

APOYO EN INGENIERÍA TÉCNICA EN CONTROL & CALIDAD Y EN LA
ELABORACIÓN DE RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN PARA LOS
ESTUDIOS DE SUELOS REALIZADOS POR LA EMPRESA CONSTRUSUELOS
S.A.S.

DIANA PATRICIA PEÑALOZA SOLANO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
FLORIDABLANCA
2017

APOYO EN INGENIERÍA TÉCNICA EN CONTROL & CALIDAD Y EN LA
ELABORACIÓN DE RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN PARA LOS
ESTUDIOS DE SUELOS REALIZADOS POR LA EMPRESA CONSTRUSUELOS
S.A.S.

DIANA PATRICIA PEÑALOZA SOLANO

Práctica Empresarial como requisito para optar al título de:
Ingeniera Civil

Supervisor de la Empresa:
Pedro Luis Leiva Pedrozo
Ingeniero Civil – Gerente Técnico CONSTRUSUELOS S.A.S.

Director de Práctica Empresarial:
MSc. Gerardo Bautista García
Ingeniero Civil – Docente UPB

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
FLORIDABLANCA

2017

Nota de Aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, Enero de 2017

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme el anhelo de seguir adelante con los sueños que Él mismo ha puesto en mí, por la sabiduría recibida a lo largo de esta carrera profesional y por mantenerme en pie a pesar de las dificultades que se han presentado en el camino.

Mi abuela Carlota Del Valle, porque a pesar de que no estás hoy con nosotros, eres la motivación más grande de mi vida, esto es totalmente para ti

Mi madre Elena Solano, por guiarme en cada paso de mi vida, por siempre estar presente en los buenos y malos momentos, aunque lejos, estuvo presente en todo momento y en todo este recorrido, esto es por ti y para ti mami.

Mi padre Hernando Peñaloza, con su educación estricta logró convertirme en una persona fuerte y capaz de hacer cualquier cosa que me proponga.

Mis hermanos Hernando Peñaloza y Melissa Peñaloza, a quienes amo con todo mi corazón y sé que este logro los hace sentir orgullosos, porque también es de ustedes, para mejorar como familia.

Nelson Cediél, por acompañarme en todo este proceso brindándome apoyo en todos los ámbitos, por estar pendiente a todo lo que se presentara en el camino.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos mis maestros de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana, por transmitirme su conocimiento en cada clase, en cada conversación, gracias a su disposición de enseñanza este logro es posible.

A mis maestros más recordados: Claudia Retamoso, Jorge Gómez, Gerardo Bautista, Ricardo Pico, Iván Herrera, John Morales y Leonardo Barón, gracias por todas sus enseñanzas tanto de la academia como personales, fueron luz en muchos momentos de incertidumbre.

Al Ingeniero Gerardo Bautista por ser mi supervisor de práctica, por el seguimiento al desarrollo de mi trabajo y por todas las sugerencias recibidas.

A la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S. por darme la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales, hacer parte de esta empresa fue una experiencia muy significativa para afianzar los conocimientos adquiridos en el área de geotecnia.

Agradezco especialmente al Ingeniero Pedro Leiva y a la Ingeniera Karen Baena, quienes fueron mis supervisores durante la práctica, gracias por todos los conocimientos adquiridos, por siempre estar prestos a resolver cualquier duda presentada, por dedicarme tiempo para resolver imprevistos laborales y personales.

A las personas especiales que conocí durante el desarrollo de mis prácticas empresariales: Johanna Acosta, Maricruz Ramos, Marleibis Rojas, Adriana Alvarado, Estela Mendoza y la Ingeniera Susana Pacheco, gracias por el acompañamiento durante este tiempo, por las enseñanzas recibidas y la amistad que hoy sigue creciendo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	13
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos.....	15
1. Generalidades de la empresa	16
1.1. Descripción de la empresa	16
1.2. Reseña histórica	16
1.3. Misión	16
1.4. Visión	17
1.5. Política de calidad.....	17
1.6. Experiencias	18
1.7. Estructura organizacional	20
2. Actividades realizadas por el estudiante	22
2.1. Inducción	22
2.2. Realización de clasificación de suelos.....	22
2.3. Elaboración de perfiles estratigráficos	26
2.4. Construcción de planos de ubicación de sondeos y localización general.....	28
2.5. Elaboración de recomendaciones de cimentación.....	29
2.6. Producción del cuerpo del estudio de suelos.....	34
2.7. Control & calidad	39
2.7.1. Densidad en el terreno	39
2.7.2. Caracterización de material (granulometría y límites de consistencia) ..	42
2.7.3. Ensayo de compactación proctor modificado	44
2.7.4. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto	46
2.7.5. Resistencia a la abrasión de bloques	48
2.7.6. Capilaridad en bloques	49
2.7.7. Resistencia a la compresión seca de bloques	50
2.7.8. Diseño de mezcla de concreto.....	52
Conclusiones	56
Recomendaciones	58

Bibliografía59
Anexos60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estudios de suelos en los que el estudiante en práctica participó en su realización.....	38
Tabla 2. Lista de ensayos de densidad en el terreno en los que el estudiante participó en su realización	42
Tabla 3. Lista de ensayos de caracterización de material en los que el estudiante participo en su realización	44
Tabla 4. Lista de ensayos de proctor modificado en los que el estudiante participó en su realización	46
Tabla 5. Lista de ensayos de resistencia a la compresión de cilindros de concreto en los que el estudiante participó en su realización.....	48
Tabla 6. Clases de resistencia a la compresión seca	51
Tabla 7. Lista de diseños de mezcla de concreto en los que el estudiante participó en su realización	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizacional de CONSTRUSUELOS S.A.S.....	21
Figura 2. Ilustración de registro de perforación.....	23
Figura 3. Registro fotográfico de muestras extraídas en el proyecto localizado en la Vía a Caracolí con Diagonal 18, Malambo, Atlántico	24
Figura 4. Ilustración del formato de clasificación de suelos	26
Figura 5. Ilustración de perfil estratigráfico. Software Stratigrapher	27
Figura 6. Ilustración de ubicación de sondeos	29
Figura 7. Ilustración de localización general.....	29
Figura 8. Esquema de la cimentación superficial. Software SketchUp	33
Figura 9. Esquema de cimentación mediante pilotes hincados. Software SketchUp	34
Figura 10. Ilustración de la sismicidad de la zona de estudio.....	36
Figura 11. Ilustración de formato de densidad en terreno.....	40
Figura 12. Ilustración del formato de remisión	41
Figura 13. Ilustración de formato de caracterización de material.....	43
Figura 14. Ilustración del formato de proctor modificado.....	45
Figura 15. Ilustración de formato de resistencia a la compresión de cilindros de concreto	47
Figura 16. Ilustración de formato de resistencia a la abrasión	49
Figura 17. Ilustración de formato de capilaridad en bloques	50
Figura 18. Ilustración de formato de resistencia a la compresión seca de bloques.....	52

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Clasificación de suelos según SUCS	60
Anexo B. Clasificación de suelos AASHTO	62
Anexo C. Correlación entre la compacidad en arenas y la consistencia en arcillas con el número de golpes S.P.T.....	63
Anexo D. Ejemplo de modelación de zapata aislada (capacidad portante y asentamientos)	64
Anexo E. Formatos de ensayos para diseño de mezcla de concreto.....	68

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Apoyo en ingeniería técnica en control & calidad y en la elaboración de recomendaciones de cimentación para los estudios de suelos realizados por la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S.

AUTOR(ES): Diana Patricia Peñaloza Solano

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): MSc. Gerardo Bautista García

RESUMEN

El presente documento está orientado a especificar las actividades desarrolladas por el estudiante en un período de cinco (5) meses como practicante en la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S., en el cargo de auxiliar de ingeniería. El proceso inicia con una inducción donde el estudiante se familiariza con el entorno de la compañía, los servicios ofrecidos y los métodos utilizados por la empresa. Dentro de las primeras actividades ejecutadas se encuentra la recepción y el control de las muestras para ser entregadas al laboratorio. El control consiste en administrar la cantidad y los ensayos a realizar a las muestras extraídas en campo y el resultado de los mismos para emitir un informe al cliente que lo solicita. Después de esto, el estudiante recibe la oportunidad de participar con más detalle en el procesamiento de datos y cálculos de los ensayos practicados a las muestras; tales como: granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, peso unitario, entre otros. Luego, el estudiante acompañado de su supervisor, participa en la elaboración de anexos que contienen los resultados de los ensayos basados en las diferentes normas y estándares aplicados por la empresa. En la actividad final, el estudiante participa junto con el Ingeniero Supervisor en la elaboración de los informes a los clientes, proponiendo algunas recomendaciones de cimentación según criterios adquiridos en este período.

PALABRAS CLAVES:

Estudios de suelos, muestras, ensayos de laboratorio, cimentación, calidad

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Support in technical engineering in control & quality and in the elaboration of recommendations of foundation for the soil studies realized by the company CONSTRUSUELOS S.A.S.

AUTHOR(S): Diana Patricia Peñaloza Solano

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: MSc. Gerardo Bautista García

ABSTRACT

This document is intended to specify the activities developed by the student like engineering trainee on five (5) months in the company CONSTRUSUELOS S.A.S., in the position of engineering assistant. The process begins with an induction where the student knows the environment of the company, the services offered and the methods used by the company. In the first activities carried out is the reception and control of the samples to be delivered to the laboratory. The control consists in administering the quantity and the tests to be carried out to the samples extracted in the field and the result of the same ones to issue a report to the client that requests it. After that, the student receives the opportunity to participate in more detail in the processing of data and calculations of the tests performed on the samples; such as: granulometry, Atterberg limits, humidity content, unit weight, among others. Then, the student accompanied by his supervisor, participates in the elaboration of annexes that contain the results of the tests based on the different norms and standards applied by the company. In the final activity, the student participates together with the Supervisor Engineer in the elaboration of the reports to the clients, proposing some recommendations of foundation according to criteria acquired in this time.

KEYWORDS:

Soil studies, samples, laboratory test, foundation, quality

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta al inicio de un proyecto de construcción, son las condiciones geotécnicas que ofrece el suelo que va a soportar dicha edificación. El suelo es la base para toda estructura, de él depende la recomendación más favorable para la cimentación de la misma, para esto es necesario realizar una exploración de campo que luego debe ser procesada en el laboratorio con el fin de obtener resultados y recomendar la mejor alternativa de fundación que soportará la estructura o elemento.

El estudiante en práctica ha tenido la oportunidad de documentarse, visualizar y ejecutar algunos de los estudios que se realizan previos a la construcción de edificaciones, permitiendo analizar y sugerir algunas recomendaciones que servirán como guía en el diseño de los cimientos.

En el presente documento se presentan las actividades y ensayos que aplica la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S. en diferentes proyectos, en los cuales el estudiante en práctica participó. La empresa se encuentra certificada y cuenta con el personal idóneo para realizar los estudios requeridos por el cliente y entregar dentro de un informe, resultados con soportes y recomendaciones para garantizar una estabilidad en la edificación o elemento que se proyecta construir.

Los ensayos de control y calidad que se realizan en la empresa se entregan como respaldo de que los procesos de construcción se están ejecutando bajo los índices de calidad que aplican según el tipo de proyecto. En este informe se encontrará un breve resumen de lo que involucra la ejecución de un estudio de suelos, enunciando los pasos que se desarrollan para una entrega exitosa.

Es satisfactorio para el estudiante en práctica poder participar de este proceso tan importante como lo es, un estudio de suelos certificado, con el cual se puede iniciar

el proceso constructivo de una obra a ejecutar por el cliente que lo solicita. Así, afianzando los conocimientos adquiridos y aprendiendo aún más acerca de una rama de la ingeniería civil, tan interesante, como lo es la geotecnia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Esta práctica empresarial tiene como objetivo principal apoyar el Departamento de Ingeniería Técnica de la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S., realizando informes de estudios de suelos, control y calidad de los materiales utilizados en construcción, con el fin de satisfacer los requerimientos de los procesos constructivos que deben tener en cuenta los clientes en la ejecución de sus proyectos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recibir los formatos de registro de perforación, donde se relacionan las diferentes muestras extraídas de los sondeos, mediante equipos de S.P.T. y Roto – percusión, realizados por parte del equipo operativo de la empresa.
- Realizar las respectivas clasificaciones de los estratos de suelo encontrados en los diferentes sondeos, de acuerdo a los sistemas USCS y AASHTO.
- Elaborar los perfiles estratigráficos mediante el Software Stratigrapher.
- Realizar el plano de ubicación de los sondeos realizados en campo, utilizando el Software AutoCAD.
- Describir la caracterización geotécnica basada en los perfiles estratigráficos.
- Elaborar las alternativas de cimentación, basados en los parámetros geotécnicos, con la ayuda del Software LoadCap.
- Apoyar el área de control y calidad, procesando los datos obtenidos de los diferentes ensayos realizados a los materiales de construcción, suministrados por los clientes, con base en las Normas INV-07 y Norma Sismo Resistente NSR-10.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CONSTRUSUELOS S.A.S., es una empresa que ofrece servicios de consultoría en estudios de suelos, ensayos de laboratorio, construcción de obras civiles geotécnicas, brindando soluciones integrales a las necesidades de sus clientes del sector público y privado.

Establecida como agente importante de desarrollo social y económico para la comunidad, donde la calidad, seguridad y preservación del medio ambiente constituyen la base fundamental de la organización, generando valor para los socios y empleados.

1.2. RESEÑA HISTÓRICA

“CONSTRUSUELOS S.A.S., fue fundada el 19 de Junio de 1997, nace con una idea de negocio para ser desarrollada por personas dispuestas a surgir tanto a nivel personal como a nivel empresarial.

Los diversos servicios han hecho de CONSTRUSUELOS S.A.S. una empresa exitosa en el desarrollo de los múltiples proyectos realizados, garantía de un desarrollo sostenible en las decisiones de inversión de los sectores público y privado, especializados en áreas tan variadas como lo son: estudios de suelos, ensayos de laboratorio y construcción de obras civiles geotécnicas.”¹

1.3. MISIÓN

¹ COMPUTRABAJO.COM.CO. Empresas. CONSTRUSUELOS S.A.S. Barranquilla. 2015

“Servir a la sociedad desarrollando proyectos multidisciplinarios a nivel local, regional y nacional, participando como una organización que permite ofrecer un servicio competitivo, productivo, sólido y sostenible en las áreas de ingeniería, arquitectura, medioambiente y desarrollo institucional sumado a la gran experiencia individual y apoyada por tecnología de punta.”²

1.4. VISIÓN

“Maximizar nuestros servicios para ser partícipes de los procesos de modernización y globalización de la economía, trascendiendo nuestras fronteras locales y regionales para consolidarnos como una empresa de cobertura nacional e internacional comprometida con la sociedad y el hombre del siglo XXI.”³

1.5. POLÍTICA DE CALIDAD

“La política de calidad de la empresa se fundamenta en satisfacer a sus clientes como resultado de continuos e innovadores procesos que optimizan sus recursos técnicos y humanos.

Aplicar mecanismos que permitan identificar los problemas y necesidades de los clientes actuales y potenciales y desarrollar los proyectos que satisfagan estas necesidades dentro del marco de la preservación de la riqueza natural y condiciones ambientales óptimas.

² CONSTRUSUELOS S.A.S. Brochure comercial CONSTRUSUELOS S.A.S. 1 ed. Barranquilla: 2015. p 4.

³ CONSTRUSUELOS S.A.S. Brochure comercial CONSTRUSUELOS S.A.S. 1 ed. Barranquilla: 2015. p.4.

Diseñar y aplicar los modelos de análisis que midan la eficiencia y eficacia de los servicios prestados y el grado de satisfacción de los clientes y proponer los ajustes a que haya lugar.

Diseñar sistemas de mercadeo que permitan a los clientes distinguir a CONSTRUSUELOS S.A.S. frente a la competencia como una empresa que cumple satisfactoriamente con todos los requerimientos y llena las expectativas esperadas.

Atraer y conservar los mejores talentos y calidades humanas, técnicas, profesionales y éticas que permitan alcanzar los objetivos y metas organizacionales con eficiencia.

La empresa funcionará dentro de sistemas administrativos que garanticen la eficiencia y eficacia organizacional. La función administrativa dará un efectivo y oportuno apoyo a las demás áreas, utilizando óptimamente los recursos de la empresa.”⁴

1.6. EXPERIENCIAS

Algunos de los proyectos más destacados ejecutados por la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S. son los siguientes:

- **Canalización Arroyo Calle 84:** Construcción de 2.500 metros lineales de pilotes pre excavados, para estabilización de zonas laterales.
- **Marina de Santa Marta:** Pilotaje de la Marina de Santa Marta y construcción del Travel Live.

⁴ CONSTRUSUELOS S.A.S. Brochure comercial. CONSTRUSUELOS S.A.S. 1 ed. Barranquilla: 2015. p 5.

- **ABOCOL:** Perforaciones de 45 metros en altamar sobre plataforma marina, en la Ciudad de Cartagena.
- **Súper Puerto sector La Flores:** 32 perforaciones Off Short para construcción de súper puerto aguas profundas IMPALA – Grupo Transfigura.
- **GRAMMA CONSTRUCCIONES S.A.:** Construcción de 287 pilotes de 60 centímetros de diámetro y 11.60 metros de longitud, incluyó suministro de acero y concreto además de retiro de material sobrante.
- **CORPACERO S.A.:** Construcción de cimentación profunda para puente de Cargue, Bodega de acero.
- **CORELCA S.A. E.S.P.:** Perforaciones profundas a 45 metros de profundidad en la planta TERMOGUAJIRA.
- **Alcaldía Municipal del Piñón:** Pilotaje barrenados para cimentación de puentes en el Municipio de El Piñón (Magdalena).
- **Sociedad Portuaria:** Perforación Off Shore para ampliación del dragado del canal de acceso a la bahía de Cartagena.
- **M.G. INGENIERIA LTDA:** Hincado de pilotes en la ribera del Río Magdalena Estación “El Retiro” de ECOPETROL, Municipio de Magangué (Bolívar).
- **Nuevo Puente Pumarejo:** Perforaciones mecánicas por roto-percusión en toda la zona del cauce del río para diseño de cimentaciones.
- **Ampliación Aeropuerto de Santa Marta:** Estudio de suelos para ampliación de Aeropuerto de Santa Marta.
- **SOLMICO INTERNATIONAL:** Estudio de suelos para construcción de tanques de almacenamiento de petróleo de 4.500 toneladas.

- **BAVARIA S.A.:** Construcción de cimentación y estructuras para el recibo de tanques uniproseso UNITANQUES FASE II en la planta de Cervecería Águila en la Ciudad de Barranquilla.
- **Muelle carbonero de cargue directo:** Estudio de suelos para construcción de muelle de cargue directo – Ciénaga – CNR – Vale International.
- **Muro de Campo Alegre:** Construcción de muro inferior para estabilización de ladera occidental del Barrio Campo Alegre – Barranquilla.

1.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La empresa CONSTRUSUELOS S.A.S. se encuentra organizada de la siguiente manera:

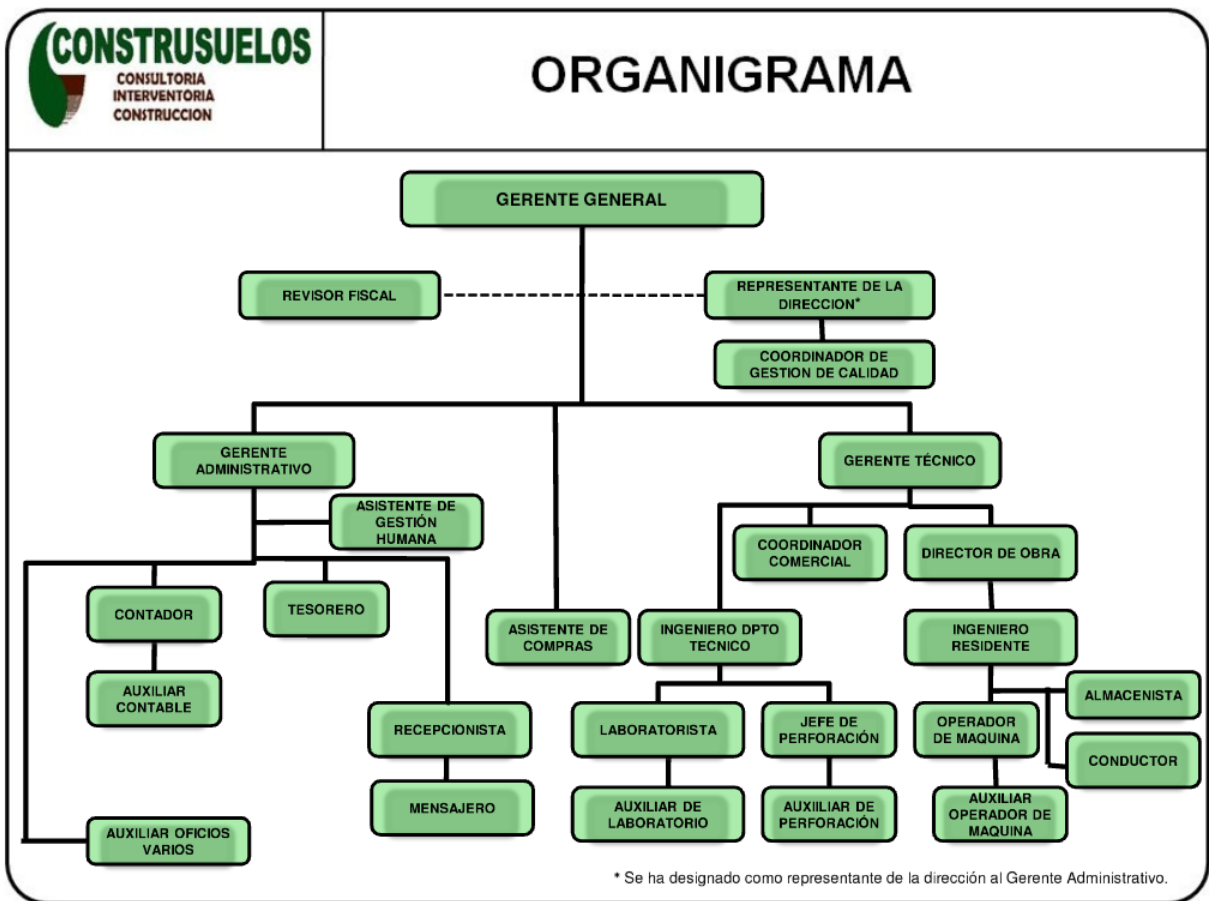


Figura 1. Estructura organizacional de CONSTRUSUELOS S.A.S.

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL ESTUDIANTE

En la práctica empresarial en la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S, al estudiante se le asignó desarrollar los ítems que forman parte de la estructura de los informes que contienen los estudios de suelos y apoyar el área de control y calidad. A continuación se describen en secuencia las actividades realizadas por el estudiante en práctica:

2.1. INDUCCIÓN

En la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S., al estudiante en práctica se le realizó una inducción, por parte de la encargada del área de Recursos Humanos, con el fin de conocer la organización de la Compañía, se presentó y se le indicaron las funciones que cumplen las personas vinculadas a la empresa. Por parte del personal de Seguridad y Salud Ocupacional, se le entregaron las indicaciones y reglamentos que se deben cumplir dentro de los sitios de trabajo, así mismo, se hizo entrega de la dotación.

Luego, en el Departamento de Ingeniería, se le dieron indicaciones al estudiante en práctica, el cual se desempeñó como auxiliar de ingeniería, se delegaron las funciones que debía realizar para llevar a cabo el documento que contiene el estudio de suelos requerido por los clientes, control y calidad de materiales utilizados en construcción basados en la norma INV – E 07.

2.2. REALIZACIÓN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Esta actividad inicia con la recepción, por parte del estudiante, de las muestras extraídas en campo por el personal operativo de la empresa, quienes emplean los métodos de percusión y rotación, con el fin de obtener parámetros de caracterización de los materiales que conforman el área explorada. La metodología

empleada se encuentra contemplada en la norma ASTM D1586 – 11 (Prueba de Penetración Estándar – SPT).

En cada perforación se tomaron muestras de forma continua, utilizando varios métodos de extracción de muestras, tales como: Toma muestra Cuchara Partida (ASTM D 420 – 93) y recuperación de muestras inalteradas con barrenas y baterías. Las muestras son descritas en campo teniendo en cuenta la Norma ASTM D2488 (Procedimiento visual – manual para descripción e identificación de muestras de suelos) lo cual se consignaba en un formato de registro de perforación (ver Figura 3. Ilustración de registro de perforación), para luego ser transportadas y almacenadas en el laboratorio según lo descrito en la Norma ASTM D 4220 – 95 (Prácticas estándar para la preservación y el transporte de muestras de suelo).

CONSTRUSUELOS S.A.S.		REGISTRO DE PERFORACION		Versión 1 22-06-11					
NOMBRE DEL PROYECTO: _____		CUBAJO (MUNICIPIO): _____		MUNICIPIO: _____					
DEPARTAMENTO: _____		CUBAJO (MUNICIPIO): _____		MUNICIPIO: _____					
DIRECCION O MARCA: _____		NO. DE _____		OP. _____					
DETALLE DEL BTO: _____		INDICADO _____		INDICADO _____					
COORDENADAS: _____		FECHA INICIO DE LA PERFORACION: _____		FECHA FINAL DE LA PERFORACION: _____					
INDICACIONES: _____		PRECIO DEL MATERIAL: _____		ALTIMETRIA DE FONDO: _____					
OPERADOR: _____		SUPERVISOR: _____		ASISTENTE: _____					
MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (cm)		NO. DE GOLPES / PES		EQUIPO	E. S. D. (N)	EQUIPO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		P	P	P	P				
		0.00	0.10						Faja de concreto
		0.10	0.50						Refractario de escoria
1	S.P.T.	0.50	1.00	9	8	11			Carbón antracita de color marrón claro
3	S.P.T.	1.00	1.50	11	10	20			Carbón antracita de color marrón claro
3	S.P.T.	1.50	2.00	20	20	20			Carbón antracita de color marrón claro
4	S.P.T.	2.00	2.50	15	12	18			Carbón antracita de color marrón claro
5	S.P.T.	2.50	3.00	14	15	15			Carbón antracita de color marrón claro
6	S.P.T.	3.00	3.50	15	16	15			Carbón antracita de color marrón claro
7	S.P.T.	3.50	4.00	11	13	18			Carbón antracita de color marrón claro
8	S.P.T.	4.00	4.50	14	14	18			Carbón antracita de color marrón claro
9	S.P.T.	4.50	5.00	9	11	18			Carbón antracita de color marrón claro
10	S.P.T.	5.00	5.50	17	17	15	X		Carbón antracita de color marrón claro
11	S.P.T.	5.50	6.00	20	20	20			Carbón antracita de color marrón claro
	ROF	6.00	10.00						Grava de color marrón claro
	ROF	10.00	13.00						Grava antracita fragmentada de color gris
	S.P.T.	13.00	13.50	20	26	20			Antra antracita lavada con matriz de roca antracita de color gris
	ROF	13.50	16.00						Conglomerado de roca caliza y antracita fragmentada
	ROF	16.00	18.00						Conglomerado de roca caliza y antracita fragmentada
	ROF	18.00	20.00						Grava carbón fragmentada
	ROF	20.00	22.00						Grava carbón fragmentada
	ROF	22.00	25.00						Grava carbón fragmentada
	ROF	25.00	28.00						Grava carbón fragmentada
	ROF	28.00	30.00						Grava carbón fragmentada

Figura 2. Ilustración de registro de perforación

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S

El estudiante en práctica realizaba la recepción de las muestras, el registro de perforación y registro fotográfico; verificando que el rótulo de las muestras donde se pueden ver los datos de profundidad a la que corresponde, sean los que se encuentran consignados en el registro de perforación.



Figura 3. Registro fotográfico de muestras extraídas en el proyecto localizado en la Vía a Caracolí con Diagonal 18, Malambo, Atlántico

Fuente: Operador Albeniz Sánchez

Luego, el estudiante y el Director Técnico seleccionaban algunas de las muestras para ser sometidas a los ensayos principales, de acuerdo con las necesidades del estudio y las características de los suelos encontrados. Los ensayos que normalmente se realizan son los siguientes:

- Contenido de humedad natural.
- Granulometría por tamizado.
- Límites de Atterberg.
- Peso unitario.
- Corte directo.
- Compresión inconfiada.
- Otros.

El laboratorista entregaba al estudiante los valores obtenidos de cada ensayo realizado a las muestras; el estudiante tomaba los datos de granulometría, límite líquido, límite plástico y contenido de humedad y los procesaba dentro del formato respectivo para clasificar el suelo por medio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASHTO, (ver Figura 5. Ilustración del formato de clasificación de suelos); con la ayuda de unas tablas entregadas al estudiante por el Departamento de Ingeniería, (ver Anexo 1. Clasificación de suelos según SUCS y Anexo 2. Clasificación de suelos según AASHTO).

Luego de terminar de clasificar, el estudiante entregaba al supervisor los resultados para que sean revisados y obtuvieran su aprobación, para así continuar con el proceso.

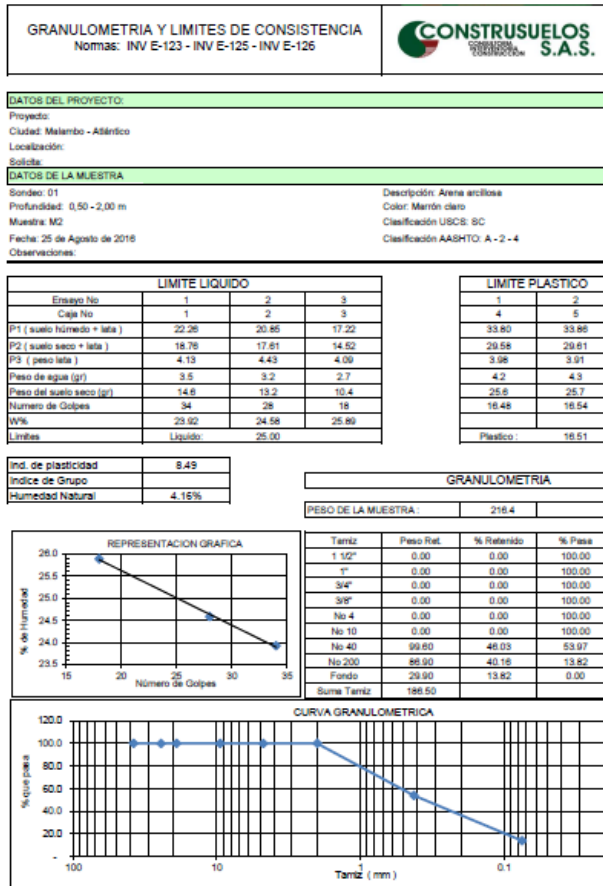


Figura 4. Ilustración del formato de clasificación de suelos

Fuente: *CONSTRUSUELOS S.A.S.*

2.3. ELABORACIÓN DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Con la ayuda del Software Stratigrapher, el estudiante realizaba los perfiles estratigráficos encontrados en cada sondeo o perforación realizada, con base en la clasificación que obtuvo del procesamiento de datos anteriormente descrito y el registro de perforación entregado por el personal operativo. En estos perfiles, el estudiante presentaba los datos y descripciones obtenidas en la clasificación y en campo, los cuales muestran la siguiente información:

- Tipo de suelo y descripción (S.U.C.S.).
- Cota.
- Porcentaje (%) de recuperación.
- Número de golpes (S.P.T.).
- Recuperación de muestras.
- Nivel freático (Si aplica).
- Compacidad o consistencia del suelo.

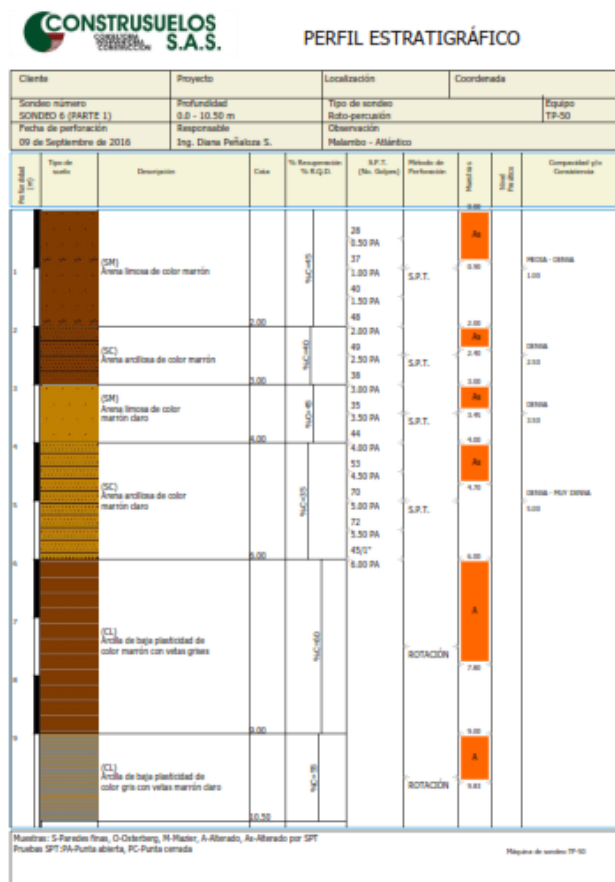


Figura 5. Ilustración de perfil estratigráfico. Software Stratigrapher

Fuente: *CONSTRUSUELOS S.A.S.*

El tipo de suelo y descripción, el estudiante lo tomaba de la clasificación de suelos realizada, los datos como: cota, porcentaje de recuperación, número de golpes (S.P.T.), recuperación de muestras y nivel freático, lo extraía del registro de perforación. La compacidad o consistencia el estudiante la definía de una tabla que le fue entregada por el Departamento de Ingeniería (ver Anexo 3. Correlación entre la compacidad en arenas y la consistencia en arcillas con el número de golpes S.P.T.). Terminada esta actividad, el estudiante entregaba los resultados al supervisor para contar con su aprobación.

2.4. CONSTRUCCIÓN DE PLANOS DE UBICACIÓN DE SONDEOS Y LOCALIZACIÓN GENERAL

Para esta actividad el estudiante solicitaba al operador que realizó la exploración, un bosquejo a mano ubicando las perforaciones realizadas en el terreno explorado. Luego, el estudiante se comunicaba con el cliente para que entregara información acerca del proyecto, tales como: planos, proceso constructivo, ubicación, etc., previa solicitud al Departamento Comercial de la empresa, toda esta información es necesaria para realizar el estudio de suelos.

Con ayuda del Software AutoCAD, el estudiante realizaba un plano del sitio explorado, ubicando los sondeos realizados, esto se incluía dentro del estudio de suelos con el fin de que el cliente tenga conocimiento del lugar en donde se realizaron las perforaciones. (Ver Figura 7. Ilustración de ubicación de sondeos).

Además de la ubicación de sondeos, el estudiante realizaba en el Software AutoCAD, un esquema de localización general del sitio explorado. (Ver Figura 8. Ilustración de localización general).

UBICACIÓN DE SONDEOS

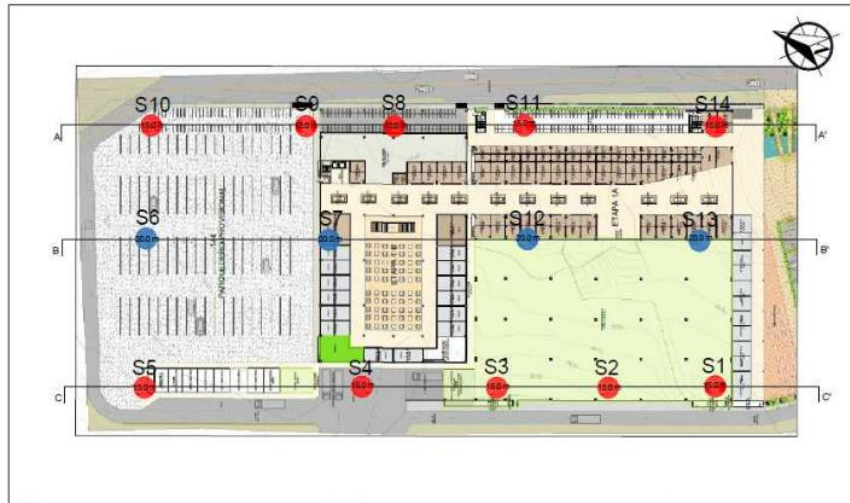


Figura 6. Ilustración de ubicación de sondeos

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

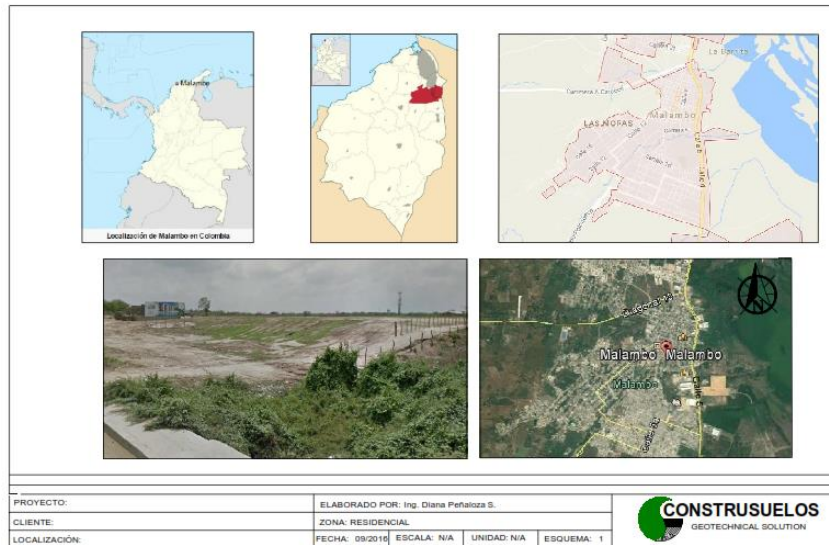


Figura 7. Ilustración de localización general

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

2.5. ELABORACIÓN DE RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Para esta actividad, el estudiante utilizaba el Software LoadCap para cimentaciones superficiales, tales como: losas y zapatas aisladas, o el Software MP para cimentaciones profundas como: pilotes; según sea la necesidad del proyecto. El estudiante entregaba todos los resultados de las anteriores actividades al Director Técnico quien indicaba que tipo de cimentación era la(s) alternativa(s) más adecuada, teniendo en cuenta el tipo de suelo y los resultados de los ensayos realizados. El estudiante ingresaba los datos en el Software LoadCap, previa explicación dada por el Supervisor, con el fin de calcular la capacidad portante del terreno, simulando las condiciones del suelo y el tipo de cimentación a utilizar.

El estudiante ingresaba al Software LoadCap los siguientes datos:

- **Datos sistema de cimentación:** Tipo de cimentación, Longitud de cimentación, anchura de cimentación, profundidad plano de cimentación, altura de empotramiento, entre otras.
- **Estratigrafía del terreno:** Tipo de terreno, altura de la muestra o estrato, peso específico, peso específico saturado, ángulo de fricción interno, cohesión, cohesión no drenada, módulo elástico, módulo edométrico.

Con el fin de obtener los siguientes cálculos:

- **Cálculo de la carga última:** En la determinación de la capacidad admisible, q_{adm} , el Software LoadCap utiliza las metodologías de estimación de capacidad de carga por resistencia al corte, empleando los métodos de cálculos de Terzaghi (1955), Meyerhof (1963), Hansen (1970) y Vesic (1975), el estudiante selecciona la fórmula que produjera el menor resultado.
- **Cálculo de asentamientos:** Depende del tipo de suelo, el estudiante escogía la opción de asentamientos elásticos para suelos friccionantes

presentes en la zona de estudio, o asentamientos edométricos para suelos cohesivos.

Un ejemplo de modelación se encuentra en el Anexo D. Ejemplo de modelación de zapata aislada (Capacidad portante y asentamientos).

El estudiante en práctica participaba junto al Ingeniero Supervisor en la elección de las alternativas de cimentación, teniendo como criterio el tipo de cimentación (superficial o profunda) que permita un comportamiento favorable para la edificación o elemento proyectado y con base al análisis geotécnico realizado con los resultados obtenidos por el estudiante. Algunos ejemplos de alternativas de cimentación que el estudiante tuvo la oportunidad de consignar en algunos de los estudios de suelos realizados en la práctica son los siguientes:

- **Zapatas y pedestales**

En un lote donde se proyecta la construcción de un centro comercial, se destacaron variantes significativas a lo largo de la estratigrafía, en cuanto a tipos de materiales y composición físico mecánico, el estudiante determinó que el subsuelo estaba definido por suelos granulares y cohesivos. Al analizar la caracterización del material, se consideró que el comportamiento del subsuelo en la zona de estudio por debajo de la cota de excavación del sótano era aceptable, el estudiante junto con el Ingeniero Supervisor recomendaron una cimentación superficial tipo zapatas cuadradas o rectangulares entrelazadas entre sí en ambas direcciones, por medio de vigas de amarre en concreto reforzado coronada a nivel de pedestal, desplantadas por debajo de la cota de fondo del sótano, teniendo en cuenta que los estratos superficiales lo conforman estratos de arenas limosas y arenas arcillosas, con una compacidad que varía de media a densa.

Se recomendó una altura de zapata entre 0.40 y 0.50 m, la parte superior del pedestal quedará a nivel de terreno o en su efecto a la altura definida en el diseño del Ingeniero Estructural.

Profundidad de desplante

El estudiante junto con el Ingeniero Supervisor recomendaron que las cimentaciones se desplantaran a 1.0 metro de profundidad con respecto a la cota actual del terreno, sobre las arenas limosas y arcillosas, ya que estos suelos presentaban una capacidad permisible para resistir la magnitud de las cargas que transferiría cada columna de apoyo.

Se aclaró que si las edificaciones tendrían un nivel subterráneo (el cliente informó al estudiante que los diseños se encontraban en proceso), la cota de cimentación sería de 1.0 metro, con respecto a la cota de fondo del sótano (H= 3.0 metros aproximadamente), cortando un total de suelo de 4.0 metros de espesor.

Con el objetivo de mejorar las condiciones del estrato natural, se recomendó compactar manualmente con pisón donde se localice la cota de cimentación, logrando así liberar los vacíos generados durante el proceso de excavación; a continuación se colocará un concreto simple de 0.5 metros de espesor con resistencia a la compresión de 14 MPa a los 28 días y a partir de esto armar el acero de refuerzo de las zapatas, para fundir el espesor de la misma.

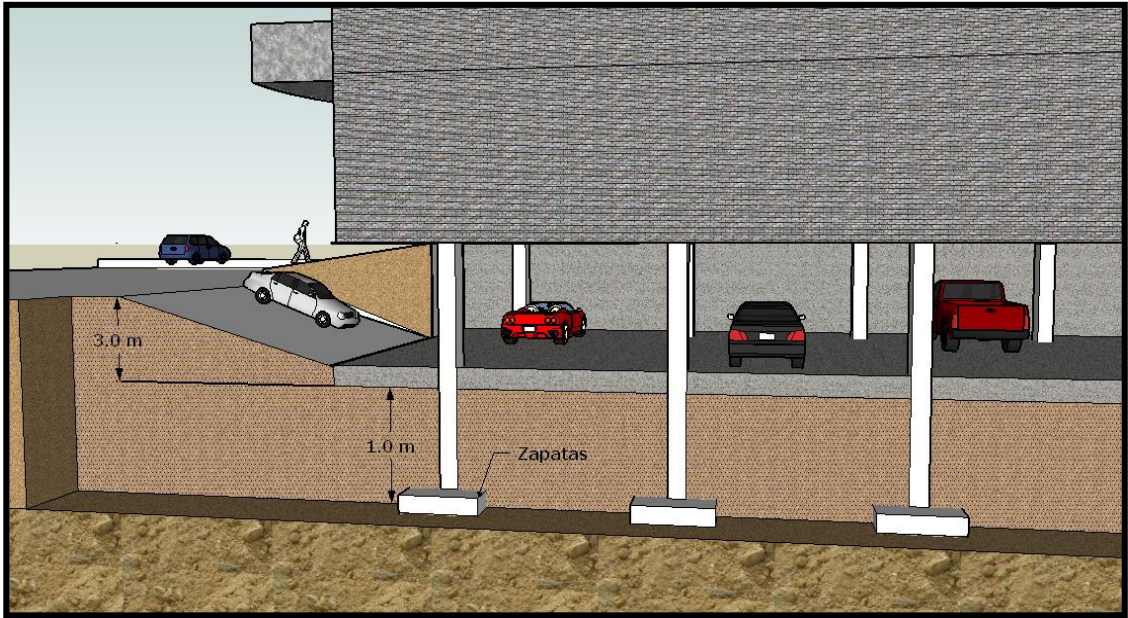


Figura 8. Esquema de la cimentación superficial. Software SketchUp

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

- **Losa con pilotes hincados**

Como sistema de cimentación para la construcción de un Box Culvert, dadas las características de resistencia del terreno, el cual presentó baja capacidad portante a niveles superficiales en comparación con las cargas que serán transmitidas por la estructura, la compresibilidad del subsuelo y el nivel freático encontrado, el estudiante junto con el Ingeniero Supervisor recomendaron que la cimentación se realice mediante losa subyugada por un medio de transmisibilidad de carga por debajo de los suelos iniciales, para tal efecto se propuso utilizar pilotes hincados de acero.

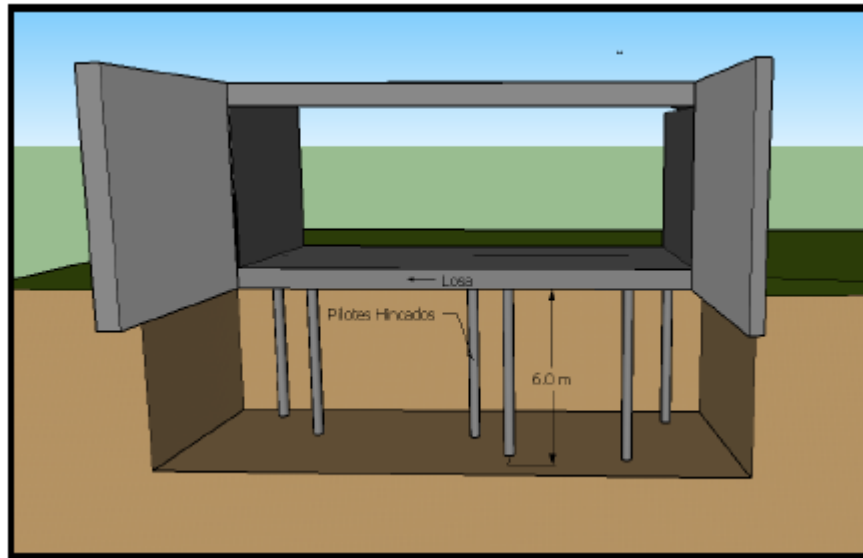


Figura 9. Esquema de cimentación mediante pilotes hincados.
Software SketchUp

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

2.6. PRODUCCIÓN DEL CUERPO DEL ESTUDIO DE SUELOS

Al finalizar la realización de los anexos y cálculos, el estudiante desarrollaba cada uno de los puntos contenidos dentro del informe solicitado por los diversos clientes de la empresa, los cuales se presentan a continuación:

Generalidades del estudio

El estudiante presentaba ubicación del lugar donde se proyectaba la construcción, una explicación al cliente sobre que encontraría a lo largo del informe, fijando los objetivos y alcance del mismo.

Características del sitio y del proyecto

Con la información que entregaba el cliente y la exploración de campo realizada por el personal operativo de la empresa, el estudiante realizaba una descripción sobre las condiciones del sitio y las características del proyecto, como por ejemplo: forma del terreno, superficie, configuración topográfica, vegetación, tipología de clima y tipo de proyecto.

Investigación del sub-suelo

El estudiante describía la exploración de campo, cuantas perforaciones se realizaron, longitud de las perforaciones, nombraba si se habían detectado aguas libres subterráneas provenientes del nivel freático, describía el método de perforación utilizado. También, en este punto, el estudiante consultaba en la página del Servicio Geológico Colombiano, la geología del municipio en el cual se encuentra ubicado el sitio explorado; así mismo la hidrología y el clima.

El estudiante consultaba el Título A de la Norma Colombiana de Diseño Sismo Resistente (NSR – 10) los parámetros básicos de sismicidad de la zona de estudios, los cuales son:

- Localidad.
- Riesgo sísmico.
- Coeficiente de aceleración pico esperado para diseño (A_a).
- Coeficiente de velocidad pico efectiva (A_v)
- Coeficiente de ampliación que modifica la aceleración en períodos cortos, F_a (NSR-10 tabla A.2.4-3).
- Coeficiente de ampliación que modifica la aceleración en períodos intermedios, F_v (NSR-10 tabla A.2.4-4).
- Tipo de perfil de suelo.

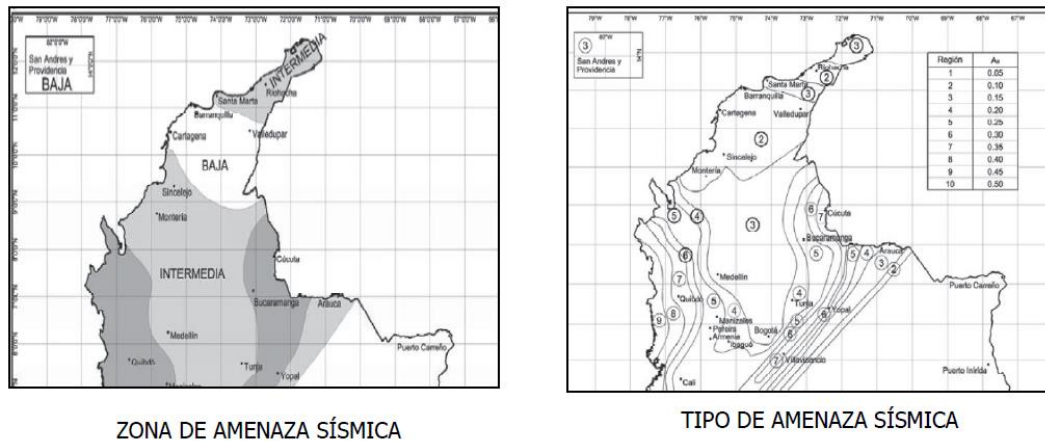


Figura 10. Ilustración de la sismicidad de la zona de estudio

Fuente: Norma Colombiana de Diseño Sismo Resistente (NSR-10)

Además de lo anterior, en este ítem el estudiante anexaba una lista de los ensayos de laboratorio practicados a las muestras extraídas para el estudio correspondiente.

Análisis estratigráfico y geotécnico

El estudiante describe la estratigrafía encontrada por sondeo, nombrando espesor, tipo de suelo, color y compacidad o consistencia. Luego realiza la caracterización geotécnica de los suelos encontrados, denotando rangos de límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, contenido de humedad y contenido de finos; a su vez nombra características generales de los tipos de suelos.

Conclusiones y recomendaciones

En este ítem, el estudiante redacta las conclusiones de acuerdo a lo anteriormente analizado y las recomendaciones que debe tener en cuenta el cliente en el proceso constructivo de su proyecto.

Anexos

El estudiante añade al cuerpo del estudio, los formatos utilizados de clasificación, perfiles estratigráficos, ensayos de resistencia realizados, ubicación de sondeos, localización general y las memorias de cálculo que exportaba del Software LoadCap o MP, según sea el caso.

Ya culminado el informe que contiene el estudio de suelos, el estudiante entregaba al Director Técnico para que le diera la aprobación o le solicitara algunas correcciones.

A continuación se muestra una tabla que relaciona los diferentes estudios de suelos que el estudiante en práctica ha tenido participación en la realización:

CLIENTE	PROYECTO	LOCALIZACIÓN
Alejandro Duarte	Construcción de dos (2) viviendas de dos (2) niveles	Barranquilla, Atlántico
FUNTICS	Instalación de una torre de telecomunicaciones	Riohacha, La Guajira
ICONOS S.A.	Construcción de una vivienda de tres (3) niveles	Barranquilla, Atlántico
SPIAGGE S.A.S.	Ampliación de los muelles 3 y 4	Barranquilla, Atlántico
WORK TEAM CORP. S.A.S.	Construcción de un edificio de seis (6) niveles	Barranquilla, Atlántico
Gómez Cajiao & Asociados S.A.	Transformación de un predio como espacio de esparcimiento para la comunidad	Hatonuevo, La Guajira

Arquitectura y decoración Correa Haydar S.A.S.	Construcción de una vivienda de tres (3) niveles	Barranquilla, Atlántico
Decoservicios y Construcciones S.A.S.	Instalación de un silo de 400 toneladas	Barranquilla, Atlántico
FUNTICS	Instalación de una torre de telecomunicaciones	Fonseca, Maicao, Riohacha, La Guajira
Gobernación del Atlántico	Construcción de un puente de 4.0 metros de luz	Piojó, Atlántico
Miguel Muñoz	Construcción de una edificación de tres (3) niveles	Barranquilla, Atlántico
RCH Constructores Asociados S.A.	Instalación de dos (2) líneas de tubería en acero al carbón	Palermo, Magdalena
RCH Constructores Asociados S.A.	Verificación estratigráfica de cimentación de cuatro (4) tanques de almacenamiento	Palermo, Magdalena
Gustavo Blanco	Construcción de una vivienda de un (1) nivel	Barranquilla, Atlántico
Jorge Fontalvo	Ampliación de una vivienda a dos (2) niveles	Barranquilla, Atlántico
Consultores de Ingeniería UG21 S.L.	Verificación geotécnica	Santa Marta, Magdalena
TELMACON LTDA.	Instalación de una torre de telecomunicaciones	Barranquilla, Atlántico
Carlos López	Construcción de una vivienda de dos (2) niveles	Barranquilla, Atlántico

Tabla 1. Estudios de suelos en los que el estudiante en práctica participó en su realización

Fuente: Autor

2.7. CONTROL & CALIDAD

Esta actividad comprende el procesamiento de datos realizado por el estudiante de los ensayos de laboratorio practicados a los materiales utilizados en construcción, de los diferentes clientes de la empresa, con el fin de verificar que cumplan con los lineamientos establecidos en la Norma INV E-07. A continuación se presentan algunos ensayos en los que el estudiante en práctica tuvo participación:

2.7.1. Densidad en el terreno

Este ensayo consiste en determinar la humedad y la densidad seca de los suelos en campo; se utiliza el método de cono y arena o el densímetro nuclear, este último es el más utilizado en la empresa, ya que permite tomar datos sin recurrir a intervenciones físicas.


El estudiante en práctica era el encargado de recibir los datos tomados en campo por parte del personal operativo, para luego digitarlos en el formato correspondiente, procesar datos y entregar al cliente los resultados requeridos.

Los datos tomados en campo son los siguientes:

- Localización.
- Porcentaje de humedad.
- Densidad húmeda en campo.
- Densidad seca en campo.
- Densidad máxima en laboratorio (este dato se obtenía en el laboratorio por medio del ensayo de proctor).
- Porcentaje de compactación especificada.

Con esto, el estudiante realizaba los cálculos respectivos para obtener el porcentaje de compactación del terreno, luego se comunicaba con el cliente para solicitar el porcentaje de compactación especificado, y así poder indicar si cumple o no.

El estudiante redactaba una remisión, la cual se entregaba al cliente con los resultados arrojados.

DENSIDAD EN EL TERRENO MÉTODO: DENSÍMETRO NUCLEAR	
REPORTE - DENSIDADES - 001	

PROYECTO:
 SOLICITA:
 FECHA TOMA DE ENSAYO:
 CIUDAD:

ENSAYO No	1	2	3
LOCALIZACION			
PROFUNDIDAD (cm)	20	20	10
% HUMEDAD	9.9	9.7	10.0
% VACIOS CON AIRE	5.9	5.9	5.9
DENSIDAD HUMEDA EN CAMPO (kg/m3)	4062	4056	4045
DENSIDAD SECA EN CAMPO (kg/m3)	2022	2024	1999
DENSIDAD SECA MAX. EN LAB. (kg/m3)	2024	2024	2024
% DE COMPACTACION TERRENO	99.9%	100.0%	98.8%
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA	95%	95%	95%

ENSAYO No	4	5	6
LOCALIZACION			
PROFUNDIDAD (cm)	15	15	
% HUMEDAD	9.1	9.9	
% VACIOS CON AIRE	5.9	5.9	
DENSIDAD HUMEDA EN CAMPO (kg/m3)	4056	4052	
DENSIDAD SECA EN CAMPO (kg/m3)	2004	2002	
DENSIDAD SECA MAX. EN LAB. (kg/m3)	2024	2024	
% DE COMPACTACION TERRENO	99.0%	98.9%	
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA	95%	95%	

OBSERVACIONES: Comparando los datos tomados en campo se puede concluir que el porcentaje (%) de compactación cumple con el especificado.


 DIANA PEÑALOZA
 INGENIERO

Figura 11. Ilustración de formato de densidad en terreno

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.



Barranquilla, Septiembre 14 de 2016

INFORME DE RESULTADOS

SEÑOR(ES):

Ciudad

Ref. Informe de resultados de ensayo de toma de densidades al material perteneciente al proyecto: "", localizado en el Municipio de, Departamento del.

Cordial Saludo,

Por medio de la presente hacemos entrega del informe de resultados de los ensayos mencionados en la referencia, para contribuir en el control de calidad del proyecto en mención.

Se entrega:

- REPORTE – DENSIDADES –001

Cualquier aclaración al respecto la estaremos suministrando,

Atentamente,

Ing. Diana Peñalosa S.
Departamento Técnico.

Calle 109 No. 72A - 57 Barrio la Paz - Calabro: 300-8504549 / 301-2764167 / 301-6769949 / 300-8504668 / 300-5370051 / 300-8504747
301-2767814 / 301-2784187 / 301-6886642 / 301-3574551. Email: comercial@construsuelos.com • info@construsuelos.com
Barranquilla - Colombia

Figura 12. Ilustración del formato de remisión

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

A continuación se presenta una tabla que relaciona los diferentes proyectos de este ensayo, en los que el estudiante en práctica participó en los cálculos y respectivo análisis de datos:

CLIENTE	PROYECTO	LOCALIZACIÓN
Consortio PRD Galapa	Parque Villa Olímpica	Galapa, Atlántico
Ultracem S.A.S.	Bodega Almacén	Galapa, Atlántico
A Construir S.A.S.	Avenida Hamburgo	Barranquilla, Atlántico
Consortio PRD Galapa	Parque Villa San Pablo	Barranquilla, Atlántico
Enith Pérez Cia Ltda.	Centro de Salud La Arboleda	Soledad, Atlántico
Construcciones Navil S.A.S.	Villa Campestre	Puerto Colombia, Atlántico

Tabla 2. Lista de ensayos de densidad en el terreno en los que el estudiante participó en su realización

Fuente: Autor

2.7.2. Caracterización de material (Granulometría y límites de consistencia)

Para este ensayo, el estudiante realizaba la recepción de la muestra, solicitaba al cliente los datos necesarios del proyecto y entregaba la muestra al laboratorista, este realizaba los ensayos de granulometría y límites de Atterberg, datos que entregaba al estudiante para su procesamiento.

Una vez teniendo los resultados de clasificación, se entregaba al cliente junto con una remisión que contenía los datos del proyecto, (ver Figura 13. Ilustración de formato de caracterización de material).

GEDCO S.A.S.	Edificio Koombea	Barranquilla, Atlántico
Ultracem S.A.S.	Lote Logicem	Galapa, Atlántico
Brian Pérez	E.D.S. Galapa	Galapa, Atlántico
Consortio PRD Galapa	Parque Villa San Pablo	Juan Mina, Atlántico
Contratamos AGL S.A.S.	Cantera	Barranquilla, Atlántico
Enith Pérez Cia. Ltda.	Centro de Salud La Arboleda	Soledad, Atlántico
Ultracem S.A.S.	Bodega Almacén	Galapa, Atlántico
Constructora Colpatria	Concesión Costera	Cartagena, Bolívar

Tabla 3. Lista de ensayos de caracterización de material en los que el estudiante participo en su realización

Fuente: Autor

2.7.3. Ensayo de compactación proctor modificado

El suelo colocado como un relleno geotécnico (en bases de carreteras, terraplenes, rellenos de fundación) se compacta en un estado denso para obtener propiedades geotécnicas apropiadas como resistencia al corte, compresibilidad, permeabilidad. También los suelos de fundación son compactados frecuentemente para mejorar sus propiedades. “La prueba de laboratorio utilizada generalmente para obtener el peso unitario seco máximo de compactación y el contenido óptimo de humedad se denomina *prueba Proctor de compactación*”⁵.

Los ensayos de compactación en el laboratorio proporcionan la base para determinar el porcentaje de compactación y el contenido de agua necesarios para conseguir las propiedades geotécnicas requeridas, y para llevar el control durante la construcción que permita asegurar que se alcanzan los contenidos de agua y la compactación requerida.

⁵ DAS, BRAJA M. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 4 d. México, D.F.: Editorial CENGAGE Learning. p 92.

El estudiante en práctica recibía la muestra por parte del cliente, este le indicaba los datos del proyecto para tener la información necesaria para la remisión, luego se entregaba la muestra al laboratorio, quienes realizaban el ensayo de compactación proctor modificado, con base en la Norma ASTM D 1557-91, el cual arrojaba los resultados de: porcentaje de humedad deseada, porcentaje de humedad natural de la muestra, peso de la muestra húmeda, peso de la muestra seca, peso de la muestra húmeda y molde, y los datos del molde, como: altura y diámetro; estos datos eran entregados al estudiante, quien se encargaba de realizar los cálculos para obtener la densidad máxima de la muestra y la humedad óptima.

Una vez procesado los datos en el formato respectivo, el estudiante llenaba la remisión correspondiente, con los datos del proyecto y procedía a entregar los resultados al cliente.

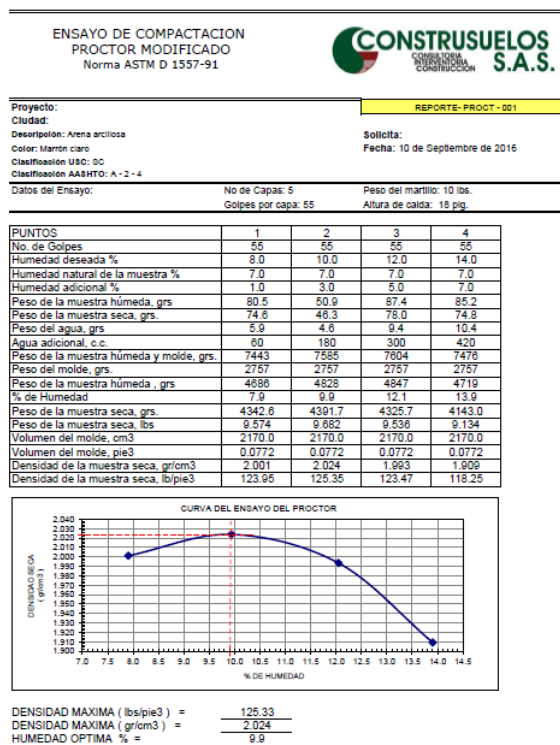


Figura 14. Ilustración del formato de proctor modificado

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

A continuación se presenta una tabla que relaciona los diferentes proyectos de este ensayo, en los que el estudiante en práctica participó en los cálculos y respectivo análisis de datos:

CLIENTE	PROYECTO	LOCALIZACIÓN
ASOINCON S.A.S.	Ciudad de los sueños	Soledad, Atlántico
CH Pereira y Cia S.A.S.	Cila	Barranquilla, Atlántico
Contratamos AGL S.A.S.	Cantera	Barranquilla, Atlántico
Enith Pérez Cia Ltda.	Centro de Salud La Arboleda	Soledad, Atlántico
GEDCO S.A.S.	Edificio Koombea	Barranquilla, Atlántico
Ultracem S.A.S.	Lote Logicem	Galapa, Atlántico
Navarro e Hijos Constructores S.A.S	Urbanización Casa Grande	Galapa, Atlántico
Construcciones Navil S.A.S.	Villa Campestre	Puerto Colombia, Atlántico

Tabla 4. Lista de ensayos de proctor modificado en los que el estudiante participó en su realización

Fuente: Autor

2.7.4. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto

Este ensayo se realiza con el fin de determinar la resistencia máxima a la compresión de un espécimen de concreto aplicando una carga axial.

Para este ensayo, el cliente hacía entrega de los cilindros de concreto al estudiante, el cual tomaba los datos de fecha de fundida, resistencia de diseño, y datos complementarios del proyecto. El estudiante entregaba al laboratorista los especímenes y le indicaba en que fechas se debían realizar los ensayos, basados en la Norma INV E 410, los especímenes se ensayan a los 7, 14 y 28 días; también se solicitaba al laboratorista dejar al menos dos (2) cilindros testigo.


Luego de realizado el ensayo, el laboratorista entregaba al estudiante los datos de carga soportada por el espécimen de concreto hasta su rotura, altura y diámetro del cilindro, con ello, el estudiante procesaba los datos en el formato correspondiente y entregaba los resultados al cliente junto con la remisión que indicaba si los cilindros cumplieron o no con la resistencia de diseño.


RESISTENCIA A COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO Norma ICONTEC - 504			
Proyecto:		REPORTE - OLD - 001	
Solicitante:			
Ciudad: Puerto Colombia, Atlántico.			
Fecha Entrega de Resultados: 14 de Julio de 2016.			


No.	REFERENCIA MUESTRA	Fecha Fundida	Fecha Rotura	Edad (Días)	D (mm)	Carga (Kg)	Area (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (Psi)	TIPO DE FALLA
1	#1	10-jun-16	17-jun-16	7	15.3	23389	183.9	127.22	1817	E
2	#2	10-jun-16	17-jun-16	7	15.3	27593	183.9	150.08	2144	E
3	#3	10-jun-16	24-jun-16	14	15.3	21218	183.9	115.41	1649	E
4	#4	10-jun-16	24-jun-16	14	15.3	16247	183.9	88.37	1262	E
5	#5	10-jun-16	08-jul-16	28	15.3	28391	183.9	154.42	2206	C
6	#6	10-jun-16	08-jul-16	28	15.3	30330	183.9	164.97	2357	C


OBSERVACIONES:


FORMAS DE FALLAS (Fig. 1)


A



B


C


D


E

A. CONO
B. CONO Y ROTURA VERTICAL
C. CONO Y CORTE
D. CORTE
E. COLUMNAR


 DIANA PEÑALOZA S.
 DEPARTAMENTO TÉCNICO



 ELIANA ROJAS B.
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 15. Ilustración de formato de resistencia a la compresión de cilindros de concreto

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

A continuación se presenta una tabla que relaciona los diferentes proyectos de este ensayo, en los que el estudiante en práctica participó en los cálculos y respectivo análisis de datos:

CLIENTE	PROYECTO	LOCALIZACIÓN
MR Ingeniería + Construcción	Pavimento Villas de Santa Verónica	Barranquilla, Atlántico
Consortio PRD Galapa	Parque Villa Olímpica	Galapa, Atlántico
KLAP Inversiones S.A.S.	Camino La Playa	Barranquilla, Atlántico
Constructora Siglo XXI	Sierra Beach Resort	Santa Marta, Magdalena
Enith Pérez Cia Ltda.	Centro de Salud La Arboleda	Soledad, Atlántico
ZEMAK S.A.S.	Construcción de Casino Palermo	Puerto Palermo, Magdalena

Tabla 5. Lista de ensayos de resistencia a la compresión de cilindros de concreto en los que el estudiante participó en su realización

Fuente: Autor

2.7.5. Resistencia a la abrasión de bloques

Para este ensayo, el cliente entregaba los bloques al estudiante, tomando datos del proyecto para la posterior entrega del formato y remisión.

Esta característica se aplica a bloques destinados a estar expuestos a riesgo de abrasión resultante de la actividad humana; este ensayo se realiza con base en la

Norma Técnica Colombiana 5324, la cual indica los valores mínimos de coeficiente de abrasión para clasificar los bloques.

El laboratorista entregaba al estudiante los datos y resultados del ensayo: espesor, altura, largo del bloque, ancho del cepillo utilizado, superficie de cepillado, peso inicial del bloque, peso después del cepillado. Con estos datos, el estudiante realizó el formato correspondiente, ya que no se encontraba disponible un formato para ello, y calculó el coeficiente de abrasión.




RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Norma NTC - 5324				
		REPORTE - ABRASIÓN - 001		
DATOS DEL PROYECTO				
Proyecto:		Localización:		
Solicitante:		Ciudad:		
Fecha:				
Descripción	und	No 1	No 2	No 3
Referencia:		BLOQUE #4		
Fecha de ensayo	-	28-jun-16		
Espesor (E)	cm	14.90		
Altura (A)	cm	10.70		
Largo (L)	cm	29.90		
Ancho del cepillo (I)	mm	23.00		
Superficie de cepillado (S)	cm ²	68.77		
Peso inicial (m ₀)	g	6636.05		
Peso después del cepillado (m ₁)	g	6554.40		
Coefficiente de abrasión (Ca)	(cm ³ /g)	0.84		
Clasificación	-	N.A.		
OBSERVACIONES: El bloque #4 no cumple con el mínimo valor que indica la norma.				
 DIANA PEÑALOZA S. INGENIERO		 ELIANA ROJAS BENAVIDES JEFE DE LABORATORIO		

Figura 16. Ilustración de formato de resistencia a la abrasión


Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

2.7.6. Capilaridad en bloques


Para la realización de este ensayo, el cliente entregaba al estudiante los bloques destinados a ensayar y los datos del proyecto. El estudiante entregaba los bloques al laboratorista, quien evaluaba la capilaridad conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 5324.

El laboratorista entregaba al estudiante los datos y resultados arrojados del ensayo, quien procedía a realizar el formato conforme a la NTC 5324. El estudiante en práctica calculaba el coeficiente C_b de absorción de agua por capilaridad de los bloques destinados a muros exteriores y compara con la norma anteriormente nombrada.


El estudiante hacía entrega al cliente del formato con los resultados y la remisión correspondiente.

CAPILARIDAD Norma NTC - 5324				
		REPORTE - CPD - 001		
DATOS DEL PROYECTO				
Proyecto:	Localización:			
Solicitante:	Ciudad:			
Fecha:				
Descripcion	und	No 1	No 2	No 3
Referencia:		BLOQUE #1	BLOQUE #2	BLOQUE #3
Fecha de ensayo	-	28-jun-16	28-jun-16	28-jun-16
Espesor (E)	cm	14.80	14.80	14.90
Altura (h)	cm	10.50	10.80	11.10
Largo (L)	cm	29.70	29.80	29.80
Superficie de la cara sumergida (S)	cm ²	311.85	321.84	330.78
Peso inicial (P _i)	g	8471	7943	8898
Peso final (P _f)	g	8672	8462	9113
Masa del agua absorbida (M)	g	201	519	215
Duración de inmersión del bloque (t)	min	10	10	10
Coefficiente de absorción de agua (C _b)	-	20.38	50.99	20.55
Clasificación	-	BLOQUE POCO CAPILAR	N.A.	BLOQUE POCO CAPILAR

OBSERVACIONES: El bloque #2 NO APLICA para clasificación, debido a que su C_b no se encuentra dentro del rango especificado por la norma.



 DIANA PEÑALOSA S.
 INGENIERO



 ELIANA ROJAS BENAVIDES
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 17. Ilustración de formato de capilaridad en bloques

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

2.7.7. Resistencia a la compresión seca de bloques

Este ensayo se realiza conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 5324, la cual indica que los bloques deben presentar en el momento de la entrega, una resistencia a la compresión seca por lo menos igual al valor escogido en la siguiente tabla:


Bloques llenos	BSC 20	BSC 40	BSC 60
Resistencia mínima (R) en Mpa	2	4	6

Tabla 6. Clases de resistencia a la compresión seca

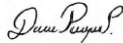
Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 5324

El estudiante recibía los bloques por parte del cliente, indicando datos del proyecto, los bloques los ensaya el laboratorista, quien entregaba los resultados correspondientes al estudiante en práctica. El estudiante procesaba los datos en el formato correspondiente y comparaba los valores con la tabla anteriormente mencionada con el fin de indicar al cliente si cumple o no con los requisitos solicitados.

El estudiante hacía entrega al cliente del formato correspondiente junto con la remisión.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES Norma NTC - 5324				
		REPORTE – BLOQUES - 001		
DATOS DEL PROYECTO				
Proyecto:	Localización:			
Solicitante:	Ciudad:			
Fecha:				
Descripcion	und	No 1	No 2	No 3
Referencia:		BLOQUE #1	BLOQUE #2	BLOQUE #3
Fecha de ensayo	-	05-jul-16	05-jul-16	05-jul-16
Espesor (E)	cm	10.84	10.90	11.06
Largo (L)	cm	14.54	14.65	14.40
Sección bruta mínima (Sb)	cm ²	157.61	159.69	159.26
Carga de rotura del bloque (C)	kN	19.10	10.30	25.00
Esfuerzo de rotura del bloque (R)	Mpa	1	1	2
Clasificación	-	N.A.	N.A.	BSC 20

OBSERVACIONES: Los bloques #2 y #3 NO APLICAN para clasificación, debido a que no alcanza la resistencia mínima exigida por la norma.


 DIANA PEÑALOZA S.
 INGENIERO



 ELIANA ROJAS BENAVIDES
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 18. Ilustración de formato de resistencia a la compresión seca de bloques

Fuente: CONSTRUSUELOS S.A.S.

2.7.8. Diseño de mezcla de concreto

“Dosificar una mezcla de concreto es determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse”⁶

Para este ensayo, el estudiante recibe las muestras de agregado grueso y fino, toma datos del proyecto y procedencia de los materiales para llenar la remisión; luego las muestras son entregadas al laboratorista quien se encarga de realizar los ensayos

⁶ RIVERA L, Gerardo A. Concreto Simple. Dosificación de mezclas de concreto. 2 ed. Cauca: 2013. p 2.

de: granulometría, peso unitario suelto y compacto, peso específico aparente seco y porcentaje de absorción. (Los datos de peso específico y peso unitario se solicitaban directamente al fabricante el producto).

El laboratorista entregaba al estudiante en práctica los datos arrojados por los ensayos anteriormente mencionados, para que el practicante procesara los datos y entregara las cantidades para realizar la mezcla.

Con los datos de los ensayos y basado en el libro: Tecnología del concreto y del mortero del autor Diego Sánchez De Guzmán, realizaba el procedimiento de diseño como se muestra a continuación:

Selección del asentamiento

El estudiante lo escogía teniendo en cuenta los datos del proyecto, como lo son: tipo de construcción, sistema de colocación y compactación del concreto en obra.

Selección del tamaño máximo del agregado

El estudiante realizaba los cálculos pertinentes en el formato de granulometría y determinaba el tamaño máximo y tamaño máximo nominal del agregado y comparaba con la norma para verificar que cumpliera de acuerdo al tipo de construcción.

Estimación del contenido de aire

El estudiante asumía como cero (0) el porcentaje de aire naturalmente atrapado.

Estimación del contenido de agua de mezclado

Para escoger el contenido de agua de mezclado, en Kg/m^3 de concreto, el estudiante tenía en cuenta el tamaño máximo del agregado, la forma y textura de las partículas del agregado y el contenido del aire, y seleccionaba la cantidad que cumplía con las características del material que se estaba trabajando.

Determinación de la resistencia de diseño

El estudiante escogía una resistencia de diseño por encima de la especificada por el cliente, por cuestiones de procedimiento y seguridad.

Selección de la relación agua cemento (A/C)

El estudiante determinaba la relación agua cemento (A/C) de acuerdo a la resistencia de diseño.

Cálculo del contenido de cemento

El estudiante en práctica obtenía el contenido de cemento de la relación agua cemento (A/C) y el contenido de agua de mezclado, determinados anteriormente.

Estimación de proporción de los agregados

El estudiante verifica mediante el formato de granulometría, (Ver Anexo 5. Formatos de ensayos para diseño de mezcla de concreto), si el agregado grueso cumple con la especificación granulométrica de la Norma ICONTEC 174, si no cumple, se utilizaba el método gráfico para encontrar una proporción ideal entre la arena y el agregado grueso del cual se dispone. El procedimiento que el estudiante realizaba era el siguiente:

- Dibujaba sobre un cuadro de 10x10 (ver Anexo 5. Formatos de ensayos para diseño de mezcla de concreto) y graficaba sobre él los porcentajes que pasan del agregado grueso y del agregado fino, uniéndolos por medio de líneas.
- De acuerdo a los límites propuestos para la gráfica del diseño de mezcla de acuerdo al tamaño máximo del agregado, sobre las líneas anteriormente trazadas, el estudiante marcaba los límites porcentuales especificados.
- Luego, trazaba una línea vertical para que la granulometría esté comprendida dentro de los límites trazados, y leía en la escala horizontal superior e inferior los porcentajes de agregado fino y grueso, refiriéndose al porcentaje de la mezcla.

Cálculo de las proporciones de mezcla

Halladas las cantidades de agua de mezclado, cemento, agregado grueso y fino, el estudiante calculaba el volumen de los ingredientes por metro cúbico de concreto.

Luego de tener las cantidades calculadas, el estudiante presentaba el diseño de mezcla realizado al Ingeniero Supervisor, el cual daba la aprobación para ser entregado al cliente.

A continuación se presenta una tabla que relaciona los diferentes proyectos de diseño de mezcla de concreto, en los que el estudiante en práctica participó en los cálculos y respectivo análisis de datos:

CLIENTE	PROYECTO	LOCALIZACIÓN
Consortio PRD Galapa	Parque Villa Olímpica	Galapa, Atlántico
Unión Temporal Vías del Caribe	Vías Loma del Negrito	Sabanalarga, Atlántico
Enith Perez Cia Ltda.	Centro de Salud La Arboleda	Soledad, Atlántico
ZEMAK S.A.S.	Construcción de Casino Palermo	Puerto Palermo, Magdalena

Tabla 7. Lista de diseños de mezcla de concreto en los que el estudiante participó en su realización

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

- El estudiante en práctica logró afianzar algunos de los conocimientos adquiridos en las asignaturas de mecánica de suelos, cimentaciones y geotecnia avanzada; aportando a los estudios de suelos realizados dentro del período de su práctica empresarial.
- El correcto tratamiento y transporte de las muestras permite el desarrollo de los ensayos requeridos para llevar a cabo los cálculos que permiten conocer las características de los suelos que van a soportar la edificación o elemento proyectado.
- Los estudios de suelos realizados por la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S, en los cuales el estudiante en práctica participó, fueron en la región Caribe, en general, se destacaron variantes significativas a lo largo de las estratigrafías analizadas, siendo comúnmente encontrados materiales como: arenas arcillosa, limosas y arcillas de baja plasticidad.
- Se destaca la importancia de recalcar en los estudios de suelos, la presencia de aguas libres subterráneas provenientes del nivel freático, ya que esto influye en la escogencia de la alternativa de cimentación y de los procesos constructivos.
- A partir de los ensayos de laboratorio realizados y el correcto análisis de la caracterización del material encontrado, se considera que tan aceptable es el comportamiento del subsuelo en la zona de estudio, para determinar la profundidad de desplante de la cimentación, considerando los aspectos de capacidad portante y asentamientos.
- Los ensayos realizados en el área de control y calidad son realizados conforme a las normas respectivas, estos se encuentran requeridos en los

planos de construcción o en el documento de especificaciones técnicas, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de los materiales utilizados en construcción.

- El estudiante en práctica contó con la supervisión técnica de un especialista en fundaciones en todos los procesos realizados para lograr un estudio de suelos conforme a lo solicitado por el cliente y a los lineamientos de funcionamiento de la empresa, esto hizo aún más productiva la experiencia vivida por el estudiante durante todo el proceso.
- En algunos ensayos como: abrasión, capilaridad y resistencia a la compresión seca de bloques, el estudiante en práctica aportó la realización de los formatos requeridos para el procesamiento de datos y cálculos solicitados por el cliente, conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 5324.
- Este proceso de prácticas en la empresa CONSTRUSUELOS S.A.S. permitió que el estudiante se desarrollara como profesional dentro del campo de la geotecnia, adentrándose a aplicar conceptos, aprender nuevos temas y la enseñanza del manejo del Software Stratigrapher y LoadCap para modelación de estratigrafía, cimentaciones y cálculo de capacidad portante y asentamientos.

RECOMENDACIONES

- El personal operativo, que son los encargados de realizar las exploraciones en campo, deberían recibir más capacitación en cuanto a las normas aplicadas, el buen uso de los formatos que deben llenar en campo, para que al Departamento de Ingeniería se le facilite la información para realizar el documento que contiene el estudio de suelos.
- A los practicantes deberían programarles más salidas a las exploraciones en campo, para que presencien los métodos de perforaciones y los posibles imprevistos que ocurran, y no solo se limiten a realizar trabajos de oficina y laboratorio.
- Un llamado a que los practicantes aprovechen los conocimientos y experiencias del Ingeniero Supervisor para afianzar lo recibido en las clases del área de suelos del programa de Ingeniería Civil y formarse para la vida profesional.
- Que los estudiantes se animen a realizar la práctica empresarial como requisito de grado, ya que esto les permite acercarse a la vida profesional, tener experiencia laboral, afianzar los conocimientos adquiridos en el pregrado y encontrar contactos profesionales para próximos empleos.

BIBLIOGRAFÍA

- DAS, Braja M. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4 d. México, D.F.: Editorial CENGAGE Learning.
- RIVERA L, Gerardo A. Concreto Simple. Dosificación de mezclas de concreto. [En línea]. [Consultado 07 Enero 2017].
- COMPUTRABAJO.COM.CO. Empresas. CONSTRUSUELOS S.A.S. [En línea]. [Consultado 06 Enero 2017]. Disponible en: <<https://www.computrabajo.com.co/empresas/ofertas-de-trabajo-de-construsuelos-sas-77239E077FC7C4E3>>
- CONSTRUSUELOS S.A.S. Brochure comercial. [En línea]. [Consultado 01 Nov. 2016]. p.5. Disponible en : <<http://www.construsuelos.com/brochure.pdf>>
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras. Colombia, 2012.
- Norma Sismo – Resistente Colombiana - Título A: Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente, 2010.
- Norma Sismo – Resistente Colombiana – Título H: Estudios Geotécnicos, 2010.

ANEXOS

Anexo A. Clasificación de suelos según SUCS

ARENAS	
PASA 200<50	
PASA 200<5 (Cu > 6 Y Cc 1 < 3)	SW (ARENA BIEN GRADADA)
PASA 200<5 (Cu ó Cc no cumplen)	SP (ARENA MAL GRADADA)
PASA 200 5<12 Y (Cu > 6 Y Cc 1<3) - (IP<4)	SW - SM (ARENA LIMOSA BIEN GRADADA)
PASA 200 5<12 Y (Cu ó Cc no cumplen) - (IP<4)	SP - SM (ARENA LIMOSA MAL GRADADA)
PASA 200 5<12 Y (Cu > 6 Y Cc 1<3) - (IP>7)	SW - SC (ARENA ARCILLOSA BIEN GRADADA)
PASA 200 5<12 Y (Cu ó Cc no cumplen) - (IP>7)	SP - SC (ARENA ARCILLOSA MAL GRADADA)
PASA 200 > 12 Y (IP<4)	SM (ARENA LIMOSA)
PASA 200 > 12 Y (IP>7)	SC (ARENA ARCILLOSA)
PASA 200 > 12 Y (IP 4<7)	SM - SC (ARENA LIMO ARCILLOSA)
SUELOS FINOS (ARCILLAS Y LIMOS)	
PASA 200 > 50	
LIMITE LIQUIDO < 50	
LIMITE LIQUIDO < 50 - (IP < 4)	OL (FINOS CON MATERIA ORGANICA) (si existen signos de materia orgánica en olor)
LIMITE LIQUIDO < 50 - (IP < 4)	ML (LIMO DE BAJA PLASTICIDAD) (si no existen signos de materia orgánica en olor)
LIMITE LIQUIDO < 50 - (IP 4 < 7)	ML - CL (LIMO ARCILLOSO)
LIMITE LIQUIDO < 50 - (IP > 7)	CL (ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD)
LIMITE LIQUIDO > 50	
LIMITE LIQUIDO > 50 - (IP < 25)	OH (FINOS CON MATERIA ORGANICA DE ALTA P.) (si existen signos de materia orgánica en olor)
LIMITE LIQUIDO > 50 - (IP < 25)	MH (LIMO DE ALTA PLASTICIDAD) (si no existen signos de materia orgánica en olor)
LIMITE LIQUIDO > 50 - (IP = 25)	MH - CH (LIMO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD)
LIMITE LIQUIDO > 50 - (IP > 25)	CH (ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD)

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2487

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio			Clasificación de suelos				
			Símbolo de grupo	Nombre de Grupo			
Suelos de partículas gruesas. Más del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas. Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas limpias. Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada		
			$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada		
		Gravas con finos. Más del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa		
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa		
			Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo		
			Cumple los criterios para GW y GC	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla		
		Gravas limpias y con finos. Entre el 5 y el 12% pasa malla No. 200	Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo		
			Cumple los criterios para GP y GC	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla		
	Arenas. El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias. Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada		
			$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada		
		Arenas con finos. Más del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa		
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa		
		Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo			
		Cumple los criterios para SW y SC	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla			
Suelos de partículas finas. El 50% o más pasa la malla No. 200	Limos y arcillas. Limite Liquido menor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad		
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad		
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0,75	OL	Arcilla orgánica		
			Limite liquido - no secado		Limo orgánico		
	Limos y arcillas. Limite Liquido mayor que 50	Inorganicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad		
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad		
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0,75	OH	Arcilla orgánica		
			Limite liquido - no secado		Limo orgánico		
			Suelos altamente orgánicos		Principalmente materia orgánica de color oscuro	PT	Turba

Anexo B. Clasificación de suelos AASHTO

DIVISION GENERAL		Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM # 200)						Materiales Limo - arcillosos (más del 35% por el tamiz ASTM # 200)					
GRUPO		A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
Subgrupo		A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5	A - 7 - 6
ANALISIS GRANULOMETRICO (% que pasa por cada tamiz)													
Serie ASTM	# 10	≤ 50											
	# 40	≤ 30	≤ 50	≥ 51									
	# 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM # 40)													
Limite liquido			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≥ 41	≥ 41
	Índice de plasticidad	≤ 6		≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	(IP < LL - 30)	(IP > LL - 30)
INDICE DE GRUPO	0	0	0	≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 20	≤ 20				
TIPOLOGIA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos			
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA						ACEPTABLE A MALA						

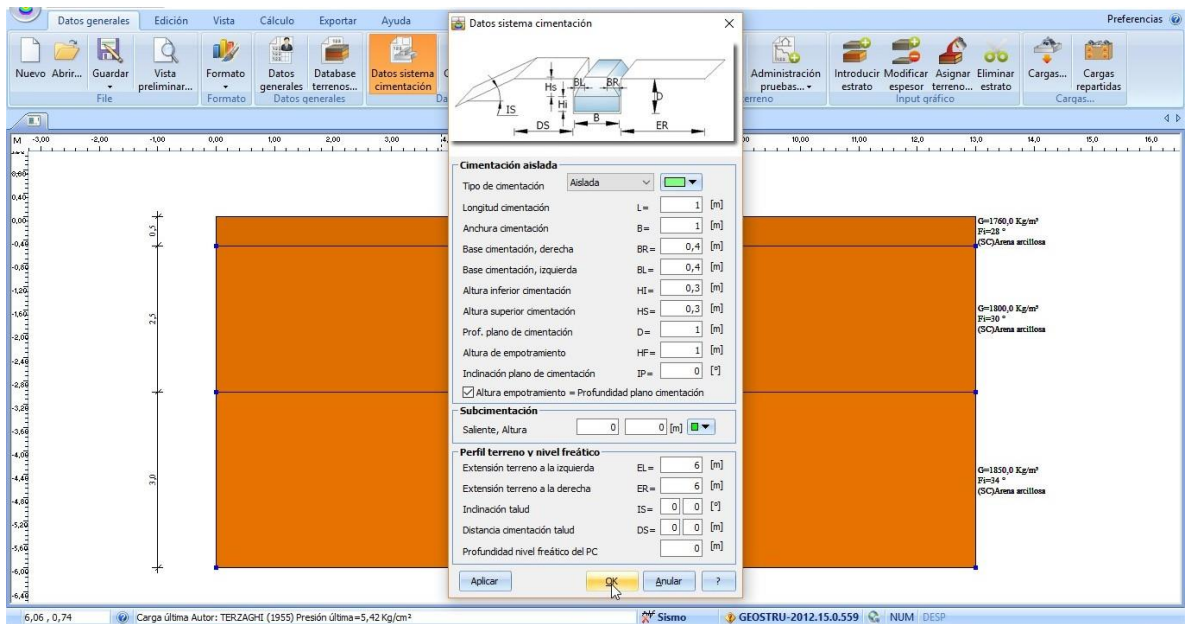
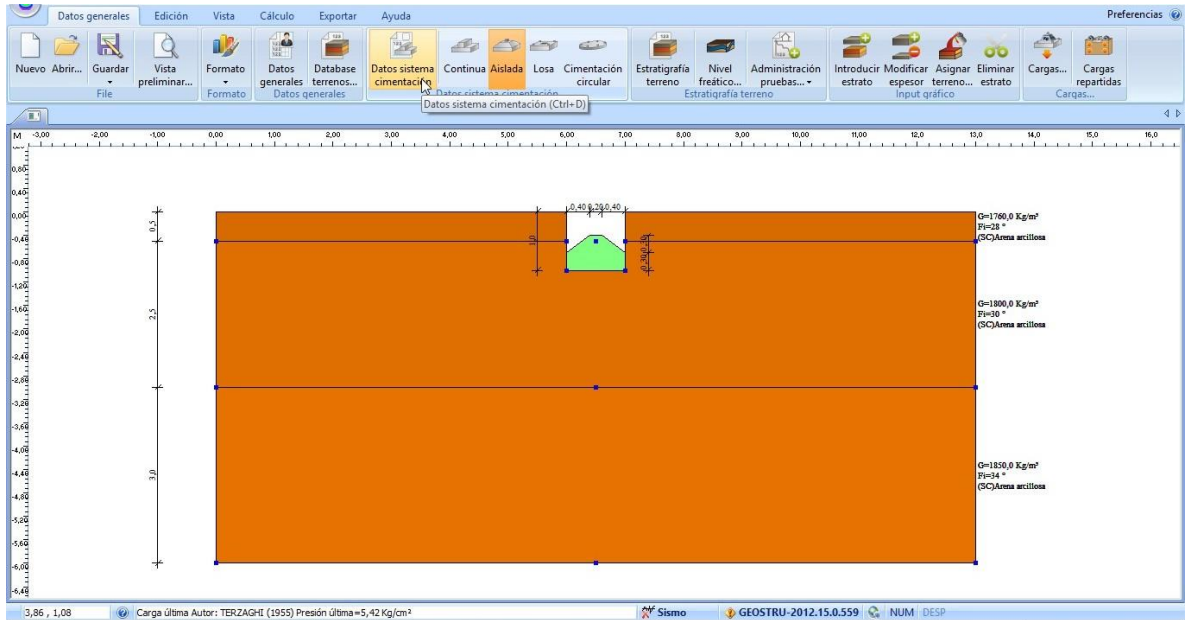
Anexo C. Correlación entre la compacidad en arenas y la consistencia en arcillas con el número de golpes S.P.T.

CORRELACION ENTRE LA COMPACIDAD EN ARENAS Y LA CONSISTENCIA EN ARCILLAS CON EL NUMERO DE GOLPES S.P.T.

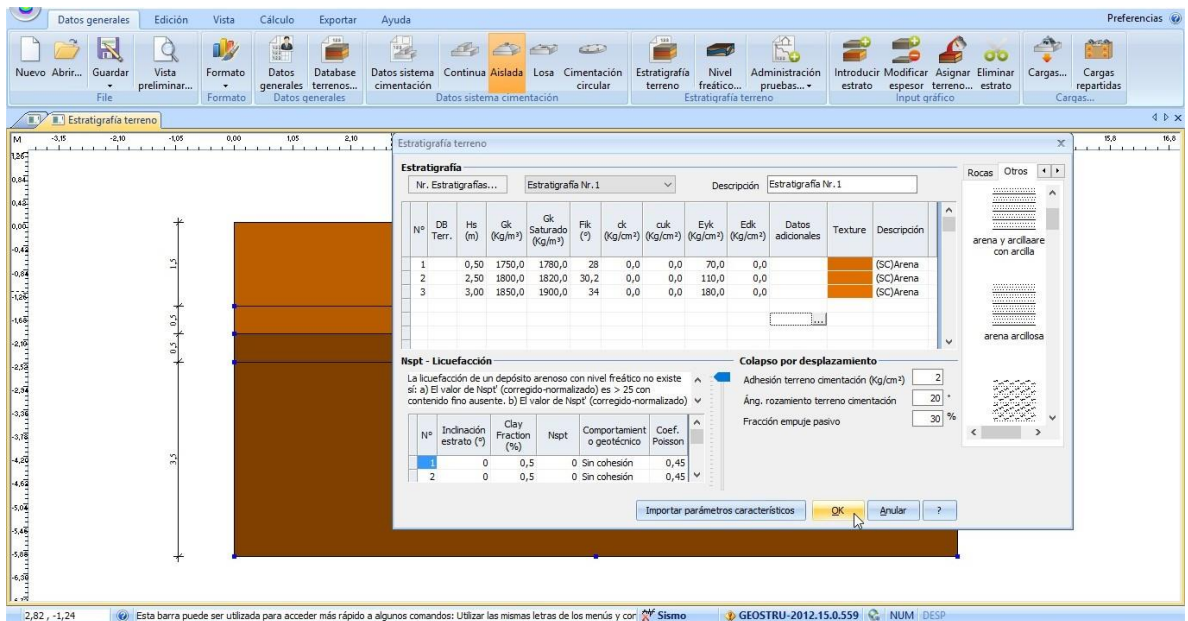
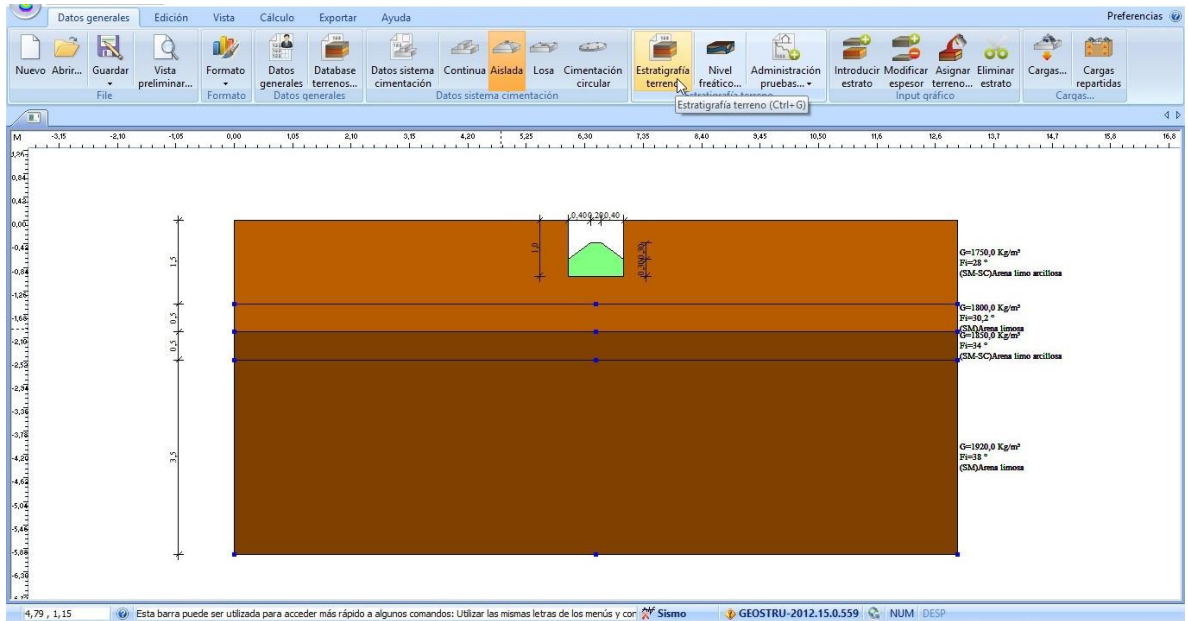
ARENAS (BASTANTE SEGURA)		ARCILLAS (RELATIVAMENTE INSEGURA)	
NUMERO DE GOLPES POR 50 Cm-N	COMPACIDAD RELATIVA	GOLPES POR 50 Cm - N	CONSISTENCIA
0 - 4	MUY SUELTA	MENOS DE 2	MUY BLANDA
4 - 10	SUELTA	2 - 4	BLANDA
10 - 30	MEDIA	4 - 8	MEDIA
30 - 50	DENSA	8 - 15	FIRME
MAS DE 50	MUY DENSA	15 - 30	MUY FIRME
		MAS DE 30	DURA

Anexo D. Ejemplo de modelación de zapata aislada (capacidad portante y asentamientos)

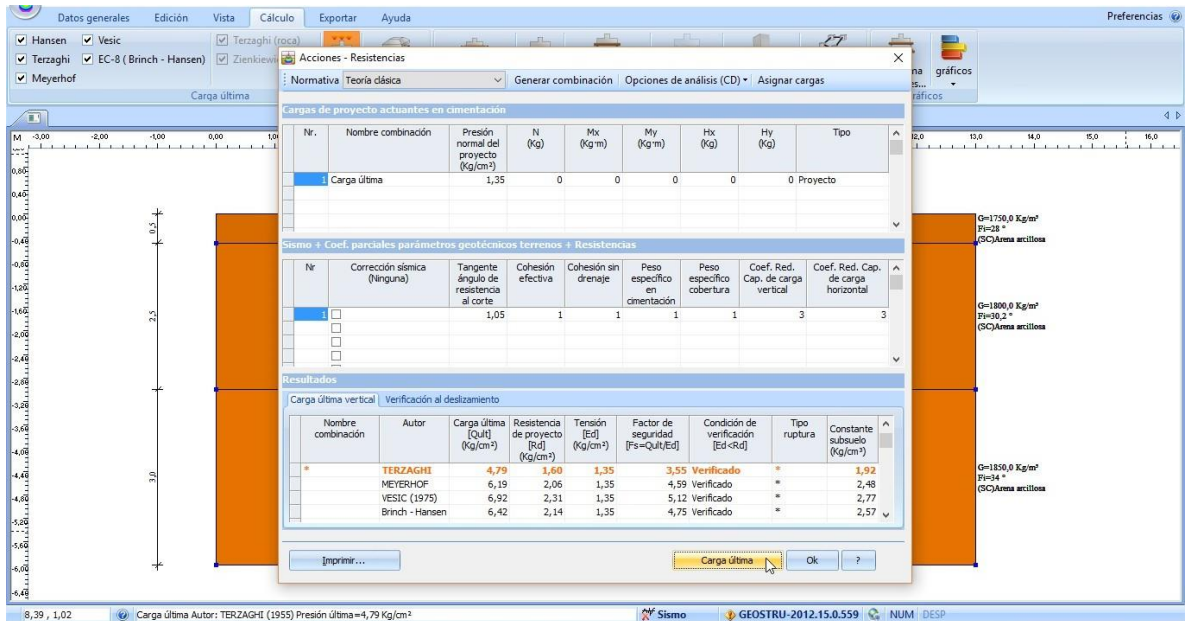
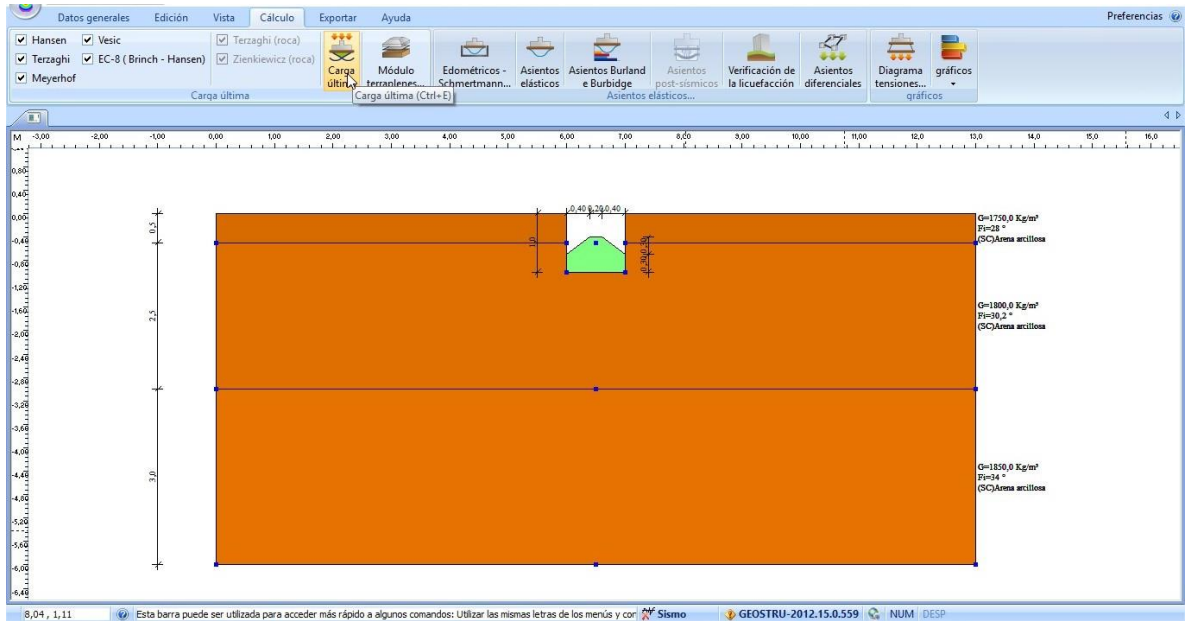
Datos de cimentación



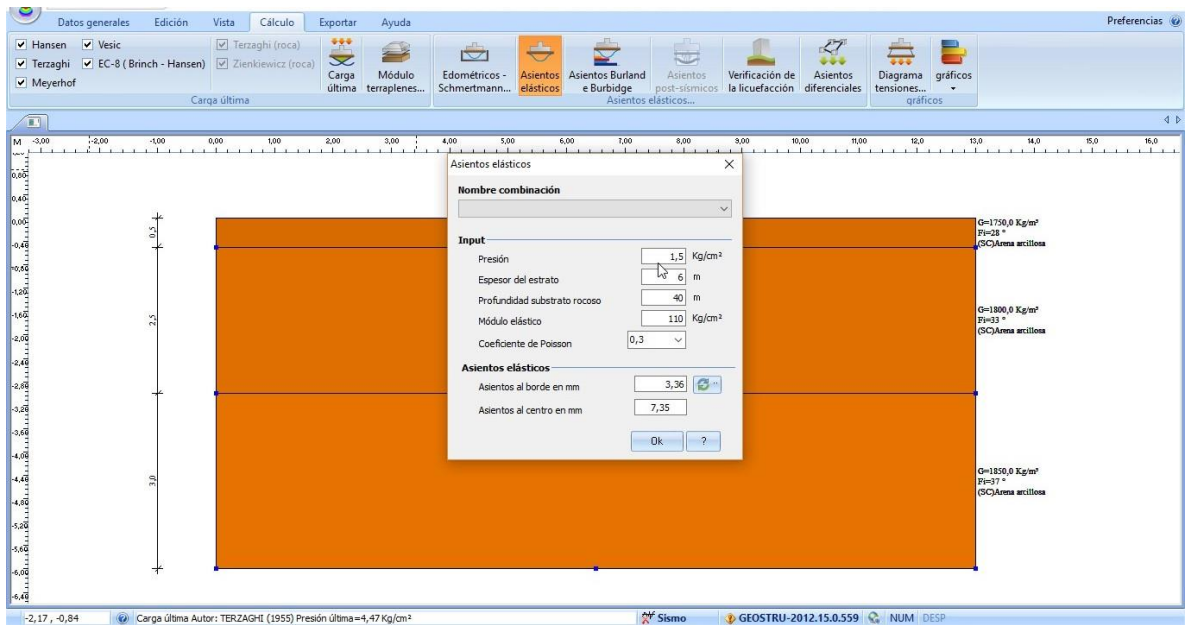
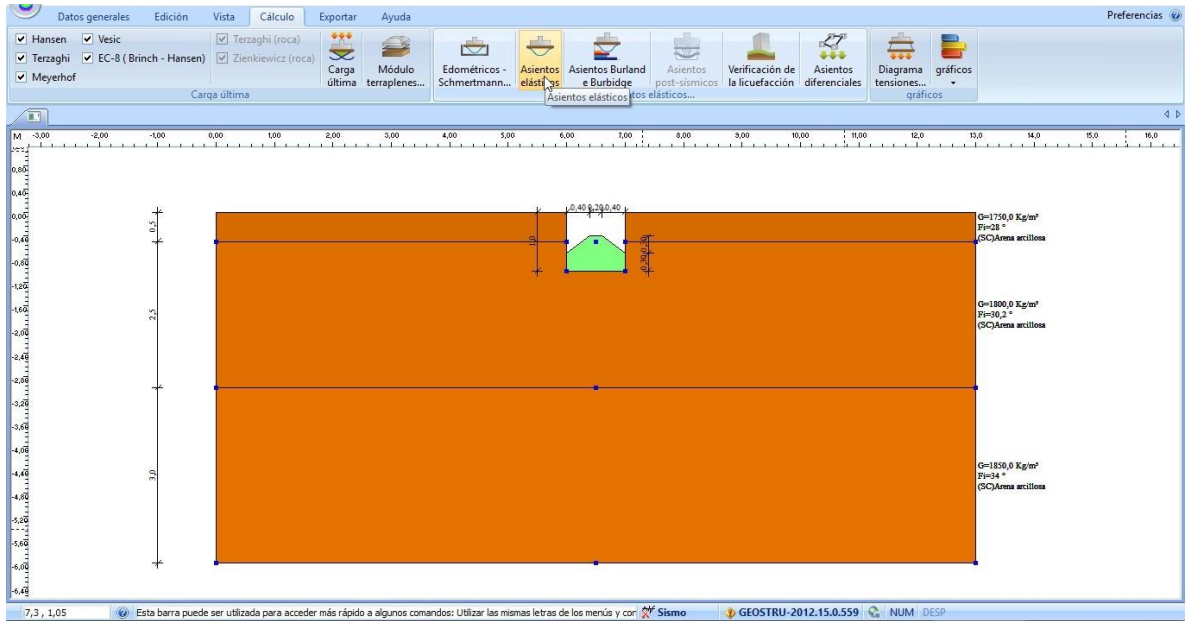
Parámetros geotécnicos



Cálculo de carga última



Cálculo de asentamientos



Anexo E. Formatos de ensayos para diseño de mezcla de concreto

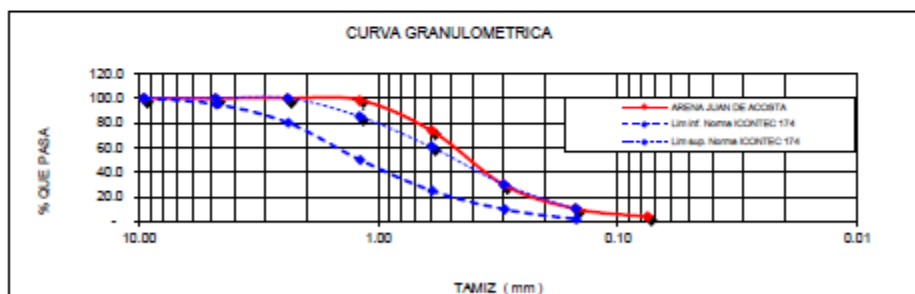
Granulometría agregado fino

GRANULOMETRIA Norma: INV E-123	
---------------------------------------	--

Proyecto:	Empresa:
Fecha:	Solicita:
Descripción del material: Arena de color amarillo.	
Procedencia del material:	

PESO DE LA MUESTRA :	808.9	MODULO DE FINURA :	1.89
-----------------------------	-------	---------------------------	------

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm	NORMA ICONTEC 174
3/8 "	0.0	0.00	100.00	9.51	100.0
No 4	0.0	0.00	100.00	4.75	95-100
No 8	0.0	0.00	100.00	2.38	80-100
No 16	13.1	1.62	98.38	1.19	50-85
No 30	203.5	25.16	73.22	0.595	25-60
No 50	353.7	43.73	29.50	0.297	10-30
No 100	154.7	19.12	10.37	0.149	2-10
No 200	51.8	6.40	3.97	0.075	0-0
Fondo	32.1	3.97	0.00		
Suma Tamiz	776.8				



 Ingeniero Diana Peñalosa.

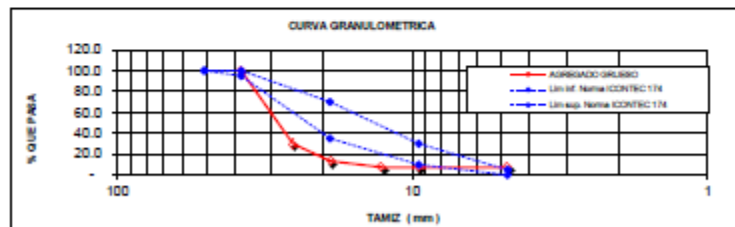
 Jefe de Laboratorio Eliana Rojas.

Granulometría agregado grueso

GRANULOMETRIA Norma: INV E-123	
--------------------------------	--

Proyecto:	Empresa:
Fecha:	Solicitó:
Descripción Del Material: Grava amarilla con vetas blancas	
Procedencia del material:	

PESO DE LA MUESTRA :		TAMAÑO MAXIMO =		1 1/2"	
3,034.00		TAMAÑO MAXIMO NOMINAL =		1 1/2"	
Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm	NORMA ICONTEC 174
3"	0.0	0.00	100.00	76.1	
2"	0.0	0.00	100.00	50.8	100
1 1/2"	0.0	0.00	100.00	38.1	25-100
1"	2125.9	70.07	29.93	25.4	
3/4"	502.4	16.56	13.37	19.0	35-70
1/2"	190.5	6.28	7.42	12.7	
3/8"	7.5	0.25	7.17	9.51	10-30
No 4	2.2	0.07	7.10	4.75	0-5
No 5	4.4	0.15	6.95	2.36	
No16	4.4	0.15	6.81	1.190	
No 30	12.8	0.42	6.39	0.595	
No 50	21.0	0.69	5.70	0.297	
No 100	20.2	0.67	5.03	0.149	
No 200	12.0	0.40	4.63	0.075	
Fondo	140.5	4.63	0.00		
Suma Tamiz	2893.4				
FONDO	140.5				




Diana Rojas P.

Ingeniero Diana Peñalosa.

Eliana Rojas

Jefe de Laboratorio Eliana Rojas.

Peso unitario agregado grueso

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO NORMA INVIAS E-217	
--	--

Proyecto: Fecha: Descripción Del Material: Grava amarillo con vetas blancas Procedencia del material:	Empresa: Solicita:
--	-----------------------

DATOS DE LABORATORIO

DIAMETRO DEL MOLDE (cm) =	15.45
ALTURA DEL MOLDE (cm) =	30.5
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) =	5718.0
PESO DEL MOLDE (grs) =	11115

MUESTRA	PESO MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTO (gr/cm ³)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm ³)
1	7819	7454	1.367	1.304
2	7673	7525	1.342	1.316
3	7778	7420	1.360	1.298
PROMEDIO=			1.3565	1.3057



Ingeniero Diana Peñaloza.



Jefe de Laboratorio Eliana Rojas.

Peso unitario agregado fino

PESO UNITARIO AGREGADO FINO
NORMA INVIAS E-217



Proyecto:

Empresa:

Fecha:

Solicitante:

Descripción del material: Arena de color amarillo.

Procedencia del material:

DATOS DE LABORATORIO


DIAMETRO DEL MOLDE (cm) =	15.45
ALTURA DEL MOLDE (cm) =	30.5
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) =	5718.0
PESO DEL MOLDE (grs) =	11115

MUESTRA	PESO MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTO (gr/cm ³)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm ³)
1	8177	6638	1.430	1.161
2	8157	6648	1.427	1.163
3	8088	6638	1.414	1.161
PROMEDIO=			1.4237	1.1614

Ingeniero Diana Peñaloza.

Jefe de Laboratorio Eliana Rojas.

Peso específico y absorción agregado grueso

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION AGREGADO GRUESO NORMA INVIAS E-223	
---	--

Proyecto: Fecha: Descripción Del Material: Grava amarillo con vetas blancas Procedencia del material:	Empresa: Solicita:
--	-----------------------

DATOS DE LABORATORIO	
Peso muestra seca grs. (A) -	1719.6
Peso de la muestra saturada superficialmente seca grs. (B) -	1774.9

$$\% \text{ DE ABSORCION} = \frac{B - A}{A} \times 100 \qquad \qquad \qquad \underline{\underline{\% \text{ ABS} = 3.216}}$$

DATOS DE LABORATORIO	
Peso de la muestra en el aire grs. (A) -	1719.6
Peso de la muestra saturada superficialmente seca grs. (B) -	1774.9
Peso en el agua, muestra saturada grs. (C) -	1067.1
Peso de la canastilla grs. -	500


$$\text{PESO ESPECIFICO APARENTE SECO (PEASEC)} = \frac{A}{B - C} \text{ gr/cm}^3 \qquad \underline{\underline{\text{P.E.A.SEC} = 2.429}}$$

$$\text{PESO ESPECIFICO APARENTEMENTE SATURADO (PEASAT)} = \frac{BA}{B - C} \text{ gr/cm}^3 \qquad \underline{\underline{\text{P.E.A.SAT} = 2.508}}$$

$$\text{PESO ESPECIFICO NOMINAL} = \frac{A}{A - C} \text{ gr/cm}^3 \qquad \underline{\underline{\text{P.E.NOM} = 2.635}}$$




 Ingeniero Diana Peñaloza.



 Jefe de Laboratorio Eliana Rojas.

Peso específico y absorción agregado fino

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION AGREGADO FINO NORMA INVIAS E-222	
---	--

Proyecto:	Empresa:
Fecha:	Solicita:
Descripción del material: Arena de color amarillo.	
Procedencia del material:	

DATOS DE LABORATORIO			
ENSAYOS	1	2	PROM
Peso en el aire, Muestra seca grs. (A) =	493.0	493.0	493.0
Peso de la muestra saturada superficialmente seca grs. (B) =	500.0	500.0	500.0
Peso del volumen de agua adicional grs. (C) =	308.0	308.9	308.5
Volumen frasco volumétrico cm3 (D) =	500	500	500

$$\text{PESO ESPECIFICO APARENTE SECO (PEASEC)} = \frac{A}{(D - C - (B-A))} \text{ gr/cm}^3 \quad \underline{\underline{\text{P.E.A.SEC} = 2.671}}$$

$$\text{PESO ESPECIFICO APARENTEMENTE SATURADO (PEASAT)} = \frac{BA}{D - C} \text{ gr/cm}^3 \quad \underline{\underline{\text{P.E.A.SAT} = 2.610}}$$

$$\text{PESO ESPECIFICO NOMINAL (Bulk)} = \frac{A}{D - C} \text{ gr/cm}^3 \quad \underline{\underline{\text{P.E.NOM} = 2.574}}$$

$$\% \text{ DE ABSORCION} = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad \underline{\underline{\% \text{ ABS} = 1.420}}$$

Diana Peñaloza

Ingeniero Diana Peñaloza.

Eliana Rojas

Jefe de Laboratorio Eliana Rojas.

Mezcla gráfica

GRANULOMETRIA COMBINADA

Proyecto: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 3000 PSI

Empresa:

Localización:

Solicitante:

Fecha:

MATERIALES PARA LA MEZCLA

MATERIAL A (AGREGADO GRUESO):

Descripción: Grava de color amarillo con vetas blancas.

Procedencia: Cantero Los Ochos.

MATERIAL B (AGREGADO FINO):

Descripción: Arena, de color amarillo.

Procedencia: Cantero Los Ochos.

GRANULOMETRIA

TAMIZ	LIMITES PROPUESTOS	PORCENTAJE QUE PASA		MATERIAL COMBINADO
		GRAVA	ARENA	
1 1/2"	100	100.00	100.00	100
1"	80-87	29.93	100.00	60.06
3/4"	68-79	13.37	100.00	50.62
1/2"	55-68	7.42	100.00	47.23
3/8"	47-62	7.17	100.00	47.09
No 4	32-48	7.10	100.00	47.05
No 8	22-38	6.95	100.00	46.96
No 16	15-30	6.81	98.38	46.19
No 30	10-23	6.39	73.22	35.13
No 50	7-18	5.70	29.50	15.93
No 100	5-14	5.03	10.37	7.33

