTURA:		HORA:		
ELEMENTO A FUNDIR:		RESISTENCIA:		
M3	SLUMP	CONTROL DE TEMPERATURA	NUMERO DE MUESTRA	OBSERVACIONES

El siguiente paso luego de recibir la orden de servicio y las muestras, es realizar el registro en el formato interno, tanto de forma física, como digital, esto permite identificar el tiempo en el que se le deben realizar los ensayos de resistencia dependiendo la muestra.

5.1.2. Revisión de normativa

Antes de realizar el acompañamiento directo a la realización de ensayos realizados para el control de calidad, es necesario tener conocimiento sobre el proceso a realizar, para esto, se revisa la norma pertinente para cada ensayo

5.1.2.1. Resistencia a la compresión de Muestras de concreto NTC 673-10.

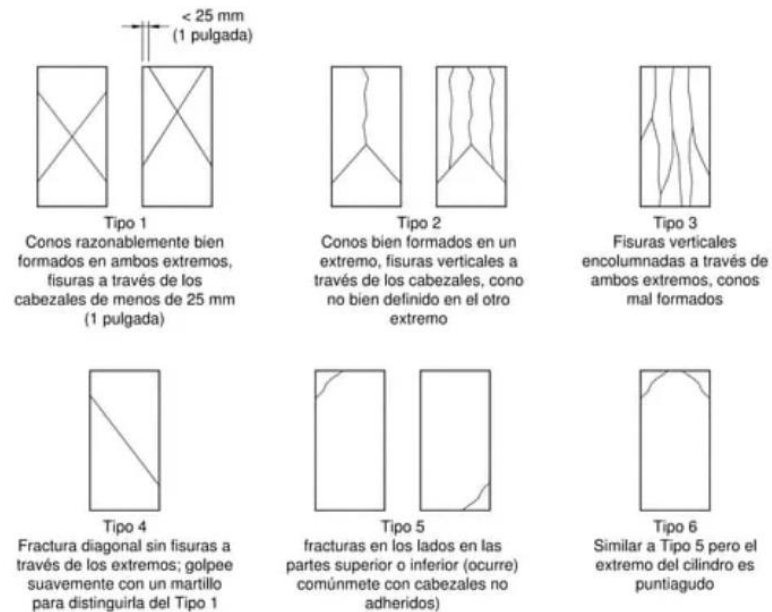
El objetivo principal de realizar este ensayo es determinar la resistencia a la compresión de cilindros de concreto y/o núcleos extraídos, esto teniendo en consideración que el peso unitario de las muestras no debe ser mayor a 800 kg/m³ [50 lb/ft³].

“Los diámetros máximos de la cara de apoyo del bloque de asiento esférico suspendidos no deben exceder los valores dados” (NTC 673-10, p. 5) en la siguiente tabla:

Tabla 4 Diámetro máximo de la cara de apoyo. Fuente: NTC 673-10

Diámetro de especímenes de ensayo, mm [pulgadas]	Diámetro máximo de la cara de apoyo, mm [pulgadas]
50 [2]	105 [4]
75 [3]	130 [5]
100 [4]	165 [6,5]
150 [6]	255 [10]
200 [8]	280 [11]

Este método consiste en aplicar una carga axial de compresión a los cilindros o núcleos a una velocidad de 0,25 MPa/s \pm 0,05 MPa/s [35 psi/s \pm 7 psi/s] hasta que el indicador muestre que la carga decrece constantemente y el espécimen muestre una fractura bien definida, lo que indica la falla, como las que se muestran en la Figura 5. Se calcula la resistencia a la compresión de la muestra dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo por la sección transversal de área del espécimen

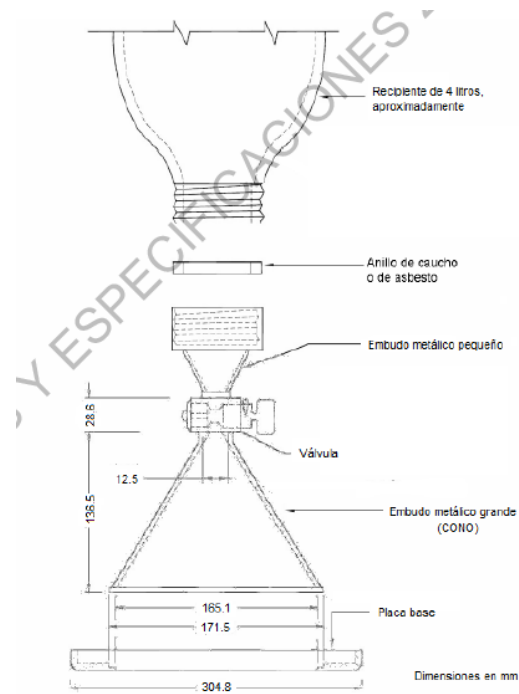
Figura 5 Esquema de los modelos de fractura típicos. Fuente: NTC 673-10

Cuando haya alcanzado la capacidad última, se registra la carga máxima soportada durante el ensayo y el tipo de modelo de fractura, si el modelo de fractura no se encuentra entre los típicos, se describe brevemente y se bosqueja.

5.1.2.2. Densidad y Peso Unitario del Suelo en el Terreno por el Método del cono y arena.

El objetivo principal de este ensayo es con el equipo de cono y arena, determinar en el sitio, la densidad y el peso unitario de suelos compactados. Este método no es adecuado para ser realizado en suelos orgánicos, saturados o muy plásticos.

Figura 6 Aparato para el ensayo del cono y arena. Fuente: INV-E-161-13



Para llevar a cabo este ensayo, se debe nivelar el suelo y se excava en el suelo de forma manual y se guarda en un recipiente todo el material extraído, se procede a llenar el hueco con una arena de densidad conocida que fluye libremente y se determina el volumen del hueco, este depende del tamaño máximo de las partículas del suelo, como se observa en la Figura 6, se calcula la densidad húmeda del suelo dividiendo la masa del material húmedo removido por el volumen del hueco. Se determina el contenido de humedad del material extraído del hueco y se calcula su masa seca y su densidad in-situ.

Tabla 5 Volúmenes mínimos del hueco de ensayo de acuerdo con el tamaño máximo de las partículas del suelo a ensayar. Fuente: INV-E-161-13

TAMAÑO MÁXIMO DE PARTÍCULAS		VOLUMEN MÍNIMO DEL HUECO DE ENSAYO	
mm	pulgadas	cm ³	pies ³
12.7	½	1415	0.05
25.4	1	2125	0.075
38.0	1 ½	2830	0.1

5.1.3. Acompañamiento y supervisión de los ensayos de control de calidad

Teniendo conocimiento previo de las normas que rigen el control de calidad, se procedió a realizar el acompañamiento en el procedimiento a realizar:

Para el caso de los cilindros se revisa la trazabilidad y las ordenes de servicio para verificar qué muestras son las que se encuentran próximas para fallar, seguido a esto se planifica con el laboratorista para la supervisión del ensayo, tomando los datos durante el ensayo para la realización de informes

En el caso de las densidades y peso unitario por método de cono de arena, el laboratorista de campo se dirigía al sitio

5.1.4. Informes y trazabilidad

Los ensayos se registran en un formato físico y se adjuntan los datos a las hojas de cálculo, este último, se envía como informe al cliente a medida que se realizan y se registran, es decir, el primer informe se envía a los 7 días, el segundo a los 14, el tercero a los 28 días, si en este, se cumple el 100% o mayor porcentaje de resistencia en el ensayo, se le da el Ok, si no, se deja

pendiente para realizarse a los 56 días (para el caso de los cilindros), en el caso de los bloques, ladrillos y las densidades, se envía el reporte completo, debido a que los bloques se les realiza a los 3 especímenes en el mismo tiempo y la densidad se realiza como un único ensayo.

Los informes contienen los datos obtenidos en los ensayos y los cálculos finales, en caso tal, los ensayos no cumplan con la calidad especificada, se le da la no conformidad en los registros internos de la empresa y cliente decide si desea enviar nuevas muestras para realizar nuevos ensayos.

Durante el ensayo, se mantiene actualizada la trazabilidad para cada cliente, adjuntando la información en forma de carta que se envía mensualmente desde el correo de la empresa al correo proporcionado por la empresa contratante. Esta carta incluye todos ensayos hasta la fecha solicitada por el cliente.

Tabla 6 Trazabilidad interna de la empresa para los cilindros de concreto. Fuente: Propia.

Informe no.	Cantidad	Fecha próximo ensayo	Estado del concreto
109	6	4-feb-23	PENDIENTE A 56 DÍAS
110	6		OK
111	6		OK
112	6	15-feb-23	PENDIENTE A 56 DÍAS
113	6		OK
114	6		OK
115	6	17-feb-23	PENDIENTE A 56 DÍAS
116	6		OK
117	6	18-feb-23	PENDIENTE A 56 DÍAS
118	4	24-feb-23	PENDIENTE A 28 DÍAS
119	4	25-feb-23	PENDIENTE A 28 DÍAS
120	4	25-feb-23	PENDIENTE A 28 DÍAS
121	4	26-feb-23	PENDIENTE A 28 DÍAS
122	4	27-feb-23	PENDIENTE A 28 DÍAS
123	4	27-feb-23	PENDIENTE A 28 DÍAS
124	4	29-feb-23	PENDIENTE A 28 DÍAS
125	4	30-feb-23	PENDIENTE A 28 DÍAS

Tabla 7 Trazabilidad interna de la empresa para las densidades con cono y arena. Fuente:*Propia.*

Informe No.	Cantidad	Fecha	Material	Resultados (%)					
001	2	14-feb	Recebo apto para relleno	99	98				
002	1	16-feb	Recebo apto para relleno	96					
003	1	17-feb	Recebo apto para relleno	99					
004	6	5-mar	Base	100	97	100	100	99	100
005	3	10-mar	Base	99	100	96			
006	1	15-mar	Subbase	97					
007	1	19-mar	Subbase	100					
008	2	22-mar	Subbase	98	98				
009	5	24-mar	Subbase	100	99	100	98	98	
0010	3	27-mar	Subbase	99	99	98			
0011	4	29-mar	Subbase	100	100	99	98		
0012	3	29-mar	Subbase	100	100	99			
0013	5	29-mar	Subbase	100	100	98	99	98	
0014	5	19-abr	Subbase	100	100	96	100	100	
0015	6	24-abr	Base	100	100	100	100	100	97
0016	4	29-abr	Base	100	100	100	100		
0017	2	30-abr	Base	100	100				

6. Desarrollo etapa 3

Realizar el acompañamiento en campo de exploración directa e indirecta a fin de la elaborar de los informes de campo.

6.1. Plan de acción de las exploraciones

Se realizaron reuniones informativas con el personal de staff encargado del proyecto antes de que este dé inicio, con el propósito de que el equipo de trabajo comprendiera y contara con la información necesaria para la correcta ejecución de las actividades, como lo es, la zona, el tipo de exploración, el cliente para el cual se le estaría realizando el servicio, la cantidad en metros y en puntos a ejecutar, el personal a cargo y las actividades y responsabilidades de cada uno.

6.2. Logística

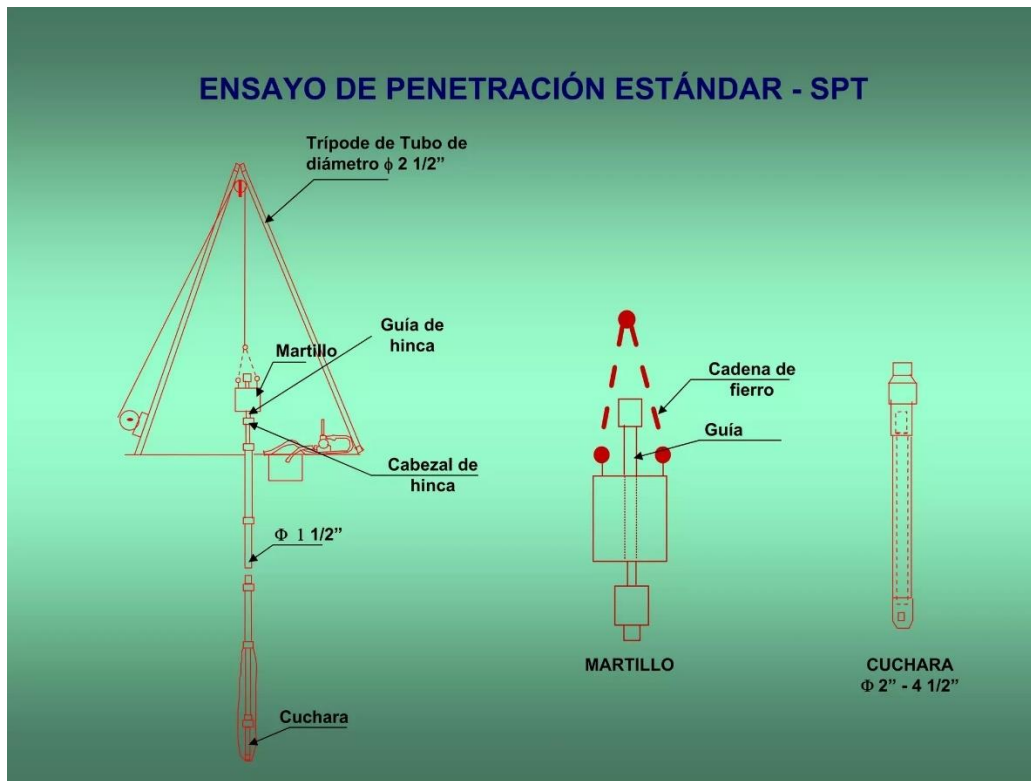
Dependiendo del paso anterior, se acordaba tanto personal a disponer como equipo y herramienta para la realización de la exploración.

6.2.1. Talento humano

Para la realización de una actividad de exploración geotécnica, se dispone un personal mínimo llamado “comisión”, la cual debe poseer tanto personal de la región como personal propio de la empresa, está constituida por: (1) un perfilador o laboratorista de campo, (1) HSE operativo, (1) Conductor, (1) Perforador, (1) Ingeniero de campo, (2) Auxiliar de perforación.

6.2.2. Equipo y herramienta

El equipo y la herramienta dependen del tipo de exploración a realizar y del sitio, esta se alista en bodega de la empresa y se traslada hasta el sitio de la perforación, para el caso del ensayo de penetración estándar (SPT)

Figura 7 Herramienta para realización de ensayo SPT.

Nota: Tomado de "Estudios de mecánica de suelos – Exploración directa"

6.3. Acompañamiento y registro de campo

Para la realización del acompañamiento en campo, se tienen en cuenta el tipo de exploración a realizar, durante el transcurso de las prácticas, solo se realizó acompañamiento directo a exploración directa, ensayo de penetración estándar (SPT), regida por la norma INV E-111-13, para esto, se traslada el equipo y el personal mencionado en el ítem 6.2.1, cuando se encuentren en el lugar, se procede a armar el trípode y a acomodar el motor.

Para el caso del Oli&Gas, se realiza una calicata (apique) de verificación de 1.5 metros, para evitar perforar tubería que se pueda encontrar en el sitio y se toma muestra en bolsa para el suelo que se encuentre, si cambia de estrato, se anota la profundidad a la que se realizar el cambio en el registro de campo y se procede a tomar muestra del siguiente estrato hasta llegar a 1.50 como se muestra en las siguientes figuras

Figura 8 Realización y muestra extraída del apique hasta 1.50 metros. Fuente: SECOIN S.A.S



Una vez se llego a 1.50 metros, se introduce la tubería y se acomoda para iniciar la perforación, como se muestra a continuación

Figura 9 Realización y muestra extraída por medio del ensayo de penetración estándar. Fuente: SECOIN S.A.S



Cada muestra se identifica de forma visual según la norma INV E-102-13, luego se registra en un formato de campo propio de la empresa y en el rotulo, se toma foto de la muestra extraída y se envuelve en papel aluminio y luego en vinipel, para conservar su humedad natural lo máximo posible y finalizando, todas las muestras se introducen en una bolsa identificada con el proyecto y el sondeo para que su identificación sea más fácil en el laboratorio y permanecen y transportan en una cava de icopor

7. Desarrollo etapa 4

La realización de esta etapa depende del área para el que se realice el informe, inicialmente se tenía previsto abarcar el área de topografía y patología estructural, sin embargo, por demanda y tiempo, solo se realizaron informes de exploración directa y de control de calidad.

7.1. Informes de campo

Generalmente los informes son reportes de campo con el formato del cliente y registro de campo digitado de la perforación y/o perforaciones realizadas en ese día, en forma de reporte diario.

Estos reportes incluyen el avance diario y registro fotográfico del mismo, clima, inconvenientes presentados durante la perforación, persona encargada del registro, localización, coordenadas del punto, personal que realizó las actividades.

7.1.1. Perfiles de campo

Los perfiles de campo se llenan en un registro de ensayo interno de la empresa, el cual continúe lo estipulado en la normal INV E-111-13, al finalizar el sondeo, este se pasa a formato digital y se envía al cliente junto al registro fotográfico de todo el sondeo, esto con el fin de que puedan identificar y decidir a qué muestras enviarle ensayos

7.2.Informe final

Este informe lleva los perfiles mencionados en el ítem 7.1.1. y los ensayos digitados separados por sondeos y proyectos, este sería el informe final que se envía al cliente y que da cierre al proyecto.

8. Conclusiones

Los objetivos planteados al inicio de las practicas abarcaban un conjunto amplio de temas, lo que, por cuestión de tiempo y de dinámica de la empresa, no se pudo cumplir en su totalidad.

La empresa SECOIN S.A.S abarca una gran variedad de ensayos tanto en el área de suelos como de concretos, lo que hace difícil que una persona en el tiempo de prácticas pueda pasar de forma detallada por cada área, ensayo y proceso que realiza la empresa.

Se realizó el seguimiento a las órdenes de servicio en el área del control de calidad mediante la revisión periódica, verificación a los ensayos y registro de los resultados. Durante el transcurso de las prácticas, el 100% de ensayos que se ejecutaron fueron ensayos de control de calidad sobre cilindros de concreto, mediante las pruebas de resistencia a la compresión de concretos. Así mismo, se realizaron ensayos de densidad de campo durante el transcurso de las practicas, las cuales no fue posible realizar acompañamiento directo en la ejecución debido a otros compromisos en la empresa, sin embargo, se realizó el control de calidad de los resultados de dicha prueba.

A partir de los resultados de resistencia a compresión del concreto ejecutados se concluye que generalmente cuando la calidad del concreto no era la adecuada, se debía a múltiples factores entre los cuales se mencionan los siguientes: diferencias con el diseño de mezclas, mala práctica al momento de realizar el ensayo, el mal curado o la ausencia de curado; sin embargo, hay otros factores que pueden disminuir su resistencia, como el transporte, el mal encofrado, el mal procedimiento al momento de su elaboración, entre otras.

La exploración geotécnica es de vital importancia para los estudios geotécnicos, dado que las muestras requieren de un cuidado especial de manera que éstas representen las condiciones

geotécnicas in situ. El almacenamiento, manejo y transporte de muestras es fundamental para garantizar que los resultados de laboratorio sean precisos.

Se realizó el apoyo en la elaboración de los informes geotécnicos en lo que respecta a los resultados de campo y de laboratorio. En este aspecto los informes realizados durante las practicas fueron geotécnicos en su totalidad, ya que los topográficos y los de patología estructural no se presentaron durante el periodo de las prácticas en la empresa.

Una parte fundamental que no se evidencia frecuentemente en las practicas es las relaciones interpersonales que puede abarcar esta experiencia, el personal que se encuentra vigente influye en el desarrollo de estas y en cómo se percibe el estudiante durante las mismas.

9. Recomendaciones

Para los trabajos de campo y de laboratorio se recomienda el uso adecuado de los elementos de protección personal, para evitar accidentes.

Se recomienda revisar bien las normas de ensayos antes de proceder a realizar cualquier ensayo de laboratorio y de supervisión, para el control de calidad de dichos ensayos, ir con un conocimiento previo y poder identificar si algún procedimiento se está realizando de forma inadecuada.

Referencias Bibliográficas

- Cheong, A., & Universidad Alas Peruanas. (2015). Estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de lixiviación. Costanera II etapa (Tesis de pregrado) – Puno. Universidad Alas Peruanas.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997). Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (Bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural (NTC 4026)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997). Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (Bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapas de concreto (NTC 4076)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2010). Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes de concreto (NTC 673)
- Instituto Nacional de Vías. (2013). Norma INVIAS E-102-13. Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual y manual). Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Vías.
- Instituto Nacional de Vías. (2013). Norma INVIAS E-111-13: Ensayo normal de penetración (SPT) y muestreo de suelos con tubo partido. Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Vías.
- Instituto Nacional de Vías. (2013). Norma INVIAS E-161-13. Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena. Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Vías.
- Instituto Nacional de Vías. (2013). Norma INVIAS E-410-13: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto. Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Vías.

- Lozano, L. J. P. y Ventura, F. R. L. (2019). Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (s.f.). NSR-10 Título H Estudios Geotécnicos.
- Practica empresarial en Prevesa SAS. (2017). Realizar actividades de laboratorio siguiendo la metodología de las normas NTC basadas en el control de calidad y resistencia en los concretos comercializados. Repositorio UDES.
- Ramos, I. R. T. (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Empresa Editora Macro.
- Ullca, J. (2006). Sondeo Eléctrico Vertical. En GEOTECNIA.