

**ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO PARA LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS EN FASE III DE LA AUTOPISTA MAR 2 ENTRE CAÑASGORDAS Y URAMITA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.**

**EDWIN JAVIER ABREO GALVIS**



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

**2017**

**ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO PARA LOS  
ESTUDIOS Y DISEÑOS EN FASE III DE LA AUTOPISTA MAR 2 ENTRE  
CAÑASGORDAS Y URAMITA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.**

**EDWIN JAVIER ABREO GALVIS**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**DIRECTORA DE PROYECTO  
ING. MSc. LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ**

**JEFE DE PRÁCTICA EMPRESARIAL  
ING. JULIO CESAR TORRES CAMARGO**

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

**2017**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Supervisor de la empresa

---

Firma del Supervisor en la Universidad

Bucaramanga, Enero 2017

## **DEDICATORIA:**

*A Dios por darme le privilegio de tener estas vivencias,*

*A mi familia que me acompañaron en*

*El sendero de esta linda etapa de mi vida,*

*A mis compañeros de estudio y docentes que siempre*

*Estuvieron apoyándome en los momentos*

*Difíciles de mi carrera.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*“Quiero iniciar dando mi mayor agradecimiento a Dios, quien ha sido el que me ha guiado, cuidado y fortalecido en este camino y que estoy seguro seguirá estando conmigo en la vida, así también quiero agradecer a mis padres y hermana, porque han sido mi gran motivación y mi fuente de inspiración para dar cada paso que doy y han visto mi proceso completo y me han apoyado a pesar de las dificultades que he sabido enfrentar, quiero agradecer a todos aquellos amigos que han estado conmigo haciendo de este proceso más sencillo siendo cómplices y tolerantes en muchas situaciones, agradezco a la Ingeniera Luz Marina Torrado por su dedicación y ayuda en este proceso decisivo para mi carrera, y por ultimo quiero agradecer al equipo de trabajo de Torres Ing. S.A.S. quienes permitieron desarrollar mis prácticas profesionales en su compañía y depositar en mí una semilla de confianza”.*

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA:.....	3
3.1. MISIÓN TORRES ING S.A.S.....	3
3.2. VISIÓN TORRES ING S.A.S.....	3
3.3. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	4
4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL PROYECTO .....	6
5. MARCO GENERAL DEL PROYECTO .....	7
5.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:.....	9
5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS:.....	10
6. MARCO TEÓRICO .....	20
6.1. DEFINICIÓN DE UNA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.....	20
6.1.1. ENSAYOS MÁS COMUNES PARA REALIZAR LA EXPLORACIÓN .....	20
6.1.1.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) .....	20
6.1.1.2. EXPLORACIÓN MEDIANTE SONDEOS A ROTACIÓN.....	23
6.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL MATERIAL.....	27
6.2.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	27
6.2.2. CLASIFICACIÓN DE ROCAS.....	28
6.2.3. CLASIFICACIÓN DE DEPÓSITOS.....	29
7. METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	30
7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE:.....	30
7.2. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN: .....	30
7.3. DESARROLLO LOGÍSTICA DEL PROYECTO: .....	30
7.4. DESARROLLO DE LA LOGÍSTICA DE CADA SONDEO:.....	31

7.5. CONTROL DEL INVENTARIO Y SUMINISTROS:.....	32
8. ACTIVIDADES ADICIONALES DESARROLLADAS EN OFICINA.....	33
8.1. COLABORACIÓN EN EL PROYECTO DE CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO Y FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE REFORMA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHIPATA – SANTANDER.....	33
8.1.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS VÍAS.....	34
8.1.2. DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL.....	35
8.1.3. TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. ....	35
8.1.4. REALIZACIÓN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS PARA EL PROYECTO.....	36
9. APORTE AL CONOCIMIENTO .....	37
10. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES .....	39
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Unidades Funcionales del proyecto.....	8
Tabla 2. Clasificación de Suelos .....	27
Tabla 3. Clasificación de Rocas .....	28
Tabla 4. Clasificación de Rocas.....	29
Tabla 5. Parámetros de diseño geométrico.....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Oficina Torres Ing. S.A.S. ....	3
Figura 2. Localización general del Proyecto.....	9
Figura 3. Ubicación del punto de perforación con supervisor de CONCOL .....	10
Figura 4. Trabajos de traslado de equipos .....	11
Figura 5. Posicionamiento de equipo y herramientas .....	11
Figura 6. Lodos preparados y retorno durante la perforación. ....	12
Figura 7. Registro de muestras diligenciado en campo .....	13
Figura 8. Entrega del sitio de perforación .....	14
Figura 9. Localización de los puntos de perforación .....	14
Figura 10. Trabajos de perforación en PP1-47.....	15
Figura 11. Trabajos de perforación en PP1-59NV.....	16
Figura 12. Trabajos de perforación en PZ1-20PC.....	17
Figura 13. Trabajos de perforación en PP1-21.....	18
Figura 14. Trabajos de perforación en PP1-20.....	19
Figura 15. Ensayo de penetración estándar .....	21
Figura 16. Sondeo a Rotación, equipo ligero sobre patines .....	23
Figura 17. Sondeo Helicoidal .....	24
Figura 18. Sondeo a percusión, cuchara y trepano en primer plato .....	25
Figura 19: Santander, Localización municipio Chipatá .....	33

## LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1. Organigrama de la empresa .....	4
Esquema 2. Metodología Ensayo de penetración estándar.....	22

## **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo 1. Formato Inventario de salida proyecto autopista al Mar 2
- Anexo 2. Formato Inventario de llegada proyecto autopista al Mar 2
- Anexo 3. Formato de actividades diarias de campo.
- Anexo 4. Resumen de las actividades proyecto Mar 2
- Anexo 5. Gastos diarios de campo.
- Anexo 6. Formato Control de agua
- Anexo 7. Registro de campo para perforación
- Anexo 8. Formato identificación de cajas de muestras
- Anexo 9. Formato identificación de muestras
- Anexo 10. Registro de muestras PP1-20
- Anexo 11. Registro de muestras PP1-21
- Anexo 12. Registro de muestras PP1-47
- Anexo 13. Registro de muestras PP1-59
- Anexo 14. Registro de muestras PZ1-20
- Anexo 15. Plano diseño geométrico en planta
- Anexo 16. Plano diseño geométrico en perfil
- Anexo 17. Plano diseño geométrico secciones transversales
- Anexo 18. Plano señalización vertical y horizontal
- Anexo 19. Plano tratamiento de pavimentos

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO PARA LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS EN FASE III DE LA AUTOPISTA MAR 2 ENTRE CAÑASGORDAS Y URAMITA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.

**AUTOR(ES):** ABREO GALVIS, Edwin Javier.

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** TORRADO GÓMEZ, Luz Marina

### RESUMEN

El siguiente documento se muestra el trabajo realizado por el estudiante quien desarrollo su práctica empresarial en la empresa Torres Ing. S.A.S., desenvolviéndose como auxiliar de ingeniería, en un proyecto de exploración geotécnica desarrollado en el departamento de Antioquia, realizando labores de supervisión y control de las actividades de perforación a rotación por equipos mecánicos y recuperación de muestras de suelo en los sectores de estudio donde se proyectan puentes y túneles en el mejoramiento de la calzada actual en el tramo Cañasgordas – Uramita, en el proyecto de infraestructura denominado “Mar 2”.

### PALABRAS CLAVES:

Exploración Geotécnica, Supervisión, Perforación a Rotación.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** TECHNICAL ASSISTANCE IN THE SUBSUEL EXPLORATION FOR STUDIES AND DESIGNS IN PHASE III OF THE HIGHWAY MAR 2 BETWEEN CAÑASGORDAS AND URAMITA DEPARTMENT OF ANTIOQUIA.

**AUTHOR(S):** ABREO GALVIS, Edwin Javier.

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** TORRADO GÓMEZ, Luz Marina

### **ABSTRACT**

The following document shows the work done by the student who developed his business practice at Torres Ing SAS, working as an engineering assistant in a geotechnical exploration project developed in the department of Antioquia, carrying out supervision and control of the projects. Rotating drilling activities by mechanical equipment and recovery of soil samples in the study areas where bridges and tunnels are projected in the improvement of the current road in the Cañasgordas - Uramita stretch in the infrastructure project called \"Mar 2\".

### **KEYWORDS:**

Geotechnical Exploration, Supervision, Rotation Drilling.

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## 1. INTRODUCCIÓN

La práctica empresarial ejecutada en la empresa TORRES ING S.A.S. denominada: ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO PARA LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS EN FASE III DE LA AUTOPISTA MAR 2 ENTRE CAÑASGORDAS Y URAMITA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, el cual comienza su ejecución el 25 de julio del 2016, es desarrollada con el fin de adquirir una experiencia de trabajo, desarrollando actividades de tipo practico, en el sector de la consultoría.

En el desarrollo de obras civiles optimizadas y seguras, surge la necesidad de conocer las características del suelo sobre el cual dicha obra se ejecutará, para esto se deben realizar estudios geotécnicos que determinen las propiedades mecánicas, características y capacidad de soporte de éste, con el fin de determinar los posibles problemas o ventajas que presente el suelo para así plantear las soluciones a dichos problemas y aprovechar de manera óptima las ventajas que posea el suelo.

En el departamento de Antioquia se está implementando la construcción de vías 4G, en el corredor vial que comunica el municipio de Cañasgordas con el municipio de Necocli, para la construcción de la nueva calzada y rehabilitación. Para el desarrollo de este Mega proyecto es necesaria la realización preliminar de la exploración del subsuelo para los estudios del proyecto denominado Autopista al Mar 2, la cual está a cargo de Consultoría Colombiana.

Torres Ingeniería S.A.S. es subcontratada y encargada de un frente de trabajo para la exploración del subsuelo, teniendo una participación en la fase 3 del proyecto en el tramo de Cañasgordas a Uramita, ejecutando 101 metros de perforación en 73 días.

A continuación se presenta la metodología implementada para el desarrollo del proyecto junto con los avances obtenidos a través de la experiencia de práctica empresarial, también se muestran las conclusiones del proyecto y los aportes que el mismo trajo al estudiante.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL.**

Participar como auxiliar de ingeniería en la fase de exploración geotécnica por métodos mecánicos de la concesión vial AUTOPISTA AL MAR 2, en el tramo entre los municipios de Cañasgordas y Uramita en el Departamento de Antioquia.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Conocer la cultura organizacional de la empresa.
- Apoyar las actividades de dirección de la exploración geotécnica.
- Asistir en el control del proyecto.
- Manejar los formatos de reporte de actividades.
- Participar en el proceso de registro, almacenamiento y entrega de las muestras de perforación.
- Ayudar en la administración de los recursos del proyecto.
- Aprender los aspectos técnicos acerca de las técnicas de perforación.
- Apoyar la implementación de las normas de seguridad industrial en la ejecución del proyecto.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA:

**Figura 1.** Oficina Torres Ing. S.A.S.



**Fuente:** Torres Ing. S.A.S.

TORRES ING S.A.S. es una Empresa de Ingeniería Civil creada con bases familiares, cuya experiencia inicia desde el año 2007.

#### 3.1. MISIÓN TORRES ING S.A.S.

TORRES ING S.A.S. es una empresa dedicada a la prestación de servicios especializados de Consultoría, Asesoría, Diseño y Construcción de obras civiles, Infraestructura Vial, Gestión del Riesgo e Industria del Petróleo. Desarrollamos nuestro trabajo basados en la experiencia adquirida en proyectos de orden Nacional e Internacional utilizando herramientas y equipos de última generación en ingeniería. De esta manera logramos entregar el más alto nivel de eficiencia y calidad en nuestros productos y servicios, con la calidez y amabilidad que una empresa familiar brinda a sus clientes.

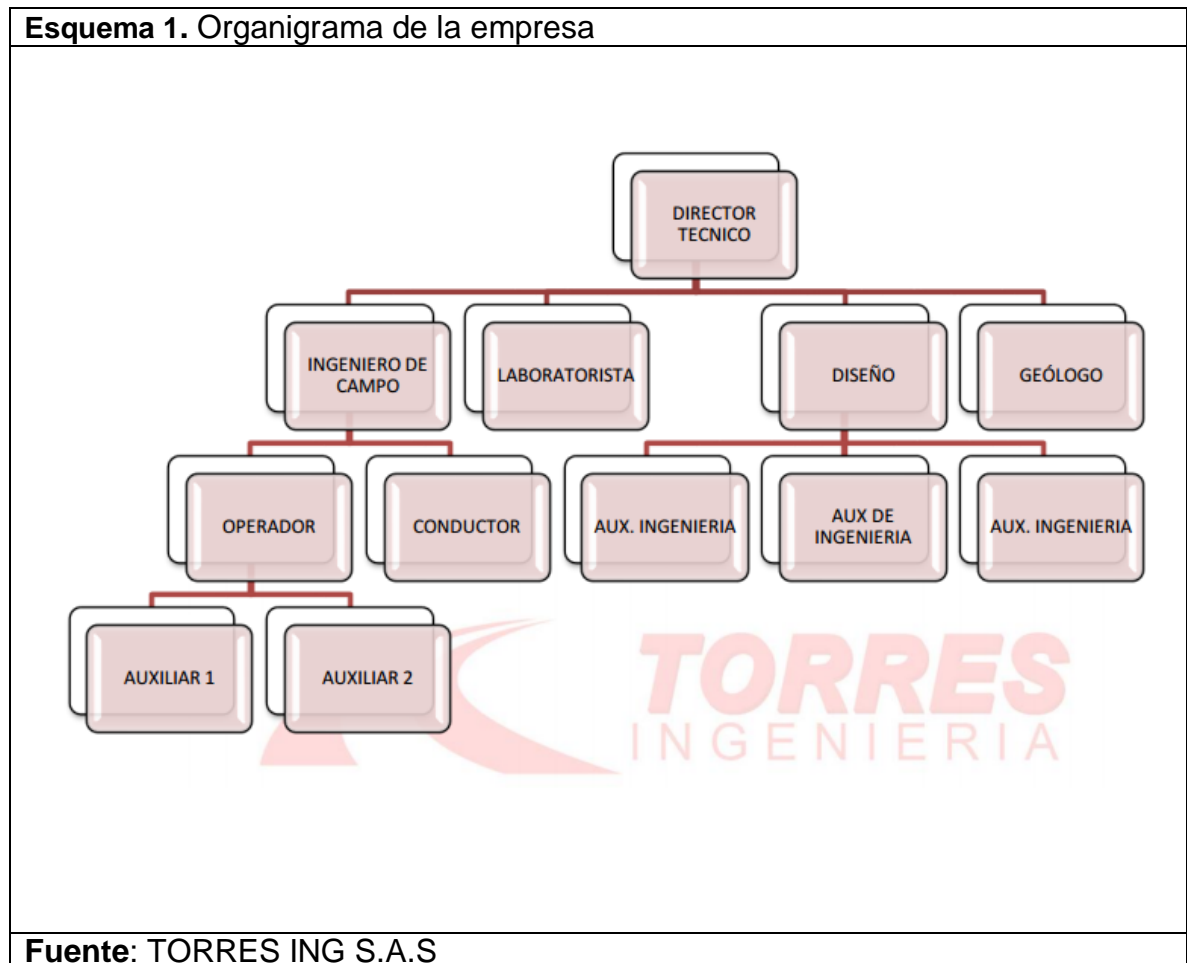
#### 3.2. VISIÓN TORRES ING S.A.S.

Ser una empresa sólida ante el mercado de servicios de Diseño, interventoría, Construcción de obras civiles y Geotécnicas, a nivel nacional e internacional con la filosofía permanente de mejoramiento continuo, mediante la capacitación y

evaluación de nuestros ingenieros especialistas y la aplicación del estado más avanzado del conocimiento, la tecnología y software en diseño. Nuestro compromiso cotidiano se encamina a superar las expectativas de nuestros clientes, y el desarrollo investigativo de Ingeniería de diseño para solucionar los problemas con la mayor efectividad en cada proyecto.

### 3.3. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

En el siguiente esquema se presenta la organización Jerárquica de la empresa TORRES ING S.A.S.



- **DIRECTOR TÉCNICO**

Asume la responsabilidad de todas las funciones de organización, planificación, ejecución y control técnico de las obras, es el lazo de unión entre la obra y el resto de la empresa.

- **INGENIERO DE CAMPO**

Lleva la dirección de los trabajos ejecutados en campo, es el responsable de la dirección control y logística de las actividades en campo.

- **GEÓLOGO:**

Responsable de la descripción geológica del sector en estudio.

- **AUXILIARES DE INGENIERÍA:**

Desarrollan las actividades de acompañamiento dirigido por el director técnico del proyecto.

- **LABORATORISTA:**

Encargado de la ejecución de los ensayos desarrollados en el laboratorio.

- **OPERADOR:**

Responsable de la ejecución de los sondeos geotécnicos y ensayos geofísicas se establecen 3 cuadrillas de trabajo las cuales tendrán cada una 1 operador y dos ayudantes.

El nivel en el que se encuentra el practicante corresponde al auxiliar de ingeniería.

#### **4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL PROYECTO**

Torres Ing. S.A.S. es una empresa dedicada a la consultoría de obras civiles, estudios de suelos, laboratorio de suelos, pavimentos y estudios geofísicos, para lo cual se hace necesario realizar una exploración geotécnica en condiciones físicas y mecánicas del suelo con el fin de ejecutar posteriormente los ensayos de laboratorio por la entidad contratante. Teniendo en cuenta la naturaleza de la empresa, la actividad general a realizar, las prácticas profesionales, corresponde a la labor como auxiliar de ingeniería en el desarrollo de la exploración geotécnica mecánica y sondeos para las estructuras a ejecutar en la concesión vial Autopistas al Mar 2 entre Cañasgordas y Uramita que lleva a cabo Torres Ing. S.A.S.

Las actividades detalladas a realizar dentro de la empresa en el proyecto son:

- ✓ Acompañamiento y verificación de la asistencia a los puntos de trabajo del personal de campo.
- ✓ Llenar el registro de perforación de cada uno de los sondeos ya realizados junto con su respectivo registro fotográfico del lugar de perforación y de las muestras recuperadas.
- ✓ Visitar los puntos de perforación disponibles junto con el ingeniero supervisor de la empresa contratante y revisar el acceso de los equipos.
- ✓ Llevar el control de los viáticos de campo necesarios para la ejecución del proyecto.
- ✓ Revisar el registro pre-operacional de los equipos para el correcto funcionamiento.
- ✓ Supervisar el correcto funcionamiento y traslado de los equipos y herramientas.
- ✓ Organizar la logística para la alimentación y hospedaje del personal de campo.

## **5. MARCO GENERAL DEL PROYECTO**

La comunicación entre municipios siempre ha sido un interés marcado en la sociedad ya que esto permite tener interacciones comerciales turísticas y sociales, por eso el Proyecto Autopistas para la prosperidad en Antioquia, tiene como objetivo principal generar una interconexión vial entre la ciudad de Medellín con las principales concesiones viales del país.

El proyecto denominado AUTOPISTA AL MAR 2, el cual desarrollo Consultoría Colombiana S.A. (CONCOL), tiene una longitud total de 254 Km en donde se tienen previstas obras de mejoramiento de la calzada actual en el tramo Cañasgordas – Uramita.

Torres Ing. S.A.S. hace parte de este proyecto y es encargada de un frente de trabajo para la exploración del subsuelo, teniendo una participación en la fase 3 del proyecto, ejecutando 101 metros de perforación en 73 días. En la ejecución de su parte del contrato, realiza 5 puntos de perforación, para la cual dispuso de dos equipos de perforación y la realización de los traslados de los equipos a los puntos de perforación teniendo en cuenta la distancia y la topografía de los accesos.

El proyecto se divide en 6 Unidades Funcionales, resumidas en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Unidades Funcionales del proyecto

UF	Sector	Origen (nombre, abscisa, coordenadas) <sup>(a)</sup>	Destino (nombre, abscisa, coordenadas) <sup>(a)</sup>	Longitud aproximada origen destino <sup>(a)</sup>	Intervención prevista	Observación <sup>(b)</sup>
UF1	Cañasgordas-Uramita	Cañasgordas PK0+000 (1.116.609-1.238.314) <sup>(a)</sup>	Uramita PK30+536 (1.095.042-1.255.771)	30,5	Mejoramiento de calzada actual	Construcción de 7 puentes y 12 túneles
UF2	Variante de Fuenfía	Uramita PK0+000 (1.095.042-1.255.771)	Variante de Fuenfía PK2+510 (1.093.372-1.257.511)	2,5	Construcción de calzada nueva	Construcción de 1 túnel
		Variante de Fuenfía PK4+695 (1.092.250-1.259.254)	Dabeiba PK17+740 (1.086.270; 1.267.492)	13	Construcción de calzada nueva	Construcción de 13 puentes, 8 túneles y 3 túneles falsos
		Empalme sur con la variante Fuenfía.	Empalme norte con la variante Fuenfía.	28	Mantenimiento y Operación de la vía existente <sup>(c)</sup>	Tramo de control
UF3	Túnel de Fuenfía	Variante de Fuenfía PK2+510 (1.093.372-1.257.511)	Variante de Fuenfía PK4+695 (1.092.250-1.259.254)	2,2	Construcción de un túnel	
UF4	Dabeiba-Mutata	Dabeiba PK0+000 (1.086.270-1.267.492)	Mutata PK41+640 (1.070.433-1.293.279)	50,5	Mejoras puntuales de trazado y Rehabilitación del resto del tramo	Las actuaciones de mejora obligatorias se consignan en la sección 5.3, del presente Apéndice.
UF5	Mutata-El Tigre	Mutata PK0+000 (1.070.433-1.293.279)	El Tigre PK46+261 (1.049.246-1.330.510)	46,2	Rehabilitación de la calzada actual	
UF6	El Tigre - Necocli	Alcance contractual Concesión Transversal de las Américas	Alcance contractual Concesión Transversal de las Américas	109 <sup>(d)</sup>	Operación y mantenimiento	Se incluyen 45.8 km en doble calzada <sup>(e)</sup>

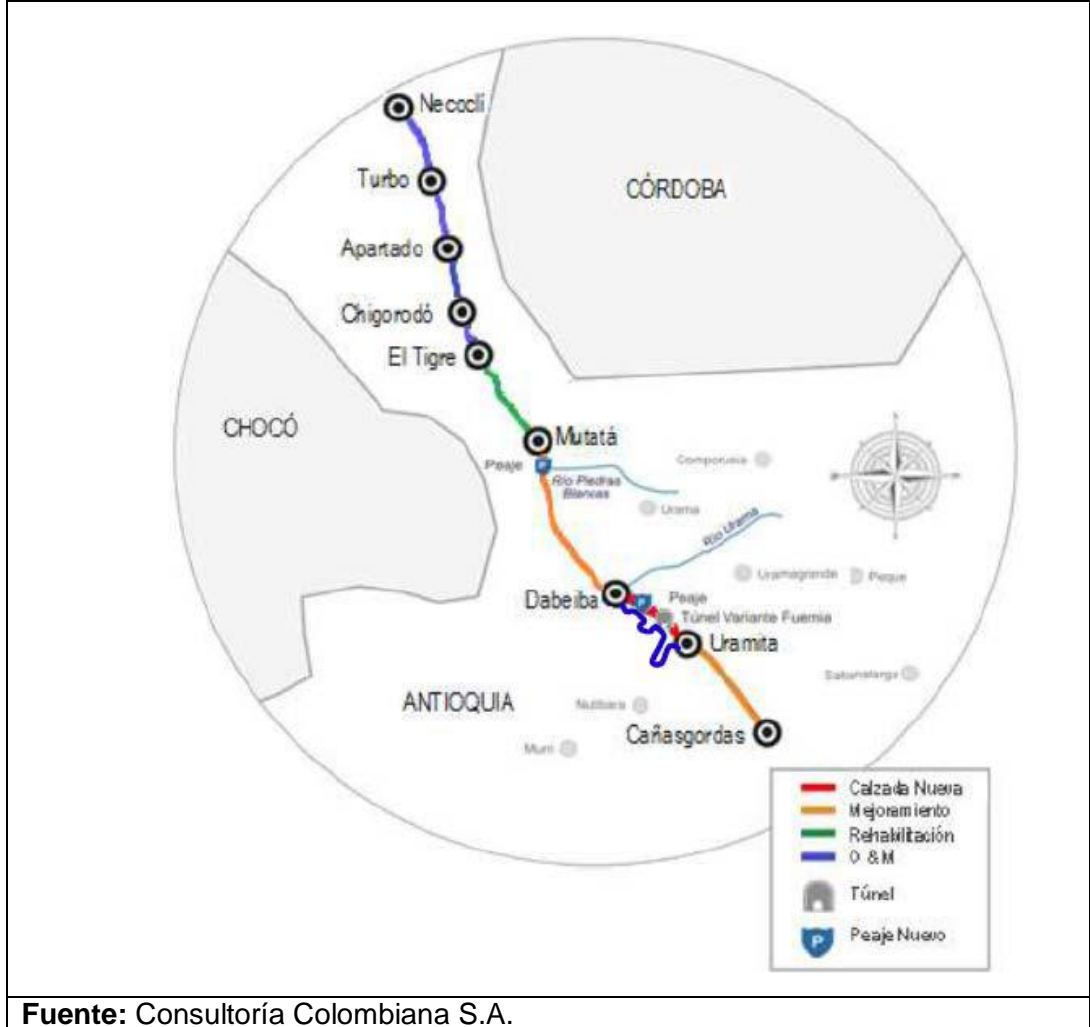
**Fuente:** Consultoría Colombiana S.A.

Torres Ing. S.A.S. realiza los puntos de perforación en la Unidad Funcional 1, realizando los trabajos de exploración del subsuelo para la construcción de 7 puentes y 12 túneles, en el sector entre Cañasgordas y Uramita.

### 5.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:

Los trabajos de exploración del subsuelo efectuados se encuentran localizados en la Unidad Funcional 1, en el sector de Cañasgordas hasta Uramita, Departamento de Antioquia.

**Figura 2.** Localización general del Proyecto.



**Fuente:** Consultoría Colombiana S.A.

## 5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS:

La exploración del subsuelo consiste en la ejecución de perforaciones con equipo mecánico con el sistema wireline, con el fin de recuperar muestras de suelo para ser ensayadas en laboratorio y tener un conocimiento más detallado de las características físicas del suelo en el sector de estudio.

La localización exacta de cada perforación y la secuencia de las perforaciones era confirmando o modificada al inicio de los trabajos por parte de CONCOL, en compañía del supervisor de la zona eran visitados los puntos a perforar y se analizaba la viabilidad de la perforación, teniendo en cuenta aspectos como el acceso de las máquinas, disposición de agua, y metros a perforar.

**Figura 3.** Ubicación del punto de perforación con supervisor de CONCOL



**Fuente:** Torres Ing. s.a.s.

El proceso de perforación en cada punto se iniciaba con la ubicación del equipo en la coordenada dada, los accesos eran coordinados de tal manera de tener el menor impacto ambiental posible, y cuidar los equipos y herramientas, estos accesos eran algo complicados debido a la longitud y topografía del terreno, se requería contratar personal extra para la adecuación de los accesos, transporte de tubería y herramientas, estos traslados eran realizados por taludes, quebradas y zonas arborizadas, las cuales eran impedimentos para llegar con el equipo al punto de perforación en la fecha programada.

**Figura 4.** Trabajos de traslado de equipos



**Fuente:** Torres Ing. s.a.s.

Una vez la máquina estaba en el punto de perforación se procede a hacer el posicionamiento de los equipos y herramientas, junto con el cerramiento del lugar de trabajo, ubicación del punto de encuentro y punto de recolección de residuos.

**Figura 5.** Posicionamiento de equipo y herramientas



**Fuente:** Torres Ing. sas

Para iniciar la exploración del subsuelo era necesario realizar un ensayo de penetración estándar (SPT), hasta llegar a material imposible de penetrar la cuchara partida, después

de recuperar el material suelto obtenido del ensayo de penetración estándar, se procedía a iniciar la penetración con equipo mecánico y recuperar materiales rocosos, el avance máximo para la toma de muestras debía ser de 1 metro, o cada cambio de material.

El proceso de perforación se iniciaba alistando los lodos que eran necesarios para lubricar la tubería durante la rotación y para sellar las paredes del pozo, en este proyecto se utilizó un aditivo llamado Súper Vis para la lubricación de la tubería, y para sellar las paredes del pozo se utilizó Bentonita, la presión de la Bomba de lodos debía ser constante durante la perforación, y de no ser así se tenían problemas de taponamiento de la tubería, durante la perforación se debía garantizar el retorno de los lodos y así evitar el consumo elevado del agua y de los aditivos.


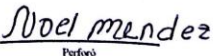
**Figura 6.** Lodos preparados y retorno durante la perforación.



**Fuente:** Torres Ing. sas

Para cada perforación era necesario diligenciar un registro de perforación de manera manual en campo. Cada muestra obtenida era identificada con el rótulo y de manera complementaria al registro de perforación se tomaban registros fotográficos de la localización, ejecución de cada sondeo y de las muestras obtenidas.

Figura 7. Registro de muestras diligenciado en campo

AECOM		PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 2				Consultoría Colombiana S.A.					
REGISTRO DE CAMPO PARA PERFORACIÓN MANUAL O MECÁNICA											
Sondeo No.:	PP1-20		Fecha de Inicio:	24 de sept 2016		Fecha de fin:	03 de octubre 2016				
Localización:	UFT		Subcontratista:	Torres Ing SAS		Operario:	Noel Mendez				
Coordenadas Planas:	1108826 / 1245187		Profundidad Total (m):	25m		Nivel Freático (m)					
Este / Norte	870		Peso Martillo (lb):	140 lb		Día	Hora				
Cota (msnm):			Equipo utilizado:	SPEAQUEE 40		Prof (m)	Prof (m)				
Sistema de Proyección:			Hoja 1 de 2		02/10	7:15	6.7				
Magna Sirgas Colombia, Origen Oeste					03/10	7:45	7.1				
					03/10	4:50	6.2				
Muestra No	Profundidad (m)		SFT (Golpes)		DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO	Tipo	Rev. (m)	Perd. Agua (%)	Recob. ro (cm)	ROD (%)	DIACL. (d o m)
	Inicio	Fin									
1	0.0	0.45	2	10	Arcilla color café consistencia mediana, plasticidad baja y humedad alta, compacidad media con presencia de material orgánico.	SS	0	0	13	0	-
2	0.45	0.85	9	11	Arcilla color café consistencia mediana, plasticidad baja y humedad alta, compacidad media con presencia de gravas angulosas.	SS	0	0	14	0	-
3	0.85	1.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano medio de hasta 6cm de color gris verdoso en matriz arenosa de grano grueso	NCL	0	30	20	0	-
4	1.35	2.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris en matriz arcillosa muy fracturada	NCL	0	10	23	11	-
5	2.35	3.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris y Arcillolitas muy fracturada	NCL	0	100	20	10	-
6	3.35	4.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris y Arcillolitas muy fracturada	NCL	0	100	18	10	-
7	4.35	5.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	35	0	-
8	5.35	6.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	55	0	-
9	6.35	7.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	59	21	-
10	7.35	8.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
11	8.35	9.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	53	0	-
12	9.35	10.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
13	10.35	11.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
14	11.35	12.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
15	12.35	13.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
16	13.35	14.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
17	14.35	15.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
18	15.35	16.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
19	16.35	17.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
20	17.35	18.35	-	-	Deposito Aluvial elástico portado conformado por cantos de Arenisca de grano fino color gris con fragmentos de Arcillolita muy fracturada	NCL	0	100	23	0	-
					Intercalación de Arcillolitas						
Tipos: SS: Cuchara Partida      SI: Shelby      BLQ: Bloque      NCL: Núcleo      RLS: Boka Abreviaturas: Rev.: Revestimiento      Rec: Recobro      DIACL.: Diaclamamiento Perd. Agua: Pérdida de agua      ROD: Índice de calidad de la roca											
Observaciones: <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">                       Revisó                 </div> <div style="text-align: center;">                       Perforó                 </div> </div>											

FOR-1268-06 Rev 00

Fuente: Torres Ing. sas

Al finalizar la profundidad total de cada pozo, debía ser entregado al supervisor y certificar la terminación de este, y las muestras junto con los registros eran llevados a las oficinas de CONCOL para sus respectivos estudios técnicos en laboratorio, era fundamental dejar el sitio de trabajo lo más limpio posible, con el menor impacto ambiental.

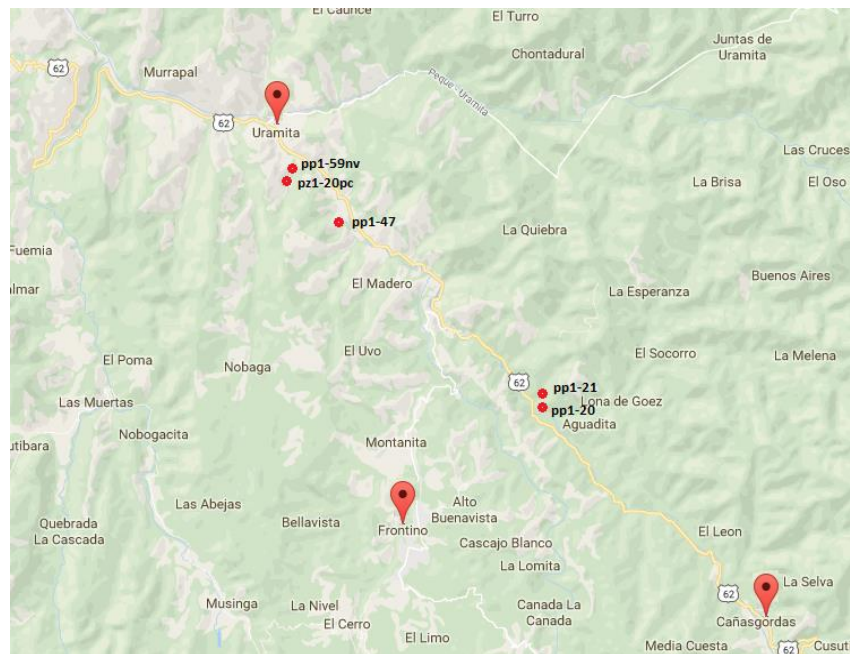
**Figura 8.** Entrega del sitio de perforación



**Fuente:** Torres Ing. sas

A continuación se presentan la relación de los puntos explorados a lo largo del proyecto con sus datos más representativos:

**Figura 9.** Localización de los puntos de perforación



**Fuente:** Torres Ing. sas

## PP1-47

Equipo de perforación: Petty 1

Coordenadas del punto: E=1103331 / N=1250477

Cota: 764 msnm

**Figura 10.** Trabajos de perforación en PP1-47



**Fuente:** Torres Ing. sas

Registro de muestras: Anexo 12.

## PP1-59NV

Equipo de perforación: Petty 1

Coordenadas del punto: E=1100381 / N=1253948

Cota: 660 msnm

**Figura 11.** Trabajos de perforación en PP1-59NV



**Fuente:** Torres Ing. Sas

Registro de muestras: Anexo 13.

## PZ1-20PC

Equipo de perforación: Petty 1

Coordenadas del punto: E=1100371 / N=1253833

Cota: 681 msnm

**Figura 12.** Trabajos de perforación en PZ1-20PC



**Fuente:** Torres Ing. Sas

Registro de muestras: Anexo 14.

## PP1-21

Equipo de perforación: Spraguer 40

Coordenadas del punto: E=1108803 / N=1245230

Cota: 932 msnm

**Figura 13.** Trabajos de perforación en PP1-21



**Fuente:** Torres Ing. Sas

Registro de muestras: Anexo 11.

## PP1-20

Equipo de perforación: Spraguer 40

Coordenadas del punto: E=1108826 / N=1245189

Cota: 890 msnm

**Figura 14.** Trabajos de perforación en PP1-20



**Fuente:** Torres Ing. sas

Registro de muestras: Anexo 10.

## **6. MARCO TEÓRICO**

En el ámbito de la geotecnia la exploración y el muestreo cobra gran relevancia en razón a que un estudio geotécnico consiste en un conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas.<sup>1</sup>

### **6.1. DEFINICIÓN DE UNA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA**

La exploración Geotécnica es una actividad realizada con el fin de investigar el subsuelo para cualquier tipo de estudios definitivos, esta consta de la ejecución de apiques, trincheras, perforaciones o sondeos con muestreos o sondeos estáticos o dinámicos, con el fin de conocer y caracterizar el perfil del suelo que será afectado por el proyecto, la ejecución de pruebas directas o indirectas sobre los materiales encontrados y obtener muestras representativas para la ejecución de ensayos de laboratorio.

La exploración debe tener como objetivo la recolección suficiente de conocimiento del subsuelo hasta la profundidad afectada por la construcción.<sup>2</sup>

#### **6.1.1. ENSAYOS MÁS COMUNES PARA REALIZAR LA EXPLORACIÓN**

A continuación, se presentarán los métodos más utilizados para la realización de una exploración geotécnica.

##### **6.1.1.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)**

Este ensayo consiste en contar el número de golpes que son necesarios para introducir dentro del suelo, un tubo partido a diferentes profundidades, este método se utiliza en especial en terrenos que requieran realizar un reconocimiento geotécnico; Él toma muestras es golpeado con una energía constante, con una masa de caída libre de 145 lb y una altura de caída de 0.7 metros.

---

<sup>1</sup> Reglamento Colombiano Sismo resistente. NSR-10 capítulo H, p. H-3.

<sup>2</sup> Reglamento Colombiano Sismo resistente. NSR-10 capítulo H, p. H-10.

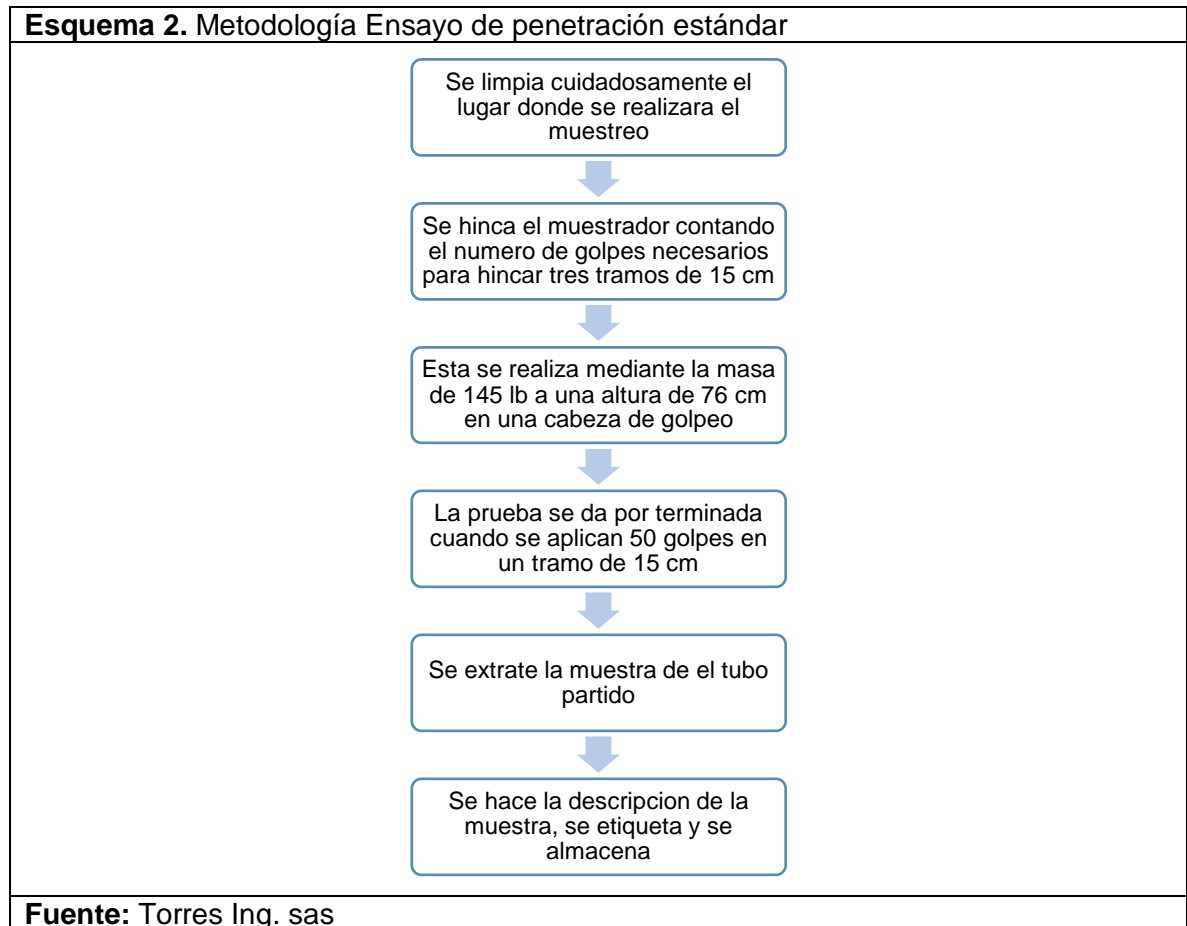
Este ensayo debe realizarse en depósitos de suelo arenosos y de arcilla blanda, no es recomendado en suelos de roca, gravas o arcillas consolidadas ya que el equipo puede dañarse.

**Figura 15.** Ensayo de penetración estándar



**Fuente:** Torres Ing. sas

Metodología:



### 6.1.1.2. EXPLORACIÓN MEDIANTE SONDEOS A ROTACIÓN

Los sondeos a rotación pueden perforar cualquier tipo de suelo o roca hasta profundidades muy elevadas y con distintas inclinaciones. La profundidad habitual no excede los 100 m, aunque pueden alcanzarse los 1.000 m. La extracción de testigo es continua y el porcentaje de recuperación del testigo con respecto a la longitud perforada puede ser muy alto, dependiendo del sistema de extracción. Algunos tipos de materiales son difíciles de perforar a rotación, como las gravas y los bolos o las arenas finas bajo el nivel freático, debido al arrastre del propio fluido de perforación.<sup>3</sup>

**Figura 16.** Sondeo a Rotación, equipo ligero sobre patines



**Fuente:** Libro Ingeniería Geológica; Gonzales de Vallejo.

### SONDEOS CON BARRENA HELICOIDAL

Su uso se limita a suelos relativamente blandos y cohesivos, no siendo operativos para suelos duros o cementados. Entre sus ventajas se encuentran el bajo coste y la facilidad de desplazamiento y rápida instalación de los equipos.

Este tipo de perforación no permite precisiones inferiores a + 0,50 m en la localización de los diferentes niveles atravesados. El tipo de muestras que se obtiene en la sonda helicoidal

---

<sup>3</sup> GONZALES DE VALLEJO, Luis I. Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002, p.317.

es alterado, si bien como se describe a continuación, es posible en determinados tipos de sondas obtener muestras inalteradas.

Los sondeos con barrena helicoidal incluyen desde los que se realizan manualmente, para pequeñas profundidades (2-4 m) y diámetros (1-2 pulgadas), a los mecánicos, para profundidades hasta unos 40 m y diámetros de 3, 4, 6 y 8 pulgadas, normalmente empleados en la realización de sondeos de reconocimiento.<sup>4</sup>

**Figura 17.** Sondeo Helicoidal



**Fuente:** Libro Ingeniería Geológica; Gonzales de Vallejo.

## SONDEOS A PERCUSIÓN

Se utilizan tanto en suelos granulares como en suelos cohesivos, pudiendo atravesar suelos de consistencia firme a muy firme. Este tipo de sondeos puede alcanzar profundidades de hasta 30 o 40 m, si bien las más frecuentes son de 15 a 20 m. El sistema de perforación consiste en la hincada de tubos de acero mediante el golpeo de una maza de 120 kg que cae desde una altura de 1 m (Figura 6.18). Se deben contar sistemáticamente los golpes

<sup>4</sup> GONZALES DE VALLEJO, Luis I. Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002, p. 318.

necesarios para la penetración de cada tramo de 20 cm, lo que permite conocer la compacidad del suelo atravesado. Las tuberías empleadas, que pueden tener diámetros exteriores de 91, 128, 178 y 230 mm, actúan como entibación durante la extracción de muestras mediante cucharas y trépanos.<sup>5</sup>

**Figura 18.** Sondeo a percusión, cuchara y trepado en primer plato



**Fuente:** Libro Ingeniería Geológica; Gonzales de Vallejo.

#### ÍNDICE RQD:

El índice RQD representa la relación entre la suma de las longitudes de los fragmentos de testigo mayores de 10 cm y la longitud total del tramo considerado:

$$RQD = \frac{\sum \text{Longitud de los trozos de testigo} > 10 \text{ cm}}{\text{Longitud total}} * 100$$

Para la estimación del RQD se consideran sólo los fragmentos o trozos de testigo de material fresco, excluyéndose los que presentan un grado de alteración importante (a partir de grado IV inclusive), para los que se considera un RQD = 0 %. La medida del RQD se debe realizar en cada maniobra del sondeo o en cada cambio litológico, siendo

<sup>5</sup> GONZALES DE VALLEJO, Luis I. Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002, p. 320.

recomendable que la longitud de maniobra no exceda de 1,5 m. El diámetro mínimo de los testigos debe ser 48 mm. La medida de la longitud del testigo se realiza sobre el eje central del mismo, considerándose los fragmentos con, al menos, un diámetro completo.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> GONZALES DE VALLEJO, Luis I. Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002, p.326.

## 6.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL MATERIAL

En el caso del proyecto es para conocer los parámetros geotécnicos de diseño para suelos de fundaciones en puentes y túneles, por lo que estos demarcan un papel prioritario en el diseño de los mismos.

Al momento de hacer la descripción de la muestra recuperada se manejaban las siguientes clasificaciones para cada tipo de material:

### 6.2.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

<b>Tabla 2. Clasificación de Suelos</b>			
Tipo de suelo:		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arcilla</li> <li>- Limo</li> <li>- Arena</li> <li>- Arcilla arenosa</li> <li>- Arcilla limosa</li> <li>- Arcilla arcillosa</li> <li>- Arena limosa</li> <li>- Limo arcilloso</li> </ul>	
Color:		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gris</li> <li>- Pardo</li> <li>- Rojizo</li> <li>- Café</li> <li>- etc.</li> </ul>	
Suelos cohesivos		Suelos No Cohesivos	
Consistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy blanda</li> <li>- Blanda</li> <li>- Media</li> <li>- Dura</li> <li>- Muy dura</li> </ul>	Tamaño del grano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fino</li> <li>- Medio</li> <li>- Grueso</li> </ul>
Plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta</li> <li>- Media</li> <li>- Baja</li> </ul>	Compacidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densa</li> <li>- Media</li> <li>- Suelta</li> </ul>
Humedad		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta</li> <li>- Media</li> <li>- Baja</li> </ul>	
Datos Adicionales		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con presencia de...</li> <li>- Con intercalaciones de...</li> <li>- Con lentes de...</li> <li>- Con fragmentos de...</li> </ul>	
<b>Fuente:</b> Consultoría Colombiana S.A.			

### 6.2.2. CLASIFICACIÓN DE ROCAS

<b>Tabla 3. Clasificación de Rocas</b>	
Tipo de Roca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lutita</li> <li>- Arcillolita</li> <li>- Limolita</li> <li>- Arenisca</li> <li>- Etc.</li> </ul>
Color	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Negro</li> <li>- Pardo</li> <li>- Gris</li> <li>- Rojizo</li> <li>- Etc.</li> </ul>
Tamaño del grano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grueso</li> <li>- Medio</li> <li>- Fino</li> </ul>
Grado de Meteorización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy meteorizada</li> <li>- Moderadamente meteorizada</li> <li>- Ligeramente meteorizada</li> <li>- Sin evidencia de meteorización</li> </ul>
Grado de Fracturamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy fracturada</li> <li>- Moderadamente Fracturada</li> <li>- Ligeramente Fracturada</li> <li>- No presenta fracturas</li> </ul>
Datos adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fracturamiento mecánico</li> <li>- Bloque</li> </ul>
<b>Fuente:</b> Consultoría Colombiana S.A.	

### 6.2.3. CLASIFICACIÓN DE DEPÓSITOS

<b>Tabla 4. Clasificación de Rocas</b>	
Tipo de deposito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deposito aluvial</li> <li>- Deposito coluvial</li> </ul>
Textura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- clasto soportado</li> <li>- Matriz soportado</li> </ul>
Composición de los clastos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arenisca</li> <li>- Limolita</li> <li>- etc.</li> </ul>
Tamaño de los fragmentos	Tamaño aproximado en cm
Composición de la matriz	Descripción del suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- tipo de suelo</li> <li>- Tamaño del grano</li> <li>- Color</li> </ul>
<b>Fuente:</b> Consultoría Colombiana S.A.	

## **7. METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

A continuación se describela metodología implementada para cumplir cada una de las actividades desarrolladas dentro del proyecto.

### **7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE:**

Al iniciar cada proyecto la información, el objeto y el alcance del mismo son trascendentales para conocer el curso y los alineamientos a seguir, para recolectar la información disponible se utilizó la información suministrada por la entidad contratante:

- ✓ Conocimiento del alcance del proyecto, en este paso se revisa las actividades a ejecutar y bajo que lineamientos se desarrollara el proyecto comprendidos en las especificaciones del contrato.
- ✓ Ubicaciones y coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de perforación revisados en Google Earth.
- ✓ Visita de campo al sector de estudio con el fin de conocer el sector del proyecto más a fondo y ubicar los puntos de trabajo.

### **7.2. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN:**

Ya teniendo la información completa del proyecto se procede a organizar la misma, teniendo en cuenta los avances tenidos en campo, esta organización se realiza utilizando los formatos diarios de actividades de campo, los registros de perforación, los registros fotográficos y las visitas a campo.

### **7.3. DESARROLLO LOGÍSTICA DEL PROYECTO:**

Para el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta la siguiente logística para su ejecución:

- ✓ Búsqueda de alojamiento; para el desarrollo del proyecto era importante buscar una vivienda para el personal operativo, que cumpliera con las necesidades del personal y que estuviera cerca al punto de trabajo.
- ✓ Suministro de alimentación; era necesario buscar y contratar un restaurante para el suministro de las 3 comidas diarias, que alcanzara el presupuesto y cumpliera con los requisitos de alimentación durante la duración del proyecto.

- ✓ Vigilancia de los equipos; fue necesario contratar un celador nocturno para la vigilancia de los equipos y herramientas de trabajo, mientras el personal de perforación no se encontraba en el punto.
- ✓ Suministro de agua; para el desarrollo de las actividades de perforación había un gasto de agua, la cual debía ser comprada en el acueducto por metros cúbicos y llevados hasta el punto de perforación.

#### **7.4. DESARROLLO DE LA LOGÍSTICA DE CADA SONDEO:**

Al iniciar cada sondeo se utilizaba la siguiente metodología para el desarrollo de la logística:

- ✓ Visita al punto de perforación; esta actividad se realizaba con el supervisor de campo enviado por CONCOL, se pedían los permisos necesarios a los propietarios de los predios para el ingreso al punto de exploración, y se revisaba el punto de descargue más cercano y las rutas de acceso de los equipos.
- ✓ Traslado de los equipos; los equipos eran transportados en el camión de la empresa hasta el punto de descargue ya definido y si era necesario se contrataba personal del sector para el transporte de las herramientas y equipos desde el punto de descargue hasta el punto de perforación, este trabajo era realizado en algunas ocasiones por accesos difíciles y extensos.
- ✓ Acomodación del punto de perforación; lo primero era ubicar los equipos, herramientas, punto de acopio y campamento de la manera más organizada y luego se realizaba el cerramiento del lugar de trabajo.
- ✓ Iniciar ensayo de SPT hasta encontrar suelo firme.
- ✓ Iniciar perforación a rotación hasta la cota de exploración
- ✓ Entregar pozo de perforación; este era entregado al supervisor enviado por CONCOL y se verificaba los metros de profundidad a la cual estaba definida la exploración.
- ✓ Retirar los equipos y herramientas; esta actividad era realizada de igual manera al acceso.
- ✓ Entregar las muestras y registros de perforación en las oficinas de la entidad contratante.

## **7.5. CONTROL DEL INVENTARIO Y SUMINISTROS:**

Es fundamental tener claro que elementos son necesarios para realizar la exploración geotécnica, para esto se realiza el inventario de maquinaria y herramientas, con el fin de enviar a campo los implementos necesarios para realizar cada actividad.

Antes de salir los equipos de la bodega, durante el proyecto y al finalizar, era necesario tener un control de los siguientes ítems:

- ✓ Inspección del estado de los elementos
- ✓ Inventario de los elementos que salen de bodega
- ✓ Consumo de combustible de los equipos y vehículos
- ✓ Consumo de los insumos de perforación; tales como aditivos, bentonita, aceites.

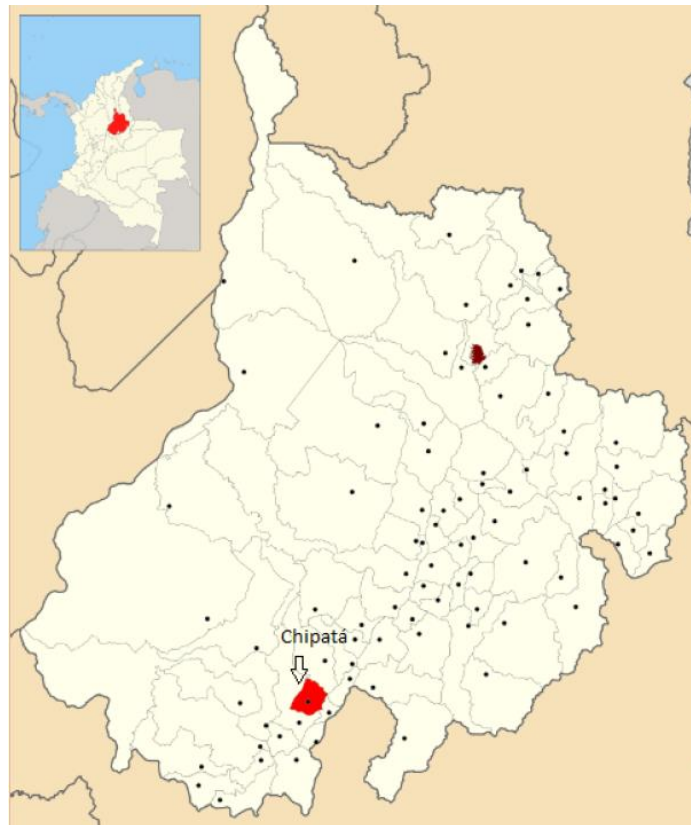
## 8. ACTIVIDADES ADICIONALES DESARROLLADAS EN OFICINA

### 8.1. COLABORACIÓN EN EL PROYECTO DE CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO Y FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE REFORMA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHIPATA – SANTANDER.

Este proyecto nace de la necesidad de realizar una mejora urbanística al municipio de Chipata ubicado en el departamento de Santander, en el cual se planea el mejoramiento de su malla vial en pavimento rígido, señalización de tránsito, obras hidráulicas y mejora urbanística.

El trabajo como auxiliar de ingeniería en este proyecto de consultoría, consiste en realizar parte de los estudios y diseños requeridos en la reforma urbanística del municipio.

**Figura 19:** Santander, Localización municipio Chipatá



**Fuente:** Torres Ing. S.A.S.

## METODOLOGÍA:

- Revisión de la información existente.
- Visita de campo al municipio de Chipata
- Análisis de la topografía
- Diseño en software de cada ítem
- Exportación de planos
- Realización del informe
- Realización del presupuesto

### 8.1.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS VÍAS.

El diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales de las vías municipales es desarrollado en el programa de diseño AUTOCAD CIVIL 3D 2017, para este se debía seguir los criterios establecidos por el manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS, teniendo en cuenta que se debía seguir el alineamiento de las vías existentes, y reducir la afectación predial del proyecto.

Descripción	
Tipo de vía	Calzada sencilla
Tipo de carretera	Terciaria
Tipo de terreno	Ondulado
Velocidad de diseño	30 km/h
Radio mínimo	21 m
Berma cuneta	1m
Deflexión mínima para implementación de curvas	1
Ancho de carril	3m
Pendiente longitudinal	Mínima: Máxima:
Longitud de curva vertical mínima	18m
Coefficiente vertical mínimo (K min) curvas convexas	2.0
Coefficiente vertical mínimo (k min) curvas cóncavas	6.0
Peralte máximo	6%
Pendiente relativa máxima para la rampa de peraltes	1.28%
Pendiente longitudinal mínima para rampa de peraltes	0.275%
Sobre ancho mínimo	N/A
Tipo de vehículo	Camión de 2 ejes (S2G)

**Fuente:** Manual de diseño geométrico para carreteras INVIAS.

Adjunto se encuentran los planos con el diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales, Anexo 15, Anexo 16, Anexo 17.

#### 8.1.2. DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL.

El diseño de la señalización horizontal y vertical de las vías del municipio de Chipata es realizado en el software AUTOCAD CIVIL 3D 2017, el objetivo general es ofrecer las condiciones de señalización y demarcación necesarias que permitan orientar e informar a los usuarios (peatones, ciclistas y conductores).

Para la señalización, tanto horizontal como vertical, se siguieron los criterios establecidos en el manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte del año 2015, adaptándolos a las características del proyecto.

En el diseño se definió detenidamente el uso de las señales preventivas, reglamentarias e informativas, con el propósito de establecer su ubicación y evitar el abuso en su empleo, en el informe se estableció las características de las señales de tránsito como su tamaño, material, ubicación y cantidades propuestas en el diseño.

Adjunto se encuentra el plano de señalización vertical y horizontal. Anexo 18.

#### 8.1.3. TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.

En la reforma urbanística se contempló el cambio del pavimento existente y reemplazarlo por pavimento rígido, el diseño de la distribución de losas fue realizado en el software AUTOCAD CIVIL 3D 2017, y se agregaron los detalles constructivos como las dimensiones de las losas, ubicación de la malla de refuerzo bidireccional para losas irregulares, sección típica, construcción de juntas longitudinales y transversales.

El diseño de la distribución de losas debía ser dentro del diseño geométrico de las vías y ser geoméricamente repartido en losas similares y satisfactorias a la vista del usuario.

Adjunto se encuentra el plano de tratamiento de losas. Anexo 19.

#### 8.1.4. REALIZACIÓN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS PARA EL PROYECTO

Dentro del alcance del proyecto estaba la realización de un presupuesto de obra que tuviera un análisis de precios unitarios (APU) de cada ítem de las obras propuestas en el proyecto, realizado en MICROSOFT EXCEL similar al formato del INVIAS, los precios, cantidades, rendimientos y otras características fueron referenciadas del APUs del INVIAS segunda edición 2016.

## 9. APORTE AL CONOCIMIENTO

Durante el desarrollo de la práctica empresarial se realizaron actividades de supervisión y diseño en proyectos de consultoría, donde se aplicaron y reforzaron los conocimientos adquiridos durante la formación académica y donde se aprendieron otros.

Entre las experiencias significativas se menciona el conocimiento de los pasos en la exploración geotécnica, partiendo desde la ubicación del punto de estudio hasta el momento de entregar las muestras recogidas.

El conocimiento de características en suelos rocosos como lo son el porcentaje de recobro que corresponde a la relación entre la profundidad total de la muestra obtenida sobre la recuperación; Así como la implementación del porcentaje de RQD el cual se aplica a las rocas, este porcentaje corresponde a la relación de la suma de las porciones de roca con longitudes superiores a 10 centímetros sobre la recuperación de la muestra.

Al hacer parte de un proyecto técnico se fortalecen muchas capacidades como lo son el manejo de personal, la programación de actividades, la toma de decisiones, aprender y aplicar conceptos, entre otros.

Cuando se relaciona en campo con personal con varios años de experiencia se aprende a resolver problemas que en el mayor de los casos no hay una solución técnica como tal, sino una solución empírica, que solo lo pueden resolver personas a las cuales los años de experiencia le han otorgado el conocimiento para hacerlo.

Además de los puntos expuestos anteriormente se resaltan los siguientes ítems relacionados al aporte al conocimiento:

- La rápida identificación del tipo de suelo encontrado y sus características mecánicas.
- La correcta presentación y entrega de planos e informes tal como lo expresan las normas técnicas.
- La planeación de una exploración geotécnica, los detalles a tener en cuenta, ñas herramientas y equipos.
- El conocimiento de los equipos que realizan los sondeos mecánicos en esto se incluye el funcionamiento mecánico de los mismos así como la tubería (de rotación, de golpeo, revestimiento) barrena (cuerpo de barrena, tubería interna con sus

piezas, anillo retenedor, porta retenedor), barrenas con sistema convencional y sistema wire line, brocas, rimas, también el equipo adicional swiver, mangueras, motobombas entre otras.

- Conocimiento más profundo en el manejo de programas de diseño como el AUTOCAD CIVIL 3D.
- Conocimiento más detallado de los criterios de diseño de una vía municipal y señalizaciones de tránsito.
- Otro punto importante ha sido trabajar en grupo, siendo este un punto fundamental en cualquier tipo de proyectos civiles.

## 10. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- Haber realizado mis prácticas profesionales en la empresa Torres Ing. S.A.S. me ayudo a ver la manera en que se desarrollan proyectos de consultoría, y de esta manera conocer los procesos llevados a cabo en la realización de proyectos para encontrar la mejor solución a determinados problemas que se presentan a diario en la ingeniería civil.
- Aprendí mucho sobre la forma de trabajo en una empresa y lo importante que es trabajar en equipo. Me enriqueció profesionalmente y personalmente haber laborado con Torres Ing. S.A.S.
- En los proyectos de exploración geotécnica es muy importante conocer el sector de estudio, su topografía, su cultura, su comercio, su economía, son factores influyentes en los resultados del proyecto.
- En el diseño geométrico de vías es fundamental conocer el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, y cumplir con los parámetros de diseño, la señalización de las vías debe ser compatible con el diseño geométrico de la vía, de manera que las señales no generen riesgo y tengan buena visibilidad en concordancia con la velocidad del proyecto.
- Relacionarme con profesionales con experiencia influye positivamente mi desempeño en el área laboral. Agradezco a Torres Ing. S.A.S. me permitiera formar parte de su equipo de trabajo.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **CRESPO, Carlos.** Mecánica de suelos y cimentaciones, Vol. 1, 6ta Edición, 2010.
- **ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA,** REGLAMENTO COLOMBIANO SISMO RESISTENTE. NSR-10 capítulo H, Bogotá, Enero del 2010
- **GONZALES DE VALLEJO, Luis I.** Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002.
- **INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,** NORMA I.N.V.E-101-13, INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPÓSITO DE INGENIERÍA.
- **INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,** NORMA I.N.V.E-102-13, DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL Y MANUAL).
- **INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,** NORMA I.N.V.E-108-13, PERFORACIONES CON BROCAS DE DIAMANTE PARA INVESTIGACIONES EN EL SITIO.
- **INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,** NORMA I.N.V.E-111-13, ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO.
- **INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,** Manual de Señalización Vial, Dispositivos uniformes para la regulación de tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, 2015.
- **INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,** Manual de Diseño Geométrico de carreteras, 2008.
- Instituto Nacional de Vías <en línea> [ <http://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/analisis-precios-unitarios/5354-apus-santander-2016-2> ] <citado el 04 de enero del 2017>
- Documentación y recolección de datos en campo y en oficina.