

**INFORME FINAL DE PASANTIA  
PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN “ESTUDIOS DE SUELOS  
PARA CIMENTACIONES, LICITACIONES, SERVICIO DE LABORATORIO,  
PERFORACION Y TRABAJOS VARIOS” EN LA EMPRESA “CITEC LTDA.  
INGENIERÍA Y GEOTECNIA”.**



**PRESENTADO POR:  
ANDREA JESSENIA ROSERO ORTEGA  
Cód. 04102092**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
POPAYÁN-CAUCA  
2016**

**INFORME FINAL DE PASANTIA  
PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN “ESTUDIOS DE SUELOS  
PARA CIMENTACIONES, LICITACIONES, SERVICIO DE LABORATORIO,  
PERFORACION Y TRABAJOS VARIOS” EN LA EMPRESA “CITEC LTDA.  
INGENIERÍA Y GEOTECNIA”.**



**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL  
MODALIDAD PASANTÍA**

**PRESENTADO POR:  
ANDREA JESSENIA ROSERO ORTEGA  
Cód. 04102092**

**DIRECTOR:  
ING. CARLOS ALBERTO BENAVIDES BASTIDAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
POPAYÁN-CAUCA  
2016**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y jurado de la Práctica Profesional, PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN “ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES, LICITACIONES, SERVICIO DE LABORATORIO Y PERFORACION Y TRABAJOS VARIOS” EN LA EMPRESA “CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia”, una vez evaluado el informe final y la sustentación del mismo, autorizan a la egresada para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

\_\_\_\_\_  
Director de pasantía.

\_\_\_\_\_  
Jurado 1

\_\_\_\_\_  
Jurado 2

Popayán \_\_\_\_\_ de Febrero de 2016



**CONTENIDO**

1.	TITULO DE LA PASANTIA .....	7
2.	INTRODUCCION .....	8
3.	OBJETIVOS.....	9
	3.1 Objetivo general.....	9
	3.2 Objetivos específicos .....	9
4.	INFORMACIÓN GENERAL .....	11
	4.1 Nombre del pasante.....	11
	4.2 Entidad receptora .....	11
	4.3 Tutor por parte de la Universidad del Cauca .....	13
	4.4 Tutor por parte de la empresa receptora.....	13
	4.4 Duración de la pasantía .....	14
	4.5 Descripción general del proyecto en el cual se desarrolló la pasantía... 14	
5.	ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL PERIODO DE LA PASANTIA.14	
	5.1 Introducción.....	14
	5.2 Trabajo de campo: .....	15
	5.2.1 Supervisión y acompañamiento a control de obras viales.....	16
	5.2.2 Ensayo de penetración estándar (SPT).....	16
	5.3 Trabajo de oficina.....	19
	5.3.1 Procesamiento de datos.....	19
	5.3.2 informes de estudios de suelos.....	20
	5.3.3 Elaboración de informes de estudios de suelos: .....	22
	5.3.4 Herramientas teóricas utilizadas frecuentemente en el transcurso de la pasantía:.....	28
	5.4 Participación en la elaboración de licitaciones .....	30
	5.5 Trabajos varios .....	37
	5.6...Implementación de herramientas computacionales en la elaboración de tablas de cálculo para procesamiento e interpretación de los datos.....	38
6	CONCLUSIONES.....	46
7	BIBLIOGRAFIA .....	477



**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Cálculo de la propuesta económica para el proceso de selección de mínima cuantía No. PSMC-SUA-CAU-033-2015. ....	33
Tabla 2 Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la capacidad portante de un suelo friccionante sin presencia de nivel freático, según Terzaghi.....	39
Tabla 3. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la capacidad portante de un suelo friccionante afectada por la presencia de nivel freático, según Terzaghi. ....	40
Tabla 4. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de factores de seguridad al deslizamiento y volcamiento de un muro de contención de lixiviados sobre un suelo cohesivo friccionante. ....	41
Tabla 5. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la Capacidad de carga de un suelo cohesivo, según Skempton con cimentaciones de tipo zapata individual. ....	42
Tabla 6. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la Capacidad de carga de un suelo cohesivo, según Skempton con cimentaciones de tipo zapata corrida. ....	43
Tabla 7. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la Capacidad de carga de un suelo cohesivo estratificado, según Skempton con cimentaciones de tipo losa. ....	44
Tabla 8 Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la Capacidad de carga por la punta de pilares preexcavados fundidos “in situ” en un suelo estratificado, según Meyerhoff. ....	45



**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 Logo de la empresa..... 11  
Figura 2 Instalaciones de la empresa..... 12  
Figura 3 Curado de Cilindros de concreto 12  
Figura 4 Instalaciones del laboratorio..... 13  
Figura 5 Realización del sondeo número dos, CIC Silvia; 13-01-2016. .... 18  
Figura 6 Calle 67 18N-21; Bello Horizonte-Popayán; 21-01-2016..... 18  
Figura 7 Formato de recolección de información del ensayo de penetración  
estándar..... 19



## **1. TITULO DE LA PASANTIA**

PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN “ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES, LICITACIONES, SERVICIO DE LABORATORIO, PERFORACION Y TRABAJOS VARIOS” EN LA EMPRESA “CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia”.



## 2. INTRODUCCION

La Universidad del Cauca en la resolución N° 820 de 2014 emitido por la Facultad de Ingeniería Civil, establece el trabajo de grado como requisito para adquirir el título de Ingeniero Civil. La Universidad Del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, reglamenta tres modalidades: Trabajo de Investigación, **Pasantía o Práctica Empresarial** y Práctica Social.

Para el desarrollo del trabajo de grado se seleccionó el modelo de pasantía o práctica empresarial, con el ánimo de aplicar el conocimiento adquirido en el proceso de formación universitaria bajo la guía y supervisión de una empresa legalmente constituida y con amplia trayectoria en su campo, dado que dicha modalidad permite un desarrollo integro en la formación como Ingeniero Civil.

Por lo anterior y gracias al convenio establecido entre la Universidad del Cauca y la empresa CITEC Ltda, es posible realizar la participación y acompañamiento como auxiliar de ingeniería civil, en actividades que la empresa requiere en el transcurso del tiempo de pasantía, en áreas específicas como geotécnia, desarrollando estudios de suelos para cimentaciones, ejercicio de licitaciones, servicio de laboratorio y perforación,

El presente documento contempla información sobre las labores realizadas en el transcurso de la pasantía.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Participar como auxiliar de ingeniería civil en la prestación de servicios integrales relacionados con obras civiles a empresas consultoras, interventoras, proveedores de materiales, entidades públicas, etc. Mediante control de calidad en obra, estudios de suelos, diseño de estructuras de pavimentos, control de calidad de materiales para la construcción y servicio de laboratorio y perforación.

#### 3.2 Objetivos específicos

- i. Participar en la elaboración de informes de los estudios de suelos realizados para la construcción de distintas edificaciones y estructuras viales, confrontar algunos conocimientos teóricos adquiridos en la universidad y su posible aplicación a cada eventualidad tendiente a dar soluciones en el campo de las cimentaciones, en coordinación con el tutor por parte de la empresa.
- ii. Apoyar la organización de propuestas para procesos licitatorios de selección que involucran obras civiles.
- iii. Participar en la recolección y procesamiento de información de trabajo de campo, en ensayos de penetración estándar SPT, control de compactación en conformación de rellenos y materiales estructurales de vías urbanas y rurales.
- iv. Supervisar y presentar adecuada y claramente algunos resultados del servicio de laboratorio.



- v. Utilizar herramientas computacionales, para la elaboración de informes de resultados, de tal manera que estos ayuden a agilizar el procesamiento de datos y la interpretación de los mismos.
- vi. Presentar un informe final de acuerdo a lo estipulado por la Universidad del Cauca y adicionalmente realizar la sustentación, socializando en forma general el desarrollo de la pasantía.



## 4. INFORMACIÓN GENERAL

### 4.1 Nombre del pasante

Andrea Jessenia Rosero Ortega.

### 4.2 Entidad receptora



Figura 1 Logo de la empresa

- **Razón Social:** es una empresa dedicada a la prestación de diferentes servicios integrales relacionados con obras civiles, brindando un servicio responsable, oportuno y de calidad.
- **Gerente:** Hugo Daza Delgado, Geotecnólogo e Ingeniero Civil, especialista en Vías de la Universidad del Cauca.

**CITEC Limitada.** Ingeniería y Geotecnia es una empresa dedicada a la prestación de servicios integrales relacionados con obras civiles; fue creada legalmente el 26 de Marzo de 1996 e identificada con el NIT. 8170001624-4. Radicada en la ciudad de Popayán – Cauca, es una empresa que ha logrado posicionarse en este campo brindando un servicio oportuno y de calidad apoyado por una planta de personal egresado de la Universidad del Cauca y



un grupo de colaboradores formados por esta empresa por más de 15 años. En la figura 1 se observa el logo de la empresa.

**Misión:**

CITEC LTDA Ingeniería y Geotecnia es un laboratorio de suelos, concretos, pavimentos y materiales dedicado al estudio de suelos, diseño de pavimentos y servicio de laboratorio y perforación, que cuenta con el personal idóneo, instalaciones adecuadas y los recursos tecnológicos, para mejorar continuamente todos sus procesos mediante un servicio calificado, a tiempo y en cualquier tiempo; de esta forma pretendemos proveer la información adecuada que permita tomar decisiones prontas de acuerdo a las necesidades de la obra.

**Visión:**

CITEC LTDA Ingeniería y Geotecnia en el año 2015 será reconocida por la calidad de sus servicios, su cobertura a nivel nacional y sus aportes al gremio de la consultoría, la construcción y la ingeniería en general.

Ubicada en uno de los barrios más representativos de la ciudad de Popayán, Cauca, las instalaciones cuentan con la capacidad para albergar tanto equipos de laboratorio como muestras que llegan al laboratorio para su procesamiento.



Figura 2 Instalaciones de la empresa





Figura 3 Curado de Cilindros de concreto



Figura 4 Instalaciones del laboratorio

En las figuras 2, 3 y 4 se observa algunas fotografías de las instalaciones del laboratorio de la empresa.

#### 4.3 Tutor por parte de la Universidad del Cauca

Ing. Carlos Alberto Benavides Bastidas

#### 4.4 Tutor por parte de la empresa receptora

Ing. Hugo Edmundo Daza Delgado  
Gerente general

Ing. Juana Carolina Daza Andrade  
Ingeniera de gestión integral de calidad



#### 4.4 Duración de la pasantía

La modalidad adoptada tiene una duración mínima de 640 horas como requisito de trabajo de grado; Inició en el mes de agosto del 2015, y terminando en el mes de febrero de 2016.

#### 4.5 Descripción general del proyecto en el cual se desarrolló la pasantía

El trabajo de grado en la modalidad de práctica profesional se desarrolló bajo la supervisión y guía de la empresa CITEC Limitada Ingeniería y Geotecnia. Las actividades desarrolladas junto con la empresa para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se realizaron de manera objetiva en el transcurso del tiempo propuesto; sin mayores dificultades, aprovechando de la manera más óptima la oportunidad presentada, fortaleciendo los conocimientos y la experiencia para la formación integral.

### 5. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL PERIODO DE LA PASANTIA.

#### 5.1 Introducción

Lo que se planteó al inicio de la pasantía mediante el trabajo como auxiliar de ingeniería civil, fue desarrollar actividades como estudios de suelos, diseño de estructuras de pavimentos, control de calidad de materiales para la construcción y servicio de laboratorio y perforación.

Fue posible la participación en la empresa como auxiliar de ingeniería civil y geotecnia en aspectos como la elaboración de estudios de suelos desde el inicio en



trabajo de campo hasta la entrega del informe; participación en el proceso de elaboración de propuestas de contratos por la modalidad de mínima cuantía; se ofreció el servicio de laboratorio y perforación y se brindó colaboración en actividades varias que la empresa requirió en determinados momentos.

Se obtuvo experiencia en el manejo de personal y recursos económicos durante el trabajo de campo, se interactuó con diferentes personas durante el transcurso de trabajos solicitados, se puso en práctica los conocimientos adquiridos en la universidad y se pudo constatar que durante el proceso académico se adquirió la destreza para que en el momento en que se requiera aprender cosas nuevas se tenga la capacidad de involucrarse e investigar sobre distintos temas con el objetivo de conocerlos.

## **5.2 Trabajo de campo:**

Supervisión en exploración, perforación y servicio de laboratorio en distintas actividades pedidas a la empresa por parte de diferentes personas o empresas.

Atendiendo a determinada necesidad en nombre de la firma CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia, a solicitud del interesado, se realizaron procedimientos para conocer la capacidad portante y las propiedades físico-mecánicas de suelos como requisito técnico y legal para la construcción de distintas obras; durante este proceso se desarrollaron las siguientes actividades:



### 5.2.1 Supervisión y acompañamiento a control de obras viales.

Durante la etapa de pasantía, en determinado momento, fue requerido el servicio de acompañamiento, supervisión y ayuda en los procesos de conformación, compactación de sub rasante, capas granulares y proceso de extendido de capas de rodadura tipo mezcla densa en caliente. Además de la recolección de muestras y toma de información para caracterización de materiales y determinación de porcentaje del contenido de asfalto.

### 5.2.2 Ensayo de penetración estándar (SPT).

Para efectos de reconocer el suelo de fundación, se programó la realización de sondeos distribuidos de manera sistemática de tal manera que permitan corroborar la orientación y secuencia de la estratigrafía, además de los parámetros físico-mecánicos que definen las características del suelo de fundación y la capacidad de soporte del mismo para diseño y estructuración de los elementos de cimentación. Todo esto, bajo las especificaciones y normatividad que rige el capítulo H de la Norma de Diseño Sismo Resistente NSR10 y algunos ensayos de materiales bajo la norma ASTM y del Instituto Nacional de Vías

Para la ejecución de la exploración se utilizaron equipos de perforación manual hasta alcanzar profundidades solicitadas o hasta el rechazo del suelo, utilizando “cuchara partida”, barrenos helicoidales para el avance y reconocimiento del perfil y tubo “shelby” para recuperación de muestras tipo inalterada con el fin de realizar el ensayo de compresión inconfina. De igual manera se seleccionó y recolectó rotulando debidamente las muestras recuperadas a diferentes profundidades para efectos de elaborar los ensayos clasificatorios y de caracterización físico- mecánica de los materiales.



Algunos de estos estudios sobre los cuales se realizó trabajos de geotecnia previa inspección del sitio y necesidad del cliente quien muestra el objeto proyecto de los mismos, se describen a continuación:

- i. Estudio de suelos para construcción de una edificación en la carrera 6 N°7n-45 del barrio Bolívar, municipio de Popayán (versión 1 y 2), (versión 1 con 5 plantas y un sótano; versión 2 con tres plantas).
- ii. Estudio de suelos de verificación para construcción de un centro de integración comunitaria (CIC), calle 19 entre carreras 2a y 3ª barrio Las Delicias, municipio de Silvia-Cauca. Ver Figura N°5.
- iii. Estudio de suelos para construcción de una edificación de 3 plantas (la nota musical), calle 6 N°7-18 Centro, municipio de Popayán.
- iv. Estudio de suelos para construcción de una edificación de 5 plantas, calle 67 18N-21 barrio Bello Horizonte, municipio de Popayán-Cauca. Ver Figura N°6.





Figura 5 Realización del sondeo número dos, CIC Silvia; 13-01-2016.

**Fuente,** El autor.



Figura 6 Calle 67 18N-21; Bello Horizonte-Popayán; 21-01-2016.

**Fuente,** El autor.



5.3 Trabajo de oficina.

5.3.1 Procesamiento de datos.

Mediante la utilización de formatos elaborados por la empresa, durante la pasantía se colaboró en la organización de información para la posterior elaboración de informes.

- Procesamiento de datos de información recolectada en ensayos SPT:

Durante la exploración de campo se toma apuntes en medios físicos, los cuales posteriormente requieren ser digitalizados, de tal manera que se plasme toda la información observada en el sitio de estudio, para lo cual se manejan formatos como el que se indica a continuación en la figura N°7.

<b>EXPLORACION Y MUESTREO EN EL CAMPO</b>						<b>Código:</b>	CT-EMC-CE01	
						<b>Versión:</b>	1	
						<b>Páginas:</b>	1 de 1	
<b>NORMAS REFERENCIA:</b>	INV E-101-07					<b>Fecha Creación Formato:</b>	12-mar-2012	
<b>FECHA:</b>						<b>ODS Nº:</b>		
<b>PROYECTO:</b>						<b>SONDEO Nº :</b>		
<b>SECTOR:</b>						<b>PROFUNDIDAD (m):</b>		
<b>MUNICIPIO :</b>						<b>FECHA :</b>		
<b>SOLICITÓ:</b>						<b>HOJA :</b>		
<b>UBICACIÓN:</b>								
PROFUNDIDAD	MUES	GOLPES/(6")			N45	RECO %	DESCRIPCION DEL MATERIAL (VISUAL)	%W
m	COLUMNA	#	1	2				
0.00								
0.15								
0.30								
0.45								
0.60								
3.90								
4.05								
4.20								
4.35								
4.50								
4.65								
4.80								
4.95								
<b>OBSERVACIONES:</b>								

Figura 7 Formato de recolección de información del ensayo de penetración estándar.

Fuente, CITEC Ltda.



➤ Procesamiento de datos de resultados de laboratorio:

Resultados de ensayos clasificatorios y de caracterización físico- mecánica de las muestras de materiales recolectadas y rotuladas en campo, recuperadas a diferentes profundidades para efectos de conocer las características tales como: límites de consistencia, contenido de humedad, resistencia del suelo, granulometría etc. Interpretación y correcciones de datos a que hubiere lugar, e implementación de criterios para con la información recolectada emitir la solución, conclusión y observaciones del propósito o fin de cada uno de los proyectos encomendados; además, de servicios de laboratorio en resistencia de concretos, cuando se obtienen los resultados de los ensayos de rotura de las muestras cilíndricas.

### 5.3.2 informes de estudios de suelos.

Como resultado final de los estudios de suelos, se debe presentar un informe a la persona que solicita el estudio.

Los términos del informe se fundamentan únicamente en los resultados de los trabajos de campo y laboratorio; generalmente no se cuenta con los diseños y cargas transmitidas por la estructura, ni con el modelo de estructura ya sea del tipo aporticado, mampostería estructural, en concreto, metálica u otra.

#### Los estudios de suelos realizados bajo la supervisión del tutor fueron:

- i. Estudio de suelos para construcción de edificación en la carrera 6 N°7N-45 del barrio Bolívar, municipio de Popayán (versión 1: 5 plantas y un sótano-se recomendó pilares pre excavados fundidos “in situ” 1.1x4 m).



- ii. Estudio de suelos para construcción de edificación en la carrera 6 N°7N-45 del barrio Bolívar, municipio de Popayán (versión 2: 3 plantas, se recomendó losa de cimentación).
- iii. Estudio de suelos para construcción de tanques de almacenamiento de agua potable, PTAP Santa Leticia en el corregimiento de Santa Leticia, municipio de Puracé – cauca (se recomendó losa de cimentación).
- iv. Estudio de suelos para construcción de edificación para restaurante–bar ubicado en la carrera 9 N°14 norte-1 en el municipio de Popayán.
- v. Estudio de suelos para construcción de tanques de almacenamiento de agua potable, PTAP Mesa de Belalcázar, municipio de Belalcázar – cauca.
- vi. Estudio de suelos para la remodelación de la alcaldía del municipio de Corinto-cauca.
- vii. Estudio de suelos para la construcción de una zona de disposición de materiales de escombros (ZODME) en Guanacas, zona rural del municipio de Inzá-Cauca.
- viii. Estudio de suelos para fundaciones del proyecto urbanístico Hacienda Yambitará, primera etapa (versión 2: zapatas aisladas para diferentes cargas puntuales). popayan, cauca.
- ix. Estudio de suelos para construcción de tanques de almacenamiento de agua potable, proyecto PTAP en el sector La Estrella, vereda La Betulia, municipio de Toribio – Cauca.

- x. Participación - Estudio de suelos para la construcción de un muro de contención en concreto reforzado para polideportivo en la vereda Guayabal en el municipio de Inzá-Cauca.
- xi. Estudio de suelos de verificación para construcción de un Centro de Integración Comunitaria (CIC), calle 19 entre carreras 2a y 3ª barrio las Delicias, municipio de Silvia-Cauca.
- xii. Estudio de suelos para construcción de una edificación de 3 plantas (la nota musical), calle 6 N°7-18 Centro, municipio de Popayán.
- xiii. Estudio de suelos para construcción de una edificación de 5 plantas, calle 67 18n-21 barrio Bello Horizonte, municipio de Popayán-Cauca.

### 5.3.3 Elaboración de informes de estudios de suelos:

Se tuvo la oportunidad de conocer los ítems y la metodología para la elaboración de los informes de un estudio de suelos, el cual contempla los siguientes aspectos:

#### i. Introducción

Se consigna la información general del sitio en estudio, la dirección del lote, la necesidad que justifica el estudio, el nombre de la persona que solicita y el tipo o tamaño de la obra a construir.

#### ii. Objetivos

Las labores exploratorias y de laboratorio tienen como objetivos los siguientes:

- Conocer mediante la exploración por el sistema de sondeos la estratigrafía del lugar, ubicar posibles fallas en el subsuelo, y

definir posibles soluciones a los procesos constructivos donde va a cimentarse la construcción.

- Recuperar muestras de suelo de cada estrato encontrado con el fin de realizar sobre cada uno, los ensayos de laboratorio pertinentes y conocer las propiedades físico - mecánicas tales como: límites de consistencia, contenido de humedad, resistencia del suelo, etc.
- Interpretar los resultados de laboratorio y obtener conclusiones objetivas que permitan realizar los análisis para el diseño de la cimentación y hacer las respectivas observaciones.
- Detectar la profundidad del nivel de aguas freáticas, si éste existe.
- Recomendar el tipo de fundación más apropiado y algunos detalles en los procesos constructivos pertinentes a la obra.

### iii. **Características del lugar y de la estructura a construir**

Se consigna la ubicación (dirección) del lote donde se construirá la edificación, si existen construcciones colindantes y las características como número de plantas, material y estado, y todas las características que a manera de observación se puedan recolectar. Se hace mención de las condiciones en que se encuentra el lugar, su estructura, estado, tamaño aproximado etc.

En relación con la estructura proyectada en el sitio de estudio, se indica el área aproximada, y se da una síntesis del conocimiento que se tenga con respecto al número de plantas, uso y demás información brindada por el solicitante.

Se anexan imágenes de localización y distancia tomando a Popayán como lugar de referencia, imágenes del aspecto general del lugar,



planta aproximada del lugar del estudio con la ubicación de los sondeos y construcciones vecinas.

**iv. Trabajo de campo**

Se indica el número de sondeos, profundidad alcanzada, el equipo de perforación utilizado para la ejecución de los sondeos, la forma de recolección de las muestras para realizar ensayos de clasificatorios y de caracterización físico – mecánica de los materiales, se indica la fecha de realización del trabajo de campo y la estratigrafía que caracteriza el suelo.

**v. Información global de la estratigrafía y propiedades mecánicas del sub-suelo:**

Se deduce una estratigrafía homogénea en donde se identifican los estratos más representativos, sus profundidades y resultados obtenidos de observación y laboratorio y se indica que todos los detalles observados en campo y obtenidos en laboratorio se pueden ver en los formatos contenidos en el anexo del informe, donde se registran las correspondientes características físico-mecánicas del suelo.

**vi. Análisis detallado**

Se describe en particular aquellos que son apreciables visualmente y de fácil identificación. Características de cada capa de suelo encontrado, sus propiedades físico- mecánicas tales como: límites de consistencia, contenido de humedad, resistencia del suelo, etc. Los





suelos de poca representación, se integran al perfil tipo deducido para diseño de la capacidad de soporte.

**vii. Nivel de aguas freáticas**

Si se encuentra nivel de aguas freáticas en los sondeos realizados se hace referencia a la profundidad a la que se encuentra.

**viii. Posible cimentación**

Se deduce un área homogénea de diseño y un perfil deducido, donde se detalla las características del suelo que servirá de cimentación y así determinar la capacidad de soporte. Se propone un cálculo tipo para el área homogénea, y mediante el uso de distintos tipos de cimentación, teniendo en cuenta las características del suelo de fundación, el tipo de edificación a construir, las edificaciones vecinas, etc, se realiza el cálculo de la capacidad portante del suelo.

Como generalmente no se conocen las cargas que se transmitirán al suelo, se hace una aproximación y se verifica con cada tipo de cimentación una capacidad admisible del suelo a determinada profundidad de desplante para luego poder hacer las respectivas recomendaciones.

Cuando se tienen las cargas que se transmitirán al suelo o el tipo de cimentación en construcción, simplemente se calcula la capacidad portante y se hacen las conclusiones al respecto.

Durante este proceso se pone en práctica los conocimientos adquiridos en la Universidad del Cauca y cuando se requiere, se



busca información; además se hacen distintas confrontaciones y se toman las decisiones más conservadoras posibles, pero sin exageraciones.

#### **ix. Conclusiones**

- Se establece la capacidad de carga admisible del suelo para la estructura en construcción teniendo un factor de seguridad de 3, la profundidad de desplante y la cimentación utilizada en el cálculo.
- Se menciona la profundidad del nivel freático, si existe.

#### **x. Recomendaciones y observaciones**

- Se recomienda la posible utilización de una cimentación y una profundidad de desplante.
- Se recomienda seguir las recomendaciones del diseño estructural.
- Si existen construcciones vecinas, se recuerda evitar excavaciones que las puedan afectar durante la construcción.
- Recomendaciones en el proceso constructivo de cimentaciones como: drenaje del suelo, material de relleno, nivelar las excavaciones con un solado de concreto, para proteger el suelo de los procesos constructivos y mantener limpio la base para extendido del refuerzo y fundición de la misma; también, acondicionar el terreno eliminando cualquier material inapropiado como suelos orgánicos (o capa vegetal), suelos muy plásticos, maleza, escombros o similares.



- Se consigna las bases generales de diseño sismo resistente como: región, zona de amenaza sísmica, coeficiente de aceleración pico ( $A_a$ ), perfil de suelo, velocidad de onda cortante, coeficiente de sitio ( $F_a$ ), grupo de uso y coeficiente de importancia ( $I$ ).
- Aclarando que los términos del informe se fundamentan únicamente en los resultados de los trabajos de campo y laboratorio; sin contar con los diseños y cargas transmitidas por la estructura, ni con el modelo de estructura ya sea del tipo aporticado o mampostería estructural, en concreto o metálica.
- Se recomienda tener en cuenta los requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente, consignados en el Título A de la NSR-10. Si durante la construcción se presentan condiciones diferentes a las planteadas en el informe, o si el proyecto sufre variaciones, se solicita informar a la mayor brevedad posible para resolver sobre las modificaciones o adiciones a que haya lugar, y se hace la observación de que cualquier decisión inconsulta exime la responsabilidad del estudio.

Se finaliza con la firma del ingeniero consultor y se agregan los anexos.



### 5.3.4 Herramientas teóricas utilizadas frecuentemente en el transcurso de la pasantía:

#### i. Capacidad de carga.

La capacidad de carga es la presión o el esfuerzo máximo de contacto que le puede generar la fundación al suelo antes de sobrepasar un estado límite no deseado, o que se presente la falla por resistencia al esfuerzo cortante dentro de la masa de suelo.

El cálculo adecuado de la capacidad de carga o capacidad portante garantiza la estabilidad y economía de una cimentación superficial. Muchos investigadores como Rankine, Prandtl, Reissner, Buisman, Terzaghi, Vesic, Skempton y otros han propuesto diversas teorías o soluciones al análisis de capacidad de carga para cimentaciones.

#### ii. Algunas teorías de capacidad de carga utilizadas:

- **Ecuación general de la capacidad de Carga**, Desarrollada por Meyerhof (1963), a partir de los desarrollos de Terzaghi y mejorada por Vesic.
- **Para Suelos Cohesivos:**
  - La expresión de Vesic para el cálculo de la capacidad de carga en suelos con comportamiento netamente cohesivo.
  - Capacidad de carga según Skempton en Suelos Cohesivos
  - Capacidad de carga en suelos cohesivos estratificados.

- **Para Suelos Friccionantes:**

- Capacidad de carga en suelos friccionantes según Terzaghi y Meyerhoff.
- Capacidad de carga por la punta en suelo friccionante, usando pilares de cimentación fundidos "in situ" (cimentaciones profundas método de Meyerhoff).

Cabe anotar que también se tuvo en cuenta la presencia de nivel freático en el momento de realizar el análisis de la capacidad de carga en los suelos.

iii. **Algunos puntos de la Norma de diseño y construcción sismo resistente:**

- **Bases Generales de Diseño Sismo Resistente:** Se especifica según la Norma de Diseño y Construcción Sismo Resistente para Colombia, en su aparte del Capítulo A.2.3 –Zona de Amenaza Sísmica y Movimientos Sísmicos de Diseño del NSR-10.
- **Clasificación de las unidades de construcción por categorías.**  
Título H.
- **Numero mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción.** Título H.

iv. **Procedimiento para la contratación de mínima cuantía. Art 85 del decreto 1510 de 2013.** Reglas aplicables a la contratación cuyo valor no excede del 10% de la menor cuantía de la entidad estatal, independientemente de su objeto.



#### **5.4 Participación en la elaboración de licitaciones**

Se participó en la organización de la propuesta para procesos de contratación pública con la modalidad de mínima cuantía, se consigna a continuación los detalles de un proceso de contratación de mínima cuantía.

##### **5.4.1 Proceso de selección de mínima cuantía No. PSMC-SUA-CAU-033-2015.**

Se elaboró la propuesta y se desplazó al sitio de entrega siguiendo los pliegos de condiciones. En el lugar de entrega, la persona encargada de la urna hizo especificaciones incoherentes con el valor de la propuesta y de la estructura a construir, por lo cual se tomó la decisión de no entregar la propuesta debido a la responsabilidad que con la entrega se adquiere según la ley 80 de 1993 en el estatuto general de contratación. A continuación se consignan algunos documentos pertenecientes al proceso.

**ANEXO 1.  
CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA****PROCESO DE SELECCIÓN DE MINIMA CUANTIA  
No.****PSMC-SUA-CAU-033-2015**

Fecha: 19 de Noviembre de 2015

Señores

ALCALDIA MUNICIPAL DE SUAREZ CAUCA

Referencia: PROCESO DE SELECCIÓN DE MINIMA CUANTIA No. PSMC-SUA-CAU-033-2015

Respetados señores:

Por medio de los documentos adjuntos, me permito presentar propuesta para participar en el Proceso de Selección de Mínima Cuantía de la referencia, cuyo objeto es:

**REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y ESTUDIO DE SUELOS PARA FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE UN PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO MARILOPEZ VEREDA LAS BRISAS, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE SUAREZ CAUCA.**

En el evento de resultar aceptada mi propuesta, me comprometo a perfeccionar y legalizar el respectivo contrato dentro del tiempo estipulado en la INVITACION PUBLICA y a ejecutar el objeto contractual de acuerdo con los documentos que hacen parte de la Selección Mínima Cuantía, del contrato, de esta propuesta y las demás estipulaciones de la misma.

En mi calidad de proponente declaro:

1. Que conozco la INVITACION PUBLICA de la presente Selección de Mínima Cuantía, sus adendas e informaciones sobre preguntas y respuestas, así como los demás documentos relacionados con los trabajos, y acepto cumplir todos los requisitos en ellos exigidos.
2. De igual forma manifiesto que acepto las consecuencias que se deriven por el incumplimiento de los requisitos a que se refiere el numeral anterior.
3. Que acepto las cantidades de elementos establecidas por LA ALCALDIA MUNICIPAL, para la ejecución del contrato, entendiéndolo que son aproximadas y que por tanto podrán aumentar o disminuir durante el desarrollo del mismo.
4. Que en caso de ser aceptada mi propuesta, me comprometo a iniciar la ejecución del contrato respectivo, cuando LA ALCALDIA MUNICIPAL dé la orden de iniciación mediante la comunicación escrita que se suscriba para el efecto, y a terminarlo dentro de los plazos contractuales de acuerdo con lo establecido en los documentos de la Selección, la propuesta y el contrato respectivamente.

Carta de presentación de la propuesta para el proceso de selección de mínima cuantía No. PSMC-SUA-CAU-033-2015.



**RESUMEN DE LA PROPUESTA:**

Nombre o Razón Social del Proponente:	<b>CITEC Ltda.</b>		
Cédula de ciudadanía o NIT:	<b>817001624-4</b>	expedida en	<b>Popayan</b>
Representante Legal:	<b>Hugo Edmundo Daza Delgado</b>		
Profesión:	<b>Ingeniero Civil</b>		
Tarjeta Profesional:	<b>1920256456CAU</b>		

País de Origen del Proponente **Colombia**

VALOR TOTAL DE LA PROPUESTA: \$ 12'500.000

**(Doce millones quinientos mil pesos)**

PLAZO TOTAL PARA EJECUTAR EL CONTRATO: **20 días**

Me permito informar que las comunicaciones relativas a esta Selección las recibiré en la siguiente Dirección:

Dirección Completa: **Diagonal 26 # 26- 58**

Barrio, Vereda o Sector **Yanaconas**

Municipio y Departamento **Popayan - Cauca**

Teléfonos Fijos **8200219 - 8366256**

Teléfonos Mviles **3108393670**

Fax: **8200219**

Correo Electrónico: [vias95@hotmail.com](mailto:vias95@hotmail.com)

**Atentamente:**

Firma:

Nombres y Apellidos Completos: **Hugo Edmundo Daza Delgado**

Documento de Identificación: **12.974.211** expedida en **Popayan**

Formato resumen de la propuesta para el proceso de selección de mínima cuantía

No. PSMC-SUA-CAU-033-2015.



Ítem	Detalle	U	Cantidad	\$/U	\$/Total
1	Sondeos sobre coluvión o roca	ml	20	\$ 280,000	\$ 5,600,000
2	Sondeos sobre suelo fino	ml	10	\$ 100,000	\$ 1,000,000
4	Compresión simple	und	6	\$ 32,000	\$ 192,000
5	Limites de consistencia	und	6	\$ 25,000	\$ 150,000
6	Contenido de Humedad	und	12	\$ 2,000	\$ 24,000
7	Granulometría con lavado	und	6	\$ 25,000	\$ 150,000
8	Consolidación	und	1	\$ 180,000	\$ 180,000
9	Relaciones volumétricas y gravimétricas	und	4	\$ 25,000	\$ 100,000
10	Levantamiento topografico	und	1	\$ 1,200,000	\$ 1,200,000
11	Planos	und	1	\$ 500,000	\$ 500,000
12	Transporte	Día	4	\$ 200,000	\$ 800,000
13	Viáticos	Día	3	\$ 300,000	\$ 900,000
TOTAL					\$ 10,796,000
IVA 16%					\$ 1,727,360
TOTAL					\$ 12,523,360

Ítem	Detalle	U	Cantidad	\$/Total
1	Sondeos	ml	30	\$ 7,396,008
10	Levantamiento topografico	und	1	\$ 1,700,000
13	Viáticos	Día	5	\$ 1,700,000
TOTAL				\$ 10,796,008
IVA 16%				\$ 1,727,361
TOTAL				\$ 12,523,369

Tabla 1. Cálculo de la propuesta económica para el proceso de selección de mínima cuantía No. PSMC-SUA-CAU-033-2015.

Fuente, CITEC Ltda.



Ciudad y Fecha: 19 de Noviembre de 2015

Señores

ALCALDIA MUNICIPAL DE SUAREZ CAUCA

**ASUNTO: PRESENTACION OFERTA ECONOMICA DEL  
PROCESO DE MINIMA CUANTIA No.**

PSMC-SUA-CAU-033-2015

**OBJETO:****REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y ESTUDIO DE SUELOS PARA FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE UN PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO MARILOPEZ VEREDA LAS BRISAS, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE SUAREZ CAUCA.****FORMULARIO 1.****OFERTA ECONOMICA**

ITEM	DOCUMENTOS A ENTREGAR	VALOR TOTAL
1	A. ESTUDIO DE SUELOS Tres (3) Apiques Ensayos de laboratorio (tipo de suelo) Capacidad portante Recomendaciones para cimentación	
2	B. DISEÑO ESTRUCTURAL (estructura en concreto reforzado) Memoria de cálculos Diseño de cimentación Diseño de elementos estructurales	
3	C. DISEÑO DE TALUDES Análisis de estabilidad de taludes Recomendaciones de manejo de ángulos o medidas de contención Memoria de Cálculos	\$ 12'500.000
4	D. ESTUDIO HIDROLOGICO ELABORO REVISO ABROBO Diseño de drenajes según análisis de escorrentía	
5	E. PRESUPUESTO Presupuesto detallado Análisis de precios unitarios Lista de materiales Programación de obra	
6	Metodología General Ajustada (MGA)	
<b>VALOR TOTAL DE LA CONSULTORIA</b>		<b>\$ 12'500.000</b>

Carta de presentación de la oferta económica para el proceso de selección de  
mínima cuantía No. PSMC-SUA-CAU-033-2015.



#### **5.4.2 Proceso de selección por la modalidad de contratación de mínima cuantía No. 185 de 2015.**

De acuerdo a lo estipulado en los pliegos de condiciones suministrados por la entidad estatal, se presentó la propuesta cumpliendo con todos los requisitos habilitantes siguiendo el cronograma del proceso.

El día de la entrega de la propuesta se realizó el viaje hasta el municipio de Pitalito para la entrega de la propuesta en la urna correspondiente, ubicada en las instalaciones de la alcaldía municipal.

En total se presentaron dos propuestas adicionales y según el valor de la oferta se ordenaron así:

- i. Primera propuesta con un valor de 15 millones aproximadamente.
- ii. Segunda propuesta CITEC Ltda. Con un valor de 18 millones aproximadamente.
- iii. Tercera propuesta con un valor de 22 millones aproximadamente.

Por lo anterior, y por tratarse de una contratación por mínima cuantía, se adjudicó el contrato a la propuesta de menor precio que cumplía con todos los requisitos habilitantes.

A continuación se consigna parte del documento de la invitación pública para el proceso de selección por la modalidad de contratación de mínima cuantía No. 185 de 2015; el documento fue descargado de la página web del centro electrónico de contratación pública (CECOP), junto a los pliegos de condiciones correspondientes al proceso.

	ALCALDIA MUNICIPAL DE PITALITO	CODIGO: F-GD-CO-02	Página 1
	INVITACION PUBLICA	VERSIÓN: 1 FECHA: 30/11/2009	

## INVITACION PÚBLICA

### CONTRATACION DE MINIMA CUANTÍA No. 185 de 2015

El Jefe de la Oficina de Contratación del Municipio de Pitalito, invita de manera pública a las veedurías ciudadanas y a todos los interesados en participar en el presente proceso de selección contractual, a que intervengan en los términos establecidos en la Ley 80 de 1993, 1474 de 2011, en el Decreto 1082 de 2015 y en las demás normas concordantes y pertinentes.

#### Capítulo I

#### Datos generales del proceso de contratación

##### 1. Objeto

"INTERVENTORIA TECNICA, FINANCIERA, ADMINISTRATIVA, JURIDICA Y AMBIENTAL DE LA PAVIMENTACION DE LA CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 SUR Y 2 SUR BARRIO TRINIDAD, CALLE 9 ENTRE CARRERAS 13 Y 14 EN EL BARRIO CALAMO Y DE LA CALLE 2S ENTRE CARRERAS 4 Y 5 BARRIO TRINIDAD DEL MUNICIPIO DE PITALITO DEPARTAMENTO DEL HUILA"

##### 2. Presupuesto

Para el presente proceso la entidad cuenta con VEINTE MILLONES NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL OCHENTA Y NUEVE PESOS CON CERO CENTAVOS MCTE. (\$20'957.089,00)

##### 3. Cronograma

Actividad	Día	Hora	Forma
Publicación de la invitación	01/dic/15	3:30 p.m.	SECOP
Fecha límite para presentación de la oferta	03/dic/15	3:00 p.m.	Por escrito en la Oficina de Contratación
Publicación de la verificación de los requisitos habilitantes y de la evaluación del menor precio	03/dic/15	4:00 p.m.	SECOP
Fecha límite para que los proponentes puedan formular observaciones a la evaluación.	04/dic/15	3:00 p.m.	Por escrito al correo electrónico de la entidad <a href="mailto:dtac_alcaldia@pitalito-huila.gov.co">dtac_alcaldia@pitalito-huila.gov.co</a>



Finaliza el plazo para subsanar los requisitos habilitantes	04/dic/15	3:00 p.m.	Por escrito al correo electrónico de la entidad <a href="mailto:dtac_alcaldia@pitalito-huila.gov.co">dtac_alcaldia@pitalito-huila.gov.co</a>
Publicación de la respuesta a las observaciones y de la aceptación de la oferta	04/dic/15	3:00 p.m.	SECOP

### 5.5 Trabajos varios

- i. Participación en el informe de gestión o actividades, junio a noviembre, para el contrato de obra N°158 de 2014 “Interventoría técnica y financiera para la ejecución de la obra de pavimentación calles principales del municipio de Guapi – Cauca, que adelantó el batallón de ingenieros N°03 “CR Agustín Codazzi”.

Se recolectó la información proporcionada por la persona subcontratada para la interventoría por parte de CITEC Ltda, y se organizó la información de cada mes donde se especifica el desarrollo de los trabajos semanalmente.

Para la firma del acta de liquidación final, fue necesario una visita al batallón de ingenieros N°03 “CR Agustín Codazzi”, en Palmira Valle, la cual se realizó el día 01 del mes de diciembre de 2015 y durante esta se organizó información pendiente.

- ii. Colaboración en el estudio para la ampliación y verificación de la estabilidad del muro para realce y aumento de su capacidad utilizando sacos rellenos de suelo para el pondaje N°5 del relleno sanitario regional Los “Picachos” en el corregimiento La Yunga - municipio de Popayán.



- Participación en el cálculo de los factores de seguridad al deslizamiento y volcamiento del muro, sobre suelo cohesivo friccional.
- iii. Procesamiento e interpretación de datos para elaboración de informe de verificación, mediante el uso de pruebas de penetración estándar (SPT), para el proyecto Terraplaza Centro Comercial, Popayán-Cauca.
- iv. Recepción de muestras para ofrecer el servicio de laboratorio en las instalaciones de CITEC Ltada.

### **5.6 Implementación de herramientas computacionales en la elaboración de tablas de cálculo para procesamiento e interpretación de los datos.**

De acuerdo a las características del suelo de cimentación, se decide la implementación de algunas de las teorías vistas en el transcurso de la formación académica y se construye tablas de Excel para agilizar el cálculo que se requiera; en algunos casos, fue necesario la investigación como por ejemplo, el cálculo de capacidad portante por la punta de pilares pre excavados fundidos “in situ”, para dar alternativas de solución a la persona solicitante, debido a que la capa resistente se encontraba a más de 5.0 m. de profundidad y la persona tenía la intención de construir un edificio de 6 plantas en un suelo muy blando; cada caso es diferente, por lo cual se buscan distintas alternativas y se hacen las respectivas conclusiones y recomendaciones.

➤ Para suelos friccionantes:

CAPACIDAD DE CARGA DE SUELO FRICCIONANTE DE UNICA CAPA SIN AGUA FREATICA SEGÚN TERZAGHI  $\sigma_u = \sigma' D * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_\gamma = (\gamma * D_f) * N'q + 0,4 * \gamma * B * N_\gamma$

Df (m)	$\gamma$ (ton/m3)	$\gamma * D_f$ (ton/m)	FI (GRADOS)	$N_q$	$N_\gamma$	$\gamma$ (desplante) (ton/m3)	$(\gamma * D_f) * N_q$	B (m)	$\sigma_u$ (ton/m2)	$\sigma_{admissible} = \sigma_u / 3$ (ton/m2)
0.8	1.8	1.44	31	25.28	22.65	1.8	36.40	0.60	46.188	15.40
0.8	1.8	1.44	31	25.28	22.65	1.8	36.40	0.80	49.45	16.48
0.8	1.8	1.44	31	25.28	22.65	1.8	36.40	1.00	52.711	17.57
0.8	1.8	1.44	31	25.28	22.65	1.8	36.40	1.20	55.973	18.66
0.6	1.8	1.08	31	25.28	22.65	1.8	27.30	0.80	40.349	13.45
1.0	1.8	1.8	31	25.28	22.65	1.8	45.50	0.80	58.55	19.52
1.5	1.8	2.7	31	25.28	22.65	1.8	68.26	0.80	81.302	27.10
2.0	1.8	3.6	31	25.28	22.65	1.8	91.01	0.80	104.05	34.68

COEFICIENTE	
RECTANGULAR	CIRCULAR Y CUADRADA
0.4	0.3

Tabla 2 Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la capacidad portante de un suelo friccionante sin presencia de nivel freático, según Terzaghi.

Fuente, El autor.

CAPACIDAD DE CARGA DE SUELO FRICCIONANTE DE UNICA CAPA CON AGUA FREATICA (CASO 2:Df<dnf<=(Df+B)) SEGÚN TERZAGHI

$\sigma_u = \sigma' D * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_\gamma = (\gamma * D_f) * N_q + 0,4 * \gamma_{ponderado} * B * N_\gamma$

Df (m)	$\gamma$ (ton/m3)	$\gamma * D_f$ (ton/m)	FI (GRADOS)	Nq	N $\gamma$	$\gamma$ ponderado(to)	$(\gamma * D_f) * N_q$	B (m)	$\sigma_u$ (ton/m2)	$\sigma_{admisible} = \sigma_u / 3$ (ton/m2)
0.8	1.75	1.4	25	12.72	8.34	0.93	17.81	12.00	54.8376	18.28
0.8	1.75	1.4	25	12.72	8.34	0.93	17.81	12.00	54.8376	18.28
0.8	1.75	1.4	25	12.72	8.34	0.93	17.81	12.00	54.8376	18.28
0.8	1.75	1.4	25	12.72	8.34	0.93	17.81	12.00	54.8376	18.28
0.6	1.75	1.05	25	12.72	8.34	0.94	13.36	12.00	51.0528	17.02
1.0	1.75	1.75	25	12.72	8.34	0.91	22.26	12.00	58.6224	19.54
1.5	1.75	2.625	25	12.72	8.34	0.87	33.39	12.00	68.0844	22.69
2.0	1.75	3.5	25	12.72	8.34	0.83	44.52	12.00	77.5464	25.85

NF (m)
2.9

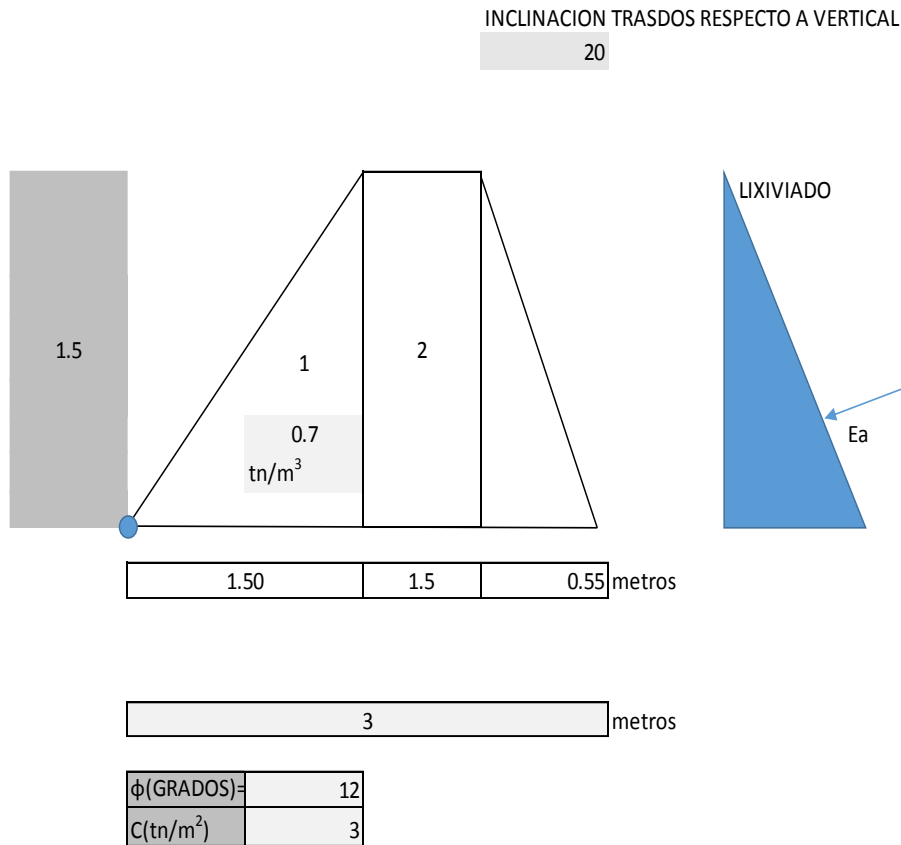
COEFICIENTE	
RECT	CIRCUL
ANGU	ARY
0.4	0.3

Tabla 3. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la capacidad portante de un suelo friccional afectada por la presencia de nivel freático, según Terzaghi.

Fuente, El autor.



CALCULO DE FACTORES DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO Y VOLCAMIENTO DE MURO PARA LIXIVIADOS SOBRE SUELO COHESIVO FRICCIONANTE.



SECCION	AREA(M2)	γ (TON/M3)	PESO (TON)	BRAZO(M)	MOMENTO (TON-M)
1	1.1	0.7	0.8	1.0	0.8
2	2.3	0.7	1.6	2.3	3.5
3	0.4	0.7	0.3	3.2	0.9
TOTAL=			2.6	TOTAL=	5.2

EMPUJE DEL LIXIVIADO			
Ka	γ (TON/M3)	H (M)	EMPUJE ACTIVO Ea
1	1.4	1.5	1.58

Φf SOPORTE (grad)	Ca	Ep
12.0	2.0	0

FACTOR DE SEGURIDAD					
VOLCAMIENTO >= 2			DESPLAZAMIENTO >= 1,5		
MOMENTO ESTABILIZANTE	5.2	6.7	FUERZA ESTABILIZA	16.46	10.3
MOMENTO VOLCANTE (TON-	0.79		FUERZA DESLIZANTE	1.58	
OK			OK		

Tabla 4. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de factores de seguridad al deslizamiento y volcamiento de un muro de contención de lixiviados sobre un suelo cohesivo friccional.

Fuente, El autor.

➤ Para suelos cohesivos:

Conección C (Tn/m <sup>2</sup> )	Tipo de Cimentación	Ancho (m)	Largo APROX (m)	Prof. desplante (m)	γ (ton/m <sup>2</sup> )	γ*Df (ton/m)	σ <sub>NETO</sub>		σ <sub>permissible</sub>		CHEQUEO				
							(Tn/m <sup>2</sup> )	APROX (Tn/m <sup>2</sup> )	(Tn/m <sup>2</sup> )	APROX (Tn/m <sup>2</sup> )	CARGA (TON/M2)	MAYOR AREA AFERENTE (M2)	CARGA	CAPACIDAD	RESISTE
4.2	ZAPATA INDIVIDUAL	1.00	1	0.60	1.60	0.96	33.08	33	11.03	11	3	12	36	11.0	NO OK
		1.00	1	1.0		1.6	37.87	38	12.62	13			36	12.6	NO OK
		1.00	1	1.3		2.1	41.46	41	13.82	14			36	13.8	NO OK
		1.00	1	1.4		2.2	42.65	43	14.22	14			36	14.2	NO OK
		1.00	1	1.5		2.4	43.85	44	14.6	15			36	14.6	NO OK
		2.00	2	2.0		3.2	39.47	158	13.2	53			36	52.6	OK
		1.00	1	2.5		4.0	55.81	56	18.6	19			36	18.6	NO OK
		1.00	1	3.0		4.8	61.79	62	20.6	21			36	20.6	NO OK

Tabla 5. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la Capacidad de carga de un suelo cohesivo, según Skempton con cimentaciones de tipo zapata individual.

Fuente, El autor.

Conexión C (Tn/m)	Tipo de Cimentación	Ancho (m)	Largo APROX (m)	Prof. desplante (m)	$\gamma$ (ton/m <sup>2</sup> )	$\gamma \cdot D_f$ (ton/m)	$\sigma_{uNETO}$		$\sigma_{permisible}$		CHEQUEO				
							(Tn/m)	APROX (Tn)	(Tn/m)	APROX (Tn)	CARGA (TON/M2)	MAYOR ANCHO AFERENTE (M)	CARGA	CAPACIDAD	RESISTE
4.2	ZAPATA CORRIDA	1.50	20	1.70	1.60	2.72	34.57	1037	11.52	346	3.6	3	216	345.7	OK
		1.40	20	2.0		3.2	37.6	1053	12.53	351			216	350.9	OK
		1.80	20	1.0		1.6	28.5	1025	9.49	342			216	341.5	OK
		1.70	20	1.2		1.9	30.1	1023	10.02	341			216	340.8	OK
		1.70	20	1.3		2.1	30.8	1046	10.3	349			216	348.5	OK
		1.80	20	2.0		3.2	34.9	1258	11.6	419			216	419.3	OK
		1.20	20	2.5		4.0	44.1	1057	14.7	352			216	352.4	OK
		2.50	20	2.0		3.2	32.4	1620	10.8	540			216	540.1	OK

Tabla 6. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la Capacidad de carga de un suelo cohesivo, según Skempton con cimentaciones de tipo zapata corrida.

Fuente, El autor.

STRATO 1 (m)	C1(TON/M2)	10.6	COHECIÓN DEL SULO DE CIMENTACION
1.35	C2 TON/M2)	9.3	10.6

Tipo de Cimentacio	Ancho (m)	Largo(m)	Prof. desplante (m)	$\sigma_{NETO}$		$\sigma_{permisible} (\sigma_{NETO}/3)$	
				(Tn/m2)	(Tn)	(Tn/m2)	(Tn)
LOSA DE CIMENTACION.	4	4	0	65	1046	22	349
	4	4	1	69	1098	23	366
	4	4	1	72	1151	24	384
	4	4	2	66	1055	22	352
	4	4	2	69	1101	23	367
	4	4	3	72	1147	24	382
	4	4	3	75	1193	25	398
	4	4	4	77	1239	26	413

Tabla 7. Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la Capacidad de carga de un suelo cohesivo estratificado, según Skempton con cimentaciones de tipo losa.

Fuente, El autor.

cimentado sobre suelos friccionantes											
$\sigma_u = \sigma' D N_q = (\gamma D_f) N_q$											
FI (GRADOS)	NIVEL DE DESPLANTE	capas por encima de nivel de desplante						$\gamma_1 d_1$ (ton/m <sup>2</sup> )	$\gamma_2 d_2$ (ton/m <sup>2</sup> )	$\gamma_3 d_3$ (ton/m <sup>2</sup> )	$(\gamma D_f)$ (ton/m <sup>2</sup> )
		$\gamma_1$ (ton/m <sup>3</sup> )	$\gamma_2$ (ton/m <sup>3</sup> )	$\gamma_3$ (ton/m <sup>3</sup> )	d1 (m)	d2 (m)	d3 (m)				
25	5.8	0.6	0.75	0	5.5	0.3	0	3.3	0.225	0	3.525
	5.8	0.6	0.75	0	5.5	0.3	0	3.3	0.225	0	3.525
	5.8	0.6	0.75	0	5.5	0.3	0	3.3	0.225	0	3.525
	5.8	0.6	0.75	0	5.5	0.3	0	3.3	0.225	0	3.525
	6.0	0.6	0.75	0	5.5	0.5	0	3.3	0.375	0	3.675
	6.5	0.6	0.75	0	5.5	1.0	0	3.3	0.75	0	4.05
	7.0	0.6	0.75	0	5.5	1.5	0	3.3	1.125	0	4.425

N <sub>q</sub> (ver grafica)	$\sigma_u$ (ton/m <sup>2</sup> )	$\sigma_L$ (ton/m <sup>2</sup> )	SECCION PILOTE			PUNTA	P diseño (ton) (FS=3)
			DIAMETRO	SECCION N (m <sup>2</sup> )	AL (m <sup>2</sup> )	$\sigma^* A$ (ton)	
26	91.7	60.62	1.5	1.77	25.9	107.12	35.71
26	91.7	60.62	1.7	2.27	29.4	137.60	45.87
26	91.7	60.62	2.0	3.14	34.6	190.44	63.48
26	91.7	60.62	2.4	4.52	41.5	274.24	91.41
26	95.6	60.62	2.4	4.52	41.5	274.24	91.41
26	105.3	60.62	2.0	3.14	34.6	190.44	63.48
26	115.1	60.62	1.5	1.77	25.9	107.12	35.71

Tabla 8 Tabla elaborada en Excel, para el cálculo de la Capacidad de carga por la punta de pilares preexcavados fundidos “in situ” en un suelo estratificado, según Meyerhoff.

Fuente, El autor.



## 6 CONCLUSIONES

- i. La práctica profesional es una muy buena herramienta para adquirir algún tipo de experiencia en el campo laboral, puesto que en la Universidad la gran mayoría de conocimiento es teórico, lo cual en el ejercicio profesional podemos aprovechar y aplicar en cualquier trabajo de ingeniería civil.
- ii. En la elaboración de un estudio de suelos es de gran importancia y ayuda, la visita al sitio de estudio porque se puede observar personalmente las características del lugar, facilitando la elaboración del informe y las recomendaciones y observaciones.
- iii. Siempre es necesario revisar muy bien algún tipo de cálculo o cualquier documento al que se vaya a firmar más aun cuando los cálculos los han hecho otras personas.
- iv. Los procesos de contratación pública son complejos, por lo que en lo posible es recomendable leer de manera muy detallada los pliegos de condiciones para entregar la propuesta completa y darse cuenta de la responsabilidad que se adquiere con su entrega y aún más, con la adjudicación.
- v. Durante el proceso de formación en la universidad se adquirió herramientas muy importantes que de manera directa e indirecta ayudan a que como egresado se tenga la destreza de investigar sobre lo que la profesión exija en determinado evento.



## 7 BIBLIOGRAFIA

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente N.S.R.-10, Titulo A, Capitulo A.2.3 –Zona de Amenaza Sísmica y Movimientos Sísmicos de Diseño.
- Normas colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente N.S.R.-10, Titulo H Estudios Geotécnicos.
- Chamorro, Cujar German, cimentaciones superficiales, Editorial Universidad del Cauca.
- Terzaghi, K., Peck R. 1975, mecánica de suelos en la ingeniería práctica, cap. 5 Art. 26 a 32.
- Ralph B. Peck, Walter E. Hanson y Thomas H. Thornburn, Ingeniería de Cimentaciones, Limusa Noriega Editores.
- [http://virtual.cocef.org/Proyectoscertificados/Proyecto\\_574/Formato\\_F\\_25/Planning\\_Documents/9\\_Proyecto\\_estructural\\_PIV/Estudio\\_de\\_Cimentacion\\_PIV/Correccion\\_9\\_feb/Calculos\\_PILAS\\_PIV\\_Puerta\\_Comercial.pdf](http://virtual.cocef.org/Proyectoscertificados/Proyecto_574/Formato_F_25/Planning_Documents/9_Proyecto_estructural_PIV/Estudio_de_Cimentacion_PIV/Correccion_9_feb/Calculos_PILAS_PIV_Puerta_Comercial.pdf)
- Decreto 1510 de 2013, estatuto general de contratación pública, mínima cuantía, artículo 85.
- <https://www.contratos.gov.co/consultas/resultadoListadoProcesos.jsp>
- Das, Braja, Principios de ingeniería de cimentaciones.

