

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA TORRES ING. S.A.S COMO
AUXILIAR DE DISEÑO E INGENIERÍA EN LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL
SECTOR INESTABLE K26+100 DEL CORREDOR VIAL GUALILO-LA PAZ,
DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

EDSSON JAHIR RINCÓN PEÑA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA TORRES ING. S.A.S COMO
AUXILIAR DE DISEÑO E INGENIERÍA EN LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL
SECTOR INESTABLE K26+100 DEL CORREDOR VIAL GUALILO-LA PAZ,
DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

EDSSON JAHIR RINCÓN PEÑA

**Trabajo de grado para optar por el título de
INGENIERO CIVIL**

DIRECTOR

WILFREDO DEL TORO RODRÍGUEZ
Ingeniero civil, MSc – Docente UIS

TUTOR DE LA PRÁCTICA

JULIO CESAR TORRES CAMARGO
Ingeniero civil, MSc

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, mi novia y en general a todas las personas que de alguna manera aportaron para que este proyecto concluyera con éxito.

A mi director de proyecto el ingeniero Wilfredo del Toro por su continua asesoría y disposición en el desarrollo de la práctica, así mismo a todos y cada uno de los docentes que hicieron parte de mi formación académica universitaria.

A la empresa TORRES ING S.A.S por la oportunidad brindada y la confianza depositada, en especial a los ingenieros Rubén Torres y Julio C. Torres por el acompañamiento y la enseñanza obtenida en todo el proceso de la práctica realizada.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA [1].....	17
2.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	17
2.2 MISIÓN	18
2.3 VISIÓN.....	18
3. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	19
3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	19
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	20
3.3 METODOLOGÍA DESARROLLADA	21
3.3.1 Fase preliminar.	21
3.3.2 Exploración Geotécnica.....	21
3.3.3 Ensayos de Laboratorio.....	22

3.3.4	Análisis hidrológico, geológico y geotécnico.....	22
3.3.5	Obras Proyectadas y análisis de Estabilidad.....	23
3.3.6	Conclusiones y Recomendaciones finales.....	23
4.	ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.....	24
4.1	FASE PRELIMINAR.....	24
4.2	EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.....	31
4.3	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	34
4.4	ANÁLISIS GEOTÉCNICO.....	34
4.4.1	Factores que ocasionan la inestabilidad del sector.....	35
4.4.2	Caracterización del movimiento.....	37
4.5	OBRAS PROYECTADAS.....	38
4.5.1	Obras Hidráulicas.....	38
4.5.2	Obras de Contención.....	43
4.6	ELABORACIÓN DE INFORME FINAL Y PLANOS.....	44

4.7	ACTIVIDADES ADICIONALES	45
4.7.1	Metodología desarrollada.	45
5.	CONCLUSIONES	48
	BIBLIOGRAFÍA.....	50
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
	ANEXOS	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto – Provincia de Vélez	19
Figura 2. Sector inestable k26+100 La Paz – Gualilo, Dto. De Santander.....	24
Figura 3. Des alineamiento de filas de caissons	25
Figura 4. Descuadre de anillos de concreto para caissons.....	25
Figura 5. Estado actual del corredor vial.....	26
Figura 6. Agua empozada en la banca vial	27
Figura 7. Agua empozada en el talud superior de la vía	27
Figura 8. Terreno permanentemente saturado	28
Figura 9. Encole de la alcantarilla k25+030	29
Figura 10. Encole de la alcantarilla k26+092	29
Figura 11. Encole de la alcantarilla k26+197	29
Figura 12. Identificación de áreas y microcuencas de drenaje	30
Figura 13. Identificación de escarpes y afloramientos rocosos.....	30
Figura 14. Ubicación de los sondeos mecánicos	31

Figura 15. Equipo de perforación mecánica.....	33
Figura 16. Esquema de la línea de refracción sísmica	33
Figura 17. Perfil Geotécnico, sector inestable k26+100.....	36
Figura 18. Sección transversal de alcantarilla 36”	39
Figura 19. Sección transversal de Box culvert proyectado	39
Figura 20. Sección transversal canal flexible trapecoidal	40
Figura 21. Sección transversal canal flexible rectangular	41
Figura 22. Sección transversal filtro francés doble	42
Figura 23. Sección transversal para zanjas de coronación.....	42
Figura 24. Sección transversal muro de contención	43
Figura 25. Esquema plano en planta obras proyectadas	44
Figura 26. Esquema para toma de fotografías.....	46
Figura 27. Generación de Superficies 3D	47
Figura 28. Superficies 3D Sector k26+100	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de obras existentes en el sector	28
Tabla 2. Localización de sondeos mecánicos	32
Tabla 3. Localización de apiques manuales	32

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	54
ANEXO B. FORMATO PARA ENSAYOS DE LABORATORIO	58
ANEXO C. MODELOS 3D REALIZADOS	63

RESUMEN

Título: PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA TORRES ING. S.A.S COMO AUXILIAR DE DISEÑO E INGENIERÍA EN LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SECTOR INESTABLE K26+100 DEL CORREDOR VIAL GUALILO-LA PAZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.*

Autor: Edsson Jahir Rincón Peña**

Palabras clave: Geotecnia, Mecanismo de Falla, Sondeo geofísico, Análisis de estabilidad

DESCRIPCIÓN

En el presente documento se exponen las actividades realizadas por parte del autor durante el transcurso de la práctica empresarial en la empresa TORRES ING S.A.S como auxiliar de diseño e ingeniería en los estudios y diseños realizados en el sector inestable K26+100 el cual hace parte del corredor vial Gualilo–La Paz en el departamento de Santander.

Se describen los procesos metodológicos y el nivel de participación dentro de la ejecución de los trabajos preliminares, las exploraciones geotécnicas del sector, la recolección de información primaria y secundaria, los ensayos de laboratorio, los análisis geotécnicos a partir de los resultados de los ensayos mecánicos y geofísicos hechos, todo esto con el fin de caracterizar e identificar los mecanismos de falla y los factores detonantes de la inestabilidad de la vía, y con base a esto se proyectaron obras hidráulicas y de contención para dar solución al problema del sector.

Así mismo, se establecen las conclusiones finales tanto del estudio como de la práctica realizada, anexando los diferentes soportes y documentos pertinentes utilizados en el transcurso de la misma; además se registran las actividades adicionales no contempladas inicialmente cuando se formuló y aprobó el plan de proyecto para la realización de la práctica empresarial.

* Trabajo de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

** Facultad de Ingenierías Físico mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Ing. MSc Wilfredo Del Toro Rodríguez.

ABSTRACT

Title: **MANAGERIAL PRACTICE IN THE COMPANY TORRES ING. S.A.S AS AUXILIARY OF DESIGN AND ENGINEERING IN THE STUDIES AND DESIGNS OF THE UNSTABLE SECTOR K26+100 OF THE ROAD CORRIDOR GUALILO – LA PAZ, DEPARTMENT OF SANTANDER.***

Author: Edsson Jahir Rincón Peña**

Keywords: Geotechnics, Failure mechanism, Geophysical test, Analysis of stability

DESCRIPTION

In the present document describes the activities carried out by the author during the course of the business practice in the company TORRES ING S.A.S as auxiliary of design and engineering in the studies and designs realized in the unstable sector K26+100 which is part of the road corridor Gualilo – La Paz in the Department of Santander.

There are described the methodological processes and the level of participation inside the execution of the preliminary works, the geotechnical explorations of the sector, primary and secondary data collection, the laboratory test programs, the geotechnical analysis from the results of the mechanics and geophysical test executed, all this in order to characterize and identify the failure mechanisms and triggers factors present, and based on this projected hydraulic structures and containment to solve the problem of the sector.

Likewise, the final conclusions of both the study and practice on establishing, annexing the different media and documents used in the course of it; in addition the additional activities are registered not contemplated initially when the project plan was formulated and approved for the accomplishment of the business practice.

* Bachelor Thesis.

** Faculty of Engineering Physicist mechanics. School of Civil Engineering. Director Ing. MSc Wilfredo Del Toro Rodríguez.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las modalidades de grado que ofrece la Universidad Industrial de Santander y la escuela de ingeniería civil para optar por un título profesional de pregrado, se encuentra la práctica empresarial en la cual el estudiante entra en contacto y se relaciona por vez primera en el mundo laboral y obtiene las condiciones para desarrollar, fortalecer y aportar todas las habilidades y conocimientos profesionales y personales adquiridos en su etapa universitaria, durante el transcurso de la practica con la empresa la cual brinda la oportunidad.

TORRES ING. S.A.S es una empresa con reconocimiento a nivel regional por su experiencia en el sector de la geotecnia y el diseño vial, la cual en convenio con la Universidad Industrial de Santander ofrecieron la oportunidad de realizar mediante práctica empresarial, el apoyo como auxiliar de diseño e ingeniería al departamento técnico de la empresa en los estudios y diseños geotécnicos en el sector inestable K26+100 que hace parte del corredor vial Gualilo–La Paz en el departamento de Santander.

El artículo contiene todas las actividades realizadas durante la práctica empresarial, describiendo los procesos y el nivel de participación dentro de la ejecución de las exploraciones geotécnicas del sector, los análisis y resultados obtenidos a partir de la recolección de información y los ensayos de laboratorio, además la proyección de obras de control como conclusión final del estudio para la mitigación de la amenaza identificada y las respectivas conclusiones obtenidas a partir de la experiencia adquirida dentro de la empresa en el tiempo transcurrido de la práctica empresarial.

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1.1 OBJETIVO GENERAL

Asistir en los estudios y diseños del proyecto del sector inestable del corredor vial Gualilo - La Paz en la abscisa K26+100 que adelanta la empresa TORRES ING. S.A.S en el área de geotecnia como auxiliar de diseño e ingeniería.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Asistir en los estudios de exploración geotécnica del sector inestable del corredor vial Gualilo - La Paz en la abscisa K26+100 para los análisis de estabilidad del sector.
- Participar como asistente en las pruebas de laboratorio que se realicen en el sector de estudio para la clasificación y caracterización del suelo.
- Apoyar el proceso de elaboración de planos e informes que se requieran para el proyecto.
- Participar en los análisis Geotécnicos para la caracterización de los deslizamientos presentados en el sector.
- Definir las obras proyectadas desde el punto de vista geotécnico recomendadas a partir de los resultados obtenidos para mitigar los deslizamientos.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA [1]

2.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Torres Ing. S.A.S presta sus servicios en el área de diseño de obras de mantenimiento vial, interventoría, diseños viales de primera, segunda y tercera fase, diseño de obras de estabilización, modelamiento y diseño de obras de protección de taludes para ampliaciones viales y obras de infraestructura, estudios geotécnicos para cimentación de estructuras, zapatas, losas, pilotes, pantallas ancladas, sub-muraciones para excavaciones y diseños complementarios en vías y en estudios de suelos en general.

Es dirigida por el Ingeniero Civil especialista en Vías y Geotecnia José Rubén Torres Camargo, egresado de nuestra Universidad Industrial de Santander. La empresa cuenta con el profesionalismo de un gran equipo humano, guiada por las normas y leyes vigentes sobre el diseño de obras civiles, con el objetivo de satisfacer en el menor tiempo posible los requerimientos de diseño y optimización basados en su experiencia, ofreciendo servicios de excelente calidad. Sus políticas están encaminadas a satisfacer las necesidades de sus clientes, a través de la mejora continua de los servicios especializados en diseño, construcción, asesoría en proyectos relacionados con las vías, diseños de Geotecnia, infraestructura, y sus obras complementarias.

Cuenta con amplias oficinas y laboratorio propio con equipos para caracterización de materiales, CBR, ensayos de corte directo, Proctor, Compresión inconfiada, equipos de penetración estándar (SPT), equipos de perforación a rotación y lavado, además de servicio de Plotter.

2.2 MISIÓN

Dedicarse a la prestación de servicios especializados en Asesoría, diseños y construcción de obras civiles viales, basados en su propia experiencia y en la mejor atención especializada, con el más alto nivel de eficiencia en todo aspecto técnico y constructivo mediante la implementación de procesos de control y evaluación a cada paso, distinguiéndose tanto por la calidad de sus servicios como por la atención y calidez de su personal. La comunicación abierta y honesta con cada cliente permite conocer cuáles son sus necesidades y cuales los requisitos; a partir de la experiencia y el estado del conocimiento, mejorar constantemente los servicios. Entender que cada cambio se entiende como una oportunidad para innovar, superar y crecer.

2.3 VISIÓN

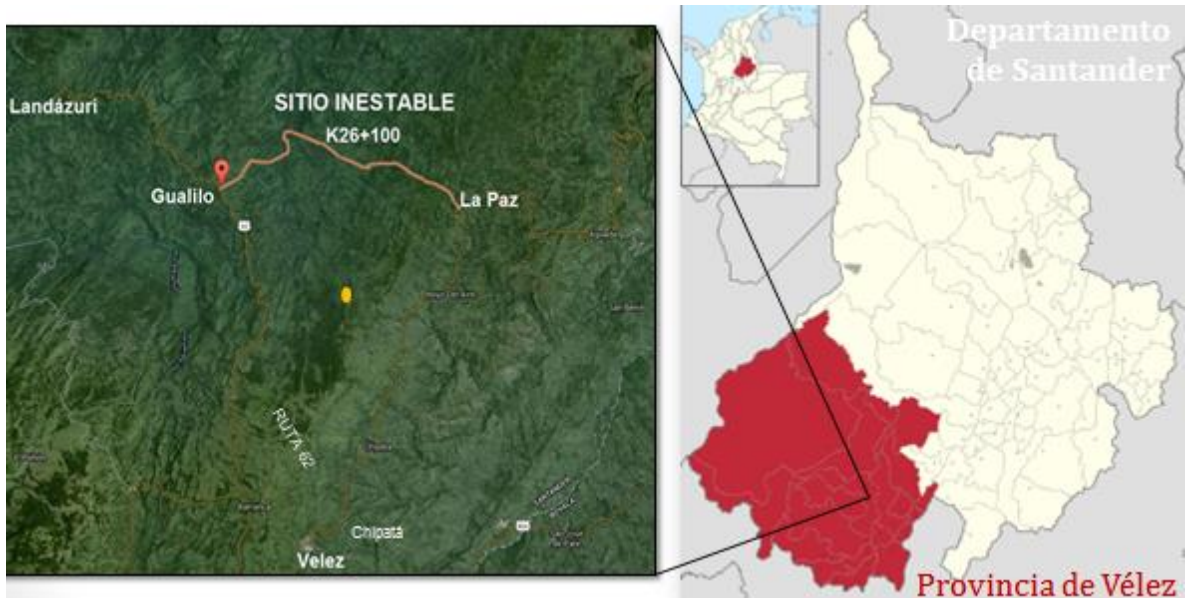
Ser una empresa sólida frente al mercado de servicios de Diseño e Interventoría y construcción de obras civiles viales y geotécnicas, a nivel nacional e internacional con la filosofía permanente de mejoramiento continuo, mediante la capacitación y evaluación de los ingenieros especialistas y la aplicación del estado más avanzado de conocimiento, la tecnología y software en diseño, con el fin de ampliar la cobertura de atención en servicios a todos los niveles y zonas de nuestro país. El compromiso cotidiano se encamina a superar las expectativas de los clientes.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El sector vial en estudio se encuentra en el Departamento de Santander, en la provincia de Vélez y hace parte de la red secundaria del Departamento que comunica el corregimiento del Gualilo en el municipio de Vélez, con el municipio de La Paz. La abscisa referida al sector en estudio es la K26+100, en dirección La Paz – Gualilo y presenta coordenadas Norte. 1.186.217 y Este. 1.144.587, con base en el sistema Magna Sirgas, y presenta además una altura promedio de 1182 msnm. En la Figura 1 se presenta la localización general del proyecto.

Figura 1. Localización general del proyecto – Provincia de Vélez



Fuente: Google Earth (Imagen Satelital)

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Dentro del contrato del Plan desarrollado por la Gobernación de Santander, que en sus propuestas contempla el mejoramiento, rehabilitación y pavimentación de la red secundaria para la conectividad regional en el programa estratégico de infraestructura de conectividad para Santander, CONPES 3775 de 2013 – Corredor el Folclor y el Bocadillo en los trayectos:

- Trayecto 1 Guavatá - Puente Nacional
- Trayecto 2 Vélez - Guavatá
- Trayecto 3 Chipatá - Vélez
- Trayecto 4 Chipatá - La Paz
- Trayecto 5 La Paz - Gualilo

Para el trayecto 5, La Paz – Gualilo se contempla la construcción de obras de drenaje, de contención y mejoramiento de la superficie de rodadura, así mismo, como parte de este proyecto se lleva a cabo la construcción de un muro con pilotes, en la abscisa K26+100, de longitud aproximada 80 m. el cual pretende solucionar los problemas de inestabilidad que históricamente se han presentado en este sector, los cuales involucran deslizamientos y pérdidas de banca, impidiendo el tránsito de vehículos por el sector.

Durante la ejecución del muro propuesto, se han hecho visibles los problemas relacionados con la inestabilidad del sector, como la aparición de grietas en el nivel de desplante de la zarpa, desplazando los anillos de concreto que han sido utilizados para el confinamiento de la excavación y además la colmatación de las pocas obras hidráulicas presentes en el sector aumentando los problemas de inestabilidad. Debido a esto se solicitó realizar los estudios y diseños del sector inestable en la abscisa K26+100 de este corredor vial, a la empresa Torres ING.

S.A.S, relacionando, la topografía, las formaciones geológicas, la hidrología e Hidráulica del sector y las propiedades mecánicas de los materiales, con el fin de establecer las dimensiones del movimiento, los factores detonantes involucrados en los deslizamientos y establecer si la obra que actualmente se está construyendo es viable para estabilizar el sector.

3.3 METODOLOGÍA DESARROLLADA

Para la realización de los estudios geotécnicos del proyecto se estableció la siguiente metodología constituida por 6 etapas:

3.3.1 Fase preliminar. Contiene las siguientes actividades:

- Planeación del proyecto.
- Localización del sitio de estudio y sus respectivas rutas de acceso.
- Recopilación de información secundaria (sitios web, EOT, POT, estudios anteriores, servicio geológico, IDEAM, CARs entre otras).
- Visita de reconocimiento del sector.
- Ubicación de sondeos de acuerdo a la zona de estudio y los resultados que se esperan.

3.3.2 Exploración Geotécnica. Contiene las siguientes actividades:

- Adecuación del área de trabajo.
- Montaje del equipo.
- Registro fotográfico con convenciones, para así poder especificar claramente las abreviaciones que allí se presentan.

- Conservación de muestras en papel aluminio y papel vinil, con su respectivo registro de campo.
- Almacenamiento de muestras en cajas de transporte.
- Recolección del equipo de perforación y limpieza del sector con el fin de dejarlo en sus condiciones iniciales.
- Transporte de muestras al laboratorio de Torres Ingeniería S.A.S.

3.3.3 Ensayos de Laboratorio. Contiene las siguientes actividades:

- Ingreso de muestras al laboratorio de TORRES ING S.A.S, estas muestras son debidamente conservadas, empacadas y transportadas desde el sitio de trabajo hasta el laboratorio para garantizar datos reales de las propiedades del suelo presentes en el sector en estudio.
- Realización de los siguientes ensayos basicos: Determinación de los tamaños de partículas (INV E123-13), Límites de Atterberg(INV E125-126-13), Humedad Natural (INV E122-13), para determinar las propiedades de resistencia, se efectúan los ensayos de compresión inconfiada (INV E152-13) y corte directo (INV E154-13).
- Clasificación del suelo encontrado de acuerdo con los ensayos de laboratorio realizados.
- Análisis de resultados de ensayos de campo, laboratorio información primaria y secundaria.

3.3.4 Análisis hidrológico, geológico y geotécnico. Contiene las siguientes actividades:

- Estudio hidrológico del Sector, estableciendo áreas de drenaje con sus respectivos caudales.
- Levantamiento geológico regional y local de la zona de estudio.

- Identificación de los factores externos e internos que ocasionan la inestabilidad.
- Identificación de los mecanismos de falla presentes.
- Caracterización del movimiento.
- Diagnóstico de los problemas de estabilidad a partir de los resultados de ensayos de campo, laboratorio, información primaria y secundaria.
- Modelación conceptual y modelación matemática mediante Software GEOSOFT, GEOSLOPE.

3.3.5 Obras Proyectadas y análisis de Estabilidad. Contiene las siguientes actividades:

- Proyección de obras hidráulicas y de contención.
- Análisis de estabilidad con las obras planteadas.
- Diseño de las obras de estabilización.
- Determinación y verificación de factores de seguridad requeridos para dar estabilidad y reducir los factores de riesgos asociados a las obras proyectadas.

3.3.6 Conclusiones y Recomendaciones finales. Contiene las siguientes actividades:

- Elaboración del informe final con las respectivas conclusiones y recomendaciones con base a los resultados obtenidos.
- Elaboración de planos.
- Elaboración de anexos.

4. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

En el tiempo que se desarrolló la práctica empresarial se desempeñaron funciones y actividades durante la ejecución del proyecto, las cuales se describen a continuación.

4.1 FASE PRELIMINAR

Inicialmente se realizó una visita de inspección y reconocimiento del sector con el fin de elaborar un diagnóstico general del problema, así mismo desarrollar la planeación logística de la posterior exploración geotécnica que consistió en ubicar y marcar los puntos y posibles rutas de acceso para realizar los respectivos ensayos de campo. En la Figura 2 se observa una fotografía aérea del sector generada por un dron a control remoto de propiedad de la empresa.

Figura 2. Sector inestable k26+100 La Paz – Gualilo, Dto. De Santander



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Una vez en el sector, se verificaron los desplazamientos horizontales ocurridos evidenciados en el descuadre de más de 30 cm de los anillos de concreto fundidos para la excavación de los caissons inicialmente proyectados. En la Figura 3 se puede observar el des alineamiento de las filas de los pilotes fundidos y en la Figura 4 se observa el desplazamiento de los anillos anteriormente mencionados.

Figura 3. Des alineamiento de filas de caissons



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Figura 4. Descuadre de anillos de concreto para caissons



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Así mismo, se identificó que el estado actual del corredor vial es crítico debido a la mala transitividad que se presenta, no posee obras hidráulicas como cunetas, zanjas de coronación y/o filtros para el correcto manejo de aguas. En la Figura 5 se muestra la vía actual y en las condiciones que se encuentra.

Figura 5. Estado actual del corredor vial



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Debido a lo anteriormente mencionado, el agua proveniente del talud superior a la vía, se empoza tanto en el talud como en la banca por lo que esto mantiene una saturación permanente en el terreno, de la Figura 6 a la Figura 8 se observa el problema.

Figura 6. Agua empozada en la banca vial



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Figura 7. Agua empozada en el talud superior de la vía



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Figura 8. Terreno permanentemente saturado



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Conjuntamente se realizó un inventario de obras hidráulicas del sector determinando su estado de funcionalidad encontrándose con obras totalmente colmatadas o destruidas por falta de mantenimiento y problemas de movimiento de tierra del sector, a continuación se presenta el inventario en la Tabla 1.

Tabla 1. Inventario de obras existentes en el sector

Tipo de obra	Abscisa	Diámetro	Estado
Alcantarilla	k25+030	24"	Colmatada
Alcantarilla	k26+092	24"	Destruida
Alcantarilla	k26+197	24"	Colmatada

Fuente: TORRES ING. S.A.S.

De la Figura 9 a la Figura 11, se puede observar el estado actual de las alcantarillas mencionadas en la anterior tabla.

Figura 9. Encole de la alcantarilla k25+030



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Figura 10. Encole de la alcantarilla k26+092



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Figura 11. Encole de la alcantarilla k26+197



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Por último se realizó un recorrido en todo el sector, apoyando el proceso de recolección de información para los respectivos estudios geotécnicos, geológicos e hidrológicos, y así mismo demarcado la posición de los sondeos posteriores a realizar.

Figura 12. Identificación de áreas y microcuencas de drenaje



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Figura 13. Identificación de escarpes y afloramientos rocosos.



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

4.2 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Los trabajos de exploración geotécnica consisten en la realización de sondeos para efectuar ensayos de campo y recuperar muestras de suelo de los sitios estudiados. Con base en los resultados obtenidos de estos trabajos y de pruebas de laboratorio efectuadas en las muestras recuperadas, se definen los perfiles estratigráficos de los sitios estudiados, así como sus propiedades índice y mecánicas [2]. En la Figura 14 se observa la ubicación de los sondeos marcados en la fase preliminar, y en la Tabla 2 y Tabla 3 sus respectivas coordenadas de localización, con el objeto de conocer las características de resistencia de los materiales encontrados en la zona, se llevó a cabo los trabajos de exploración geotécnica comprendida por 3 perforaciones con recuperación de muestra, 3 apiques manuales y una línea de refracción sísmica, situados de tal manera que sirvan para obtener un perfil geotécnico.

Figura 14. Ubicación de los sondeos mecánicos



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Tabla 2. Localización de sondeos mecánicos

N°	Tipo	Prof.(m)	Coordenadas	
			Norte	Este
SR1	Roto-Percusión	20	1186258	1044609
SR2	Roto-Percusión	20	1186310	1044609
SR3	Roto-Percusión	18	1186350	1044612

Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Tabla 3. Localización de apiques manuales

N°	Tipo	Prof.(m)	Coordenadas	
			Norte	Este
AP1	Apique Manual	1.0	1186264	1044632
AP2	Apique Manual	1.1	1186348	1044659
AP3	Apique Manual	1.0	1186389	1044638

Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Los ensayos de tipo roto percusión se ejecutaron con un equipo de perforación mecánica que se observa en la Figura 15, así mismo, se ejecutó un sondeo geofísico el cual contemplo una línea de refracción sísmica la cual se realiza a través del uso de sismógrafos y geófonos para determinar perfiles de velocidades de compresión (V_p) a partir de ondas superficiales a lo largo de la línea geofísica y se realiza con el fin de evaluar los espesores de los diferentes depósitos de suelo. En la Figura 16 se observa un esquema de la metodología realizada para la ejecución del sondeo geofísico.

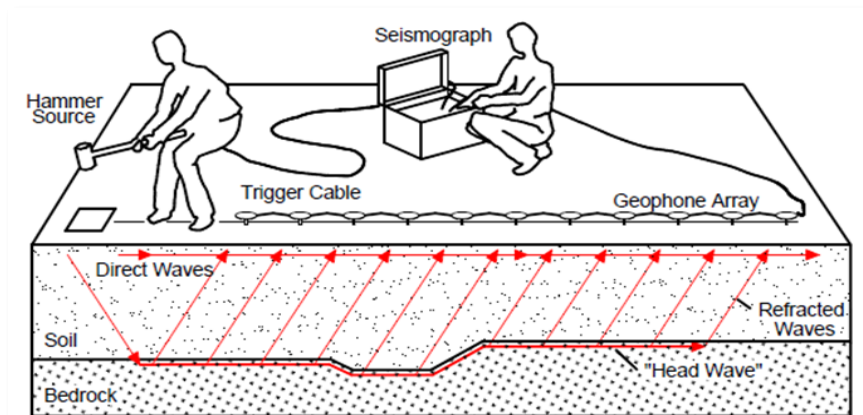
En el ANEXO A se encuentra el registro fotográfico realizado en la exploración.

Figura 15. Equipo de perforación mecánica



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Figura 16. Esquema de la línea de refracción sísmica



Fuente: Benson et al. 1982.

4.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Una vez ejecutados los ensayos con recuperación de muestra, éstas son llevadas al laboratorio de la empresa para efectuar los respectivos ensayos de laboratorio. Se Realizaron los siguientes ensayos de caracterización en base a la norma INVIAS [3]: Determinación de los tamaños de partículas (INV E123-13), Límites de Atterberg (INV E125-126-13), además para determinar las propiedades de resistencia, se realizaron ensayos de corte directo (INV E154-13) y de compresión inconfiada (INV E152-13). Se acompaña el proceso de toma de datos durante la ejecución de los ensayos y la digitación de los resultados en los diferentes formatos predeterminados de la empresa los cuales se encuentran en el ANEXO B, para la respectivos ensayos.

4.4 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

El estado actual del corredor vial es crítico debido a la mala transitividad que se presenta, no posee obras hidráulicas como cunetas, zanjas de coronación, filtros y alcantarillas con la capacidad hidráulica suficiente para el sector. Se observó que el área de terreno que causo el movimiento es mayor al evaluado y que el deslizamiento se caracteriza por ser compuesto y sucesivo; en la zona se encuentran afloramientos de roca lutita muy laminada y triturada en dirección desfavorable a la vía, además se observó un terreno completamente saturado Así mismo no se tiene un sistema de drenaje adecuado y el agua proveniente del talud superior a la vía, no posee encoles que faciliten la dirección correcta del flujo del agua, es por ello que el agua se empoza en la margen izquierda dirección Gualilo – La Paz y esto causa una saturación de la banca llegando hasta la pérdida de la vía.

Realizada la visita de inspección al sector, los estudios geológicos, la topografía, la exploración geotécnica y obtenido los resultados de laboratorios se realiza el diagnóstico geotécnico identificando los factores que ocasionan la inestabilidad del sector.

4.4.1 Factores que ocasionan la inestabilidad del sector. Los diferentes escarpes presentes al igual que el escarpe principal caracterizado por tener una pendiente fuerte; son generados por las siguientes causas:

El área en movimiento se encuentra compuesto de estratos de suelo residual y roca lutita con procesos de meteorización química avanzados en algunos sectores, estas están compuestas por partículas del tamaño de la arcilla y limo se caracterizan por ser rocas porosas, debido a que sus poros son muy pequeños y no se encuentran comunicados entre ellos, estas rocas son impermeables, presentado un coeficiente de permeabilidad entre 10^{-3} a 10^{-5} lo que las catalogan con un valor de permeabilidad bajo.

El sector presenta una humedad muy alta ya que está controlada por los drenajes superficiales que se transportan por las áreas más bajas o microcuencas formadas dentro del área del deslizamiento.

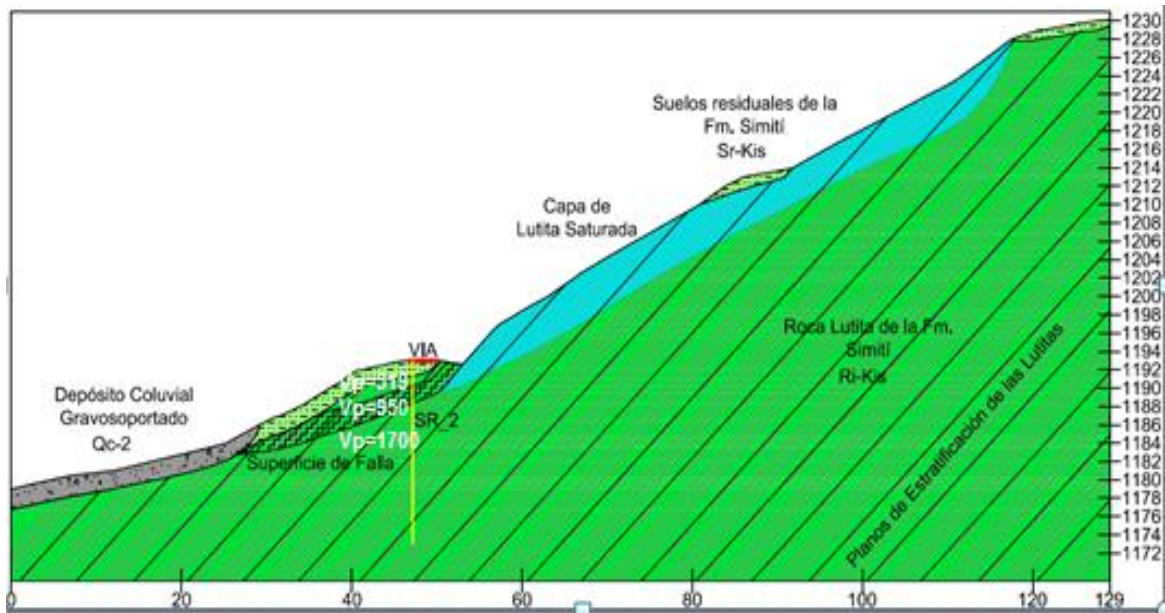
La zona también se encuentra expuesta a la acción de aguas de escorrentía, además a la alta rata de aguas sub superficiales existentes en la zona y al poco manejo y mantenimientos y capacidad de las obras hidráulicas; encontrándose sectores del sitio de estudio saturados.

Este fenómeno es antiguo y es activado por el fuerte interperismo del sector, de acuerdo a los habitantes de la zona este sitio ha presentado constantemente inestabilidad durante el periodo de lluvias. Por lo tanto la causa interna que genera

el desequilibrio del talud se atribuye a la saturación de los materiales presentes en el sector; lo cual aumenta la presión de poros y disminuye su resistencia a la fricción, su resistencia al cortante y finalmente induciéndolo a la falla.

Con base a los resultados de los ensayos de refracción sísmica [4] y la información recolectada en campo, se realizó un perfil de meteorización como se observa en la Figura 17.

Figura 17. Perfil Geotécnico, sector inestable k26+100



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

En la parte baja del deslizamiento se depositaron suelos coluviales grano-soportados en matriz arcillosa provenientes de las rocas y suelos residuales de la Formación Simití. Las rocas lutíticas que conforman el talud se diferencian de acuerdo al grado de meteorización ya que en la parte más somera las rocas se encuentran en estado de transición de saprolito a rocas lutíticas blandas, muy meteorizadas, delgadamente estratificadas y finalmente laminadas. Estas rocas

presentan un comportamiento frágil debido a que se parten muy fácilmente y dúctil debido a un plegamiento de las mismas en la zona de estudio. Finalmente se encuentra la roca sana más consistente [5].

Este perfil representa el área del movimiento, del mecanismo de falla más representativo, donde se puede observar que es un movimiento en estado activo ya que se presentan depósitos coluviales en el costado interno de la vía recientes, con un estilo complejo ya que involucra la combinación de dos tipos de movimiento como se mencionó anteriormente, un movimiento traslacional, el cual se presenta por los planos de inclinación de las rocas que se encuentran en dirección desfavorable a la vía, y un movimiento rotacional en las partes superiores del área del movimiento donde se presentan zonas de pendientes moderadas compuestas por suelos residuales.

4.4.2 Caracterización del movimiento. El fenómeno observado abarca aproximadamente 200 metros de longitud y 80 metros de altura; se observó que en el sector se presentan diferentes tipos de movimiento clasificándose de acuerdo a su estilo como compuesto que se caracterizan por presentar dos o más tipos de movimientos en diferentes áreas de la zona desplazada, los mecanismos de falla identificados fueron rotacionales, traslacionales y progresivos. El tamaño del movimiento es aproximadamente 900 m^3 considerado como un deslizamiento pequeño, de acuerdo con la clasificación de Fell (1994) [6], la velocidad del movimiento es clasificada como moderada con una velocidad promedio de 3 m/mes. Actualmente movimiento se encuentra activo y su magnitud ha aumentado de manera progresiva, ampliándose hacia los lados, teniendo en cuenta su movimiento el daño podría afectar la totalidad de la nueva banca.

4.5 OBRAS PROYECTADAS

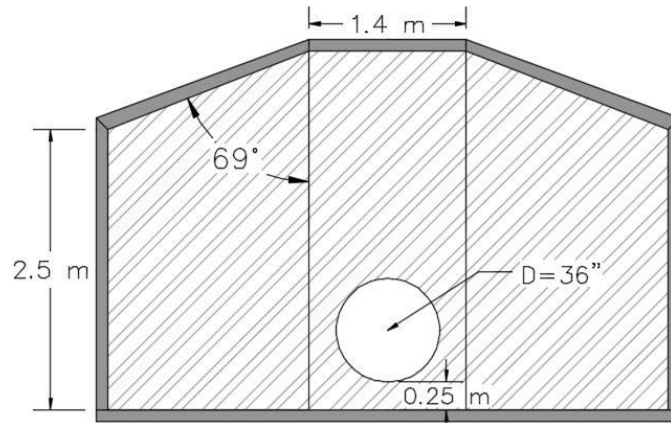
Teniendo en cuenta las propiedades geo mecánicas del suelo, el concepto hidráulico, los resultados de los ensayos de laboratorio así mismo a lo expuesto en el análisis geotécnico, se identificó un deficiente manejo hidráulico del sector, por lo cual es necesario proyectar obras hidráulicas que permitan el adecuado flujo de agua superficial e impidan el empozamiento y la saturación de los materiales coluviales y residuales, los cuales son el agente detonante de los movimientos del suelo, así mismo se determinó que el muro de contención que actualmente se está construyendo de longitud de 80 m, es insuficiente para contener el deslizamiento que presenta una dimensión de 200 m de longitud y alcanza una altura de hasta 80 m, por lo cual se hace necesario proyectar un muro de contención de mayor longitud y características requeridas de acuerdo a los resultados de los estudios realizados, para así mitigar los problemas identificados en el sector inestable permitiendo el mejoramiento, rehabilitación, funcionamiento y seguridad de la vía.

Para proyectar las obras hidráulicas se basó en el inventario de obras ya existentes como alcantarillas o cunetas, y de un estudio hidrológico [7] de la zona. Donde, además de las consideraciones hidráulicas, las estructuras se proyectaron de manera que puedan ser parte de la solución geotécnica del sector, permitiendo pasar materiales de fragmentos de roca y que con el paso del tiempo las estructuras no se vean colmatadas.

4.5.1 Obras Hidráulicas. Como se mencionó anteriormente las alcantarillas se encuentran colmatadas debido al nulo mantenimiento realizado en el sector, además debido a sus dimensiones presentan baja capacidad hidráulica para el adecuado manejo de agua del sector, por lo cual se proyecta rediseñar la alcantarilla existente de 24" de diámetro de la abscisa k26+197 por una alcantarilla

de 36" de diámetro. En la Figura 18 se presenta la sección transversal de la alcantarilla proyectada.

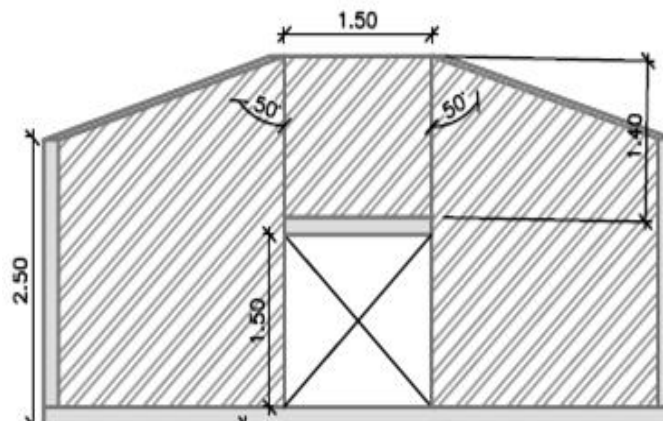
Figura 18. Sección transversal de alcantarilla 36"



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Para las alcantarillas existentes de las abscisas k25+030 y k25+092 se proyectó el reemplazo de estas por box coulvert de sección transversal de 1.5x1.5 m. como se observa en la Figura 19.

Figura 19. Sección transversal de Box coulvert proyectado

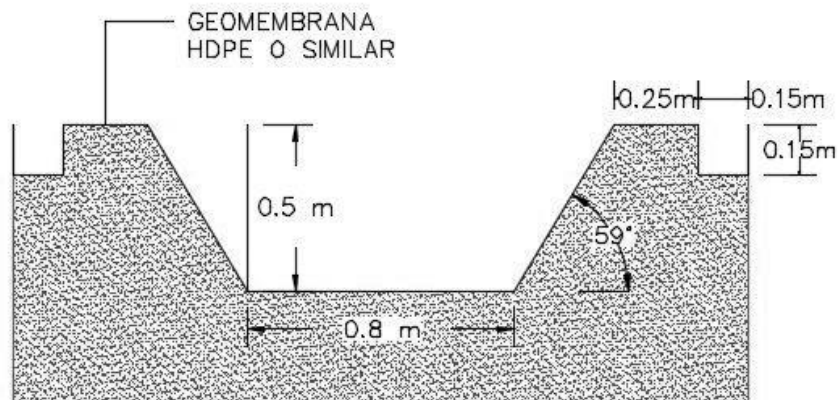


Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Adicionalmente a las obras anteriores se propone la construcción de canales flexibles de encole y descole hacia y desde los box couverts y alcantarillas proyectados, filtros francés longitudinales, zanjas de coronación y cunetas viales que garanticen una adecuada recolección y manejo de aguas en el sector.

Los canales flexibles propuestos se ubican sobre los taludes superiores al borde de la vía que permitan el acceso y la salida de las aguas a través del box couvert de la abscisa k25+030, en la Figura 20 se muestran los detalles de la sección transversal.

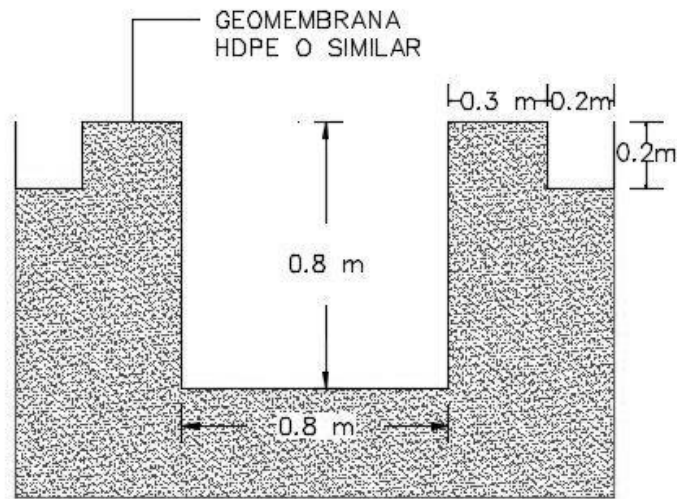
Figura 20. Sección transversal canal flexible trapezoidal



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Además se proyecta la construcción de un canal de sección rectangular flexible en el costado interno del borde de la vía, que entregara el flujo de agua proveniente de los taludes superiores hacia el box couvert de la abscisa k26+092. En la Figura 21 se muestran la sección transversal de este canal.

Figura 21. Sección transversal canal flexible rectangular

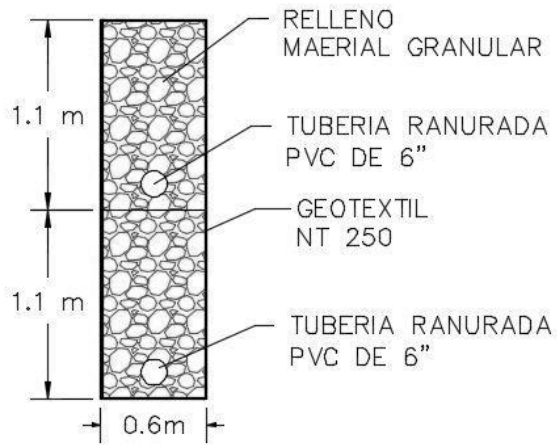


Fuente: TORRES ING. S.A.S.

Para el drenaje de los taludes superiores al costado interno de la vía se propone la construcción de un sistema de filtros longitudinales (0.6 m ancho X 2.2 m profundidad) los cuales deben drenar hacia los encoles de los dos box culvert del sector disminuyendo la saturación y por ende la presión de poros generada por el nivel freático del talud. El sistema del filtro francés consiste en la combinación de agregados con un geotextil no tejido punzonado por agujas y una tubería de PVC de 6" de diámetro que acumula el agua y la lleva a un caudal natural. En la Figura 22 se presenta la sección transversal propuesta.

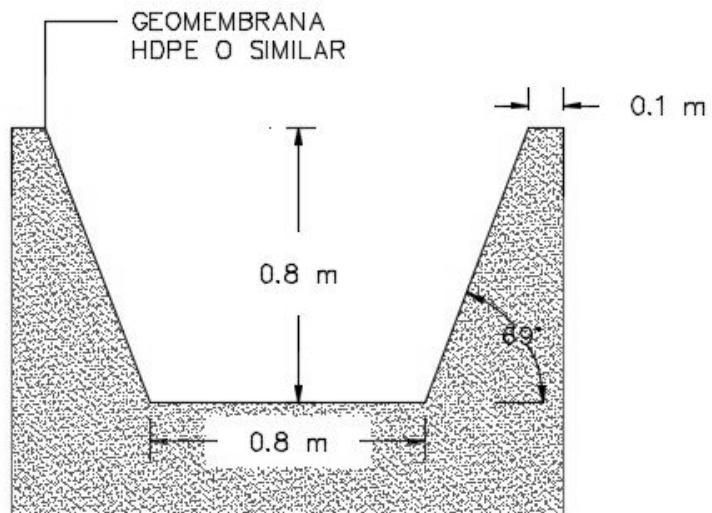
Y por último se proyecta la construcción de zanjas de coronación en los taludes superiores del costado interno de la vía que drenaran el flujo superficial de agua del sector hacia una caja recolectora, en la Figura 23 se presenta la sección transversal de las zanjas propuestas.

Figura 22. Sección transversal filtro francés doble



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

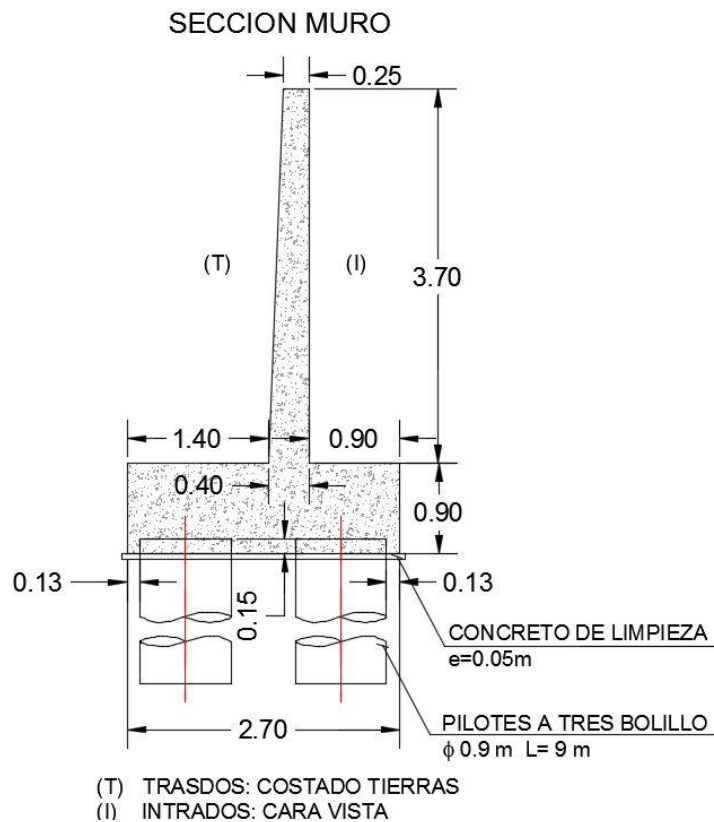
Figura 23. Sección transversal para zanjas de coronación



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

4.5.2 Obras de Contención. Se proyectó la construcción de una estructura de contención, que confine el movimiento y evite la pérdida de la banca, garantizando su estabilidad. En la Figura 24 se presenta la sección transversal de la obra propuesta. Esta estructura se ubicó en el costado externo de la vía a lo largo de todo el sector, en un tramo de 95 m aproximadamente. Con base a la exploración geotécnica su fundación se proyectó sobre dos filas de caissons en un estrato competente, a profundidades entre 9 y 12 m.

Figura 24. Sección transversal muro de contención



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

4.7 ACTIVIDADES ADICIONALES

Con la iniciativa del tutor de la práctica el Ing. Julio C. Torres se desarrolló una actividad adicional al proyecto, la cual consistió en la búsqueda y autoaprendizaje de un software para el procesamiento de imágenes con el cuál, a partir de las fotografías aéreas tomadas por el dron de la empresa generar superficies 3d y posteriormente levantamientos topográficos de baja precisión.

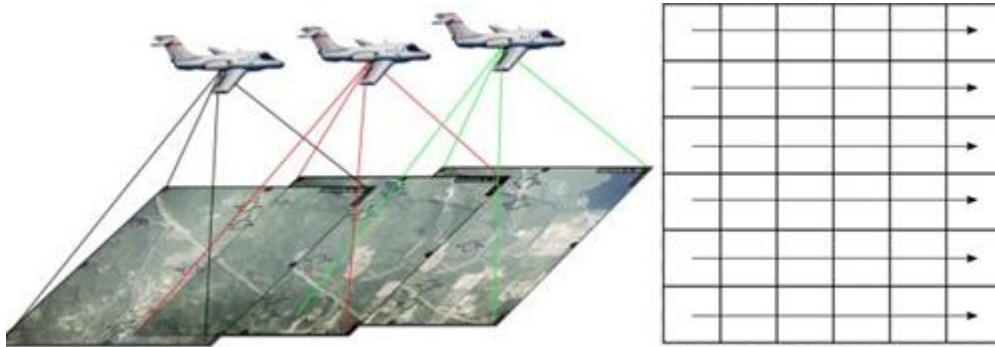
4.7.1 Metodología desarrollada. Para la creación básica de superficies 3D a partir del procesamiento de fotografías aéreas se desarrolla la siguiente metodología teniendo en cuenta la fase inicial de campo que contempla la toma de fotografías.

- **Fase de Campo**

Planeación logística y estratégica del área sobre la cual se desarrollara el modelo, identificando zonas de vuelo seguras y posibles rutas para la toma de las fotografías.

Establecer un plan de vuelo y realizar la toma de fotografías y/o video siguiendo un barrido a altura distancia focal constante, verificando traslapos de fotografías consecutivos, en la Figura 26 se observa un esquema del barrido fotográfico.

Figura 26. Esquema para toma de fotografías



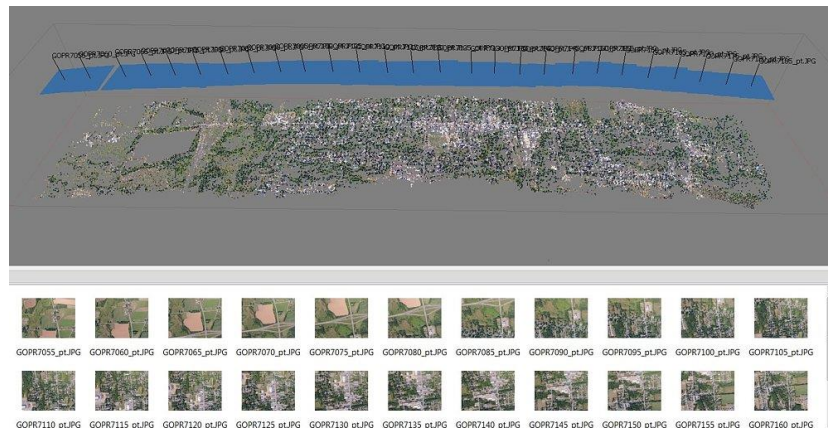
Fuente: Adaptado de ALLPE

Fase de Oficina

- Realizar la corrección de las fotografías con el programa PHOTOSHOP, debido a la distorsión del lente de la cámara del dron.
- Escoger las fotografías a utilizar en el procesamiento de las mismas para la creación de la superficie.
- Crear la superficie 3d en base a las fotografías aéreas.
- Asignar al modelo valores de cotas del terreno conocidas y medidas estándares.
- Crear las curvas de nivel con base a los valores y las medidas asignadas
- Exportar el modelo obtenido en formato PDF.

El software utilizado fue Agisoft PhotoScan V.10 con el cual se generaron superficies 3d preliminares, el cual básicamente ubica las fotografías en un plano espacial y una vez asignados parámetros de la cámara para obtener mayor precisión, el programa identifica puntos en común y los densifica como se observa en la Figura 27 se puede observar una de las superficies 3d generadas.

Figura 27. Generación de Superficies 3D



Fuente: Agisoft PhotoScann Professional V.1.0

Por último, dependiendo del nivel de calidad del modelo se especifican los parámetros en el modelo y se realiza la creación de la malla final y con esta la superficie 3d, en la se observa la superficie 3d creada del sector inestable k26+100 del corredor Gualilo- La Paz, y en el ANEXO C se presentan otros modelos obtenidos mediante esta técnica.

Figura 28. Superficies 3D Sector k26+100



Fuente: TORRES ING. S.A.S.

5. CONCLUSIONES

El sector presenta un deslizamiento de gran dimensión, el cual de acuerdo a las visitas técnicas, la topografía y los análisis y resultados de la exploración geotécnica presenta una dimensión de 200 m de longitud y alcanza una altura de hasta 80 m. La longitud del muro proyectado inicialmente es alrededor de 80 m siendo insuficiente para contener el deslizamiento, por lo cual el muro compuesto por caisson proyectado en el capítulo 4.5.2 se considera que es una propuesta conveniente para la contención del deslizamiento.

Se identificaron dos superficies de falla de 4 m y 12 m donde la roca disminuye sus propiedades considerablemente, y se puede asumir como una superficie de cizallamiento, por lo cual la cimentación del muro proyectado debe ser mínimo entre 9 y 12 m.

Se considera que la excavaciones de los caisson pueden continuar, una vez realizadas las obras hidráulicas proyectadas para el drenaje de la vía, con las cuales se pretende aumentar la estabilización del sector ya que se considera que la falta de manejo y control de las aguas que caen en el sector es un factor detonante que propicia el fenómeno de reptación y la disminución de las propiedades de resistencia de los materiales por saturación de poros.

Se recomienda instalar en el sector puntos de control topográficos con el fin de determinar los movimientos que pueda presentar el terreno y la estructura. Además para las excavaciones que se van a llevar a cabo se recomienda realizar entibados y durar el menor tiempo posible, abiertas. En las excavaciones para la construcción del filtro francés es probable encontrar materiales altamente consolidados siendo necesario utilizar compresor neumático para la rotura.

Las prácticas empresariales brindan la oportunidad al estudiante de enfrentar por vez primera los retos del mundo laboral al cual se van a enfrentar en un futuro cercano, permitiendo potenciar las habilidades y aptitudes del estudiante a partir de la experiencia adquirida durante el transcurso de la misma y así mismo aportando a la empresa el conocimiento formado en sus estudios universitarios. Es importante seguir permitiendo y fomentando esta modalidad de grado.

BIBLIOGRAFÍA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Normas Técnicas para el Control de Erosión y para la Realización de Estudios Geológicos, Geotécnicos e Hidrológicos. Bucaramanga: CDMB, 2009. 79 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado. I.N.V E123 -12. Bogotá D.C: INVIAS, 2012. 7 p

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Determinación del Limite Liquido de los Suelos. I.N.V E125 -12. Bogotá D.C: INVIAS, 2012. 8 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Limite Plástico e Índice de Plasticidad. I.N.V E126 -12. Bogotá D.C: INVIAS, 2012. 4 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Determinación en Laboratorio del Contenido de Agua (Humedad) de Suelo, Roca y Muestras de Suelo - Agregado. I.N.V. E122 - 12. Bogotá D.C: INVIAS, 2012. 8 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Determinación de la Resistencia al Corte, Método de Corte Directo (CD) (Consolidado Drenado). I.N.V E154 -12. Bogotá D.C: INVIAS, 2012. 9 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD - CCP14. Bogotá D.C: INVIAS, 2014.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN GEOCIENTIFICA, MINERO-AMBIENTAL Y NUCLEAR. Mapa generalizado del departamento de Santander. Memoria Explicativa por José María Royero Gutiérrez y Jairo Clavijo. Bogotá D.C: INGEOMINAS, 2001. 91 p.

SOLINCOL LTDA., Soluciones Integrales de Ingeniería y Consultoría. Estudios geotécnicos sitios críticos para el proyecto “Mantenimiento y mejoramiento corredor del Folclor y el Bocado La Paz – El Gualilo en el departamento de Santander”, Informe realizado por Ing. Oscar Javier Pardo Moreno. Bogotá D.C: SOLINCOL LTDA.; 2013. Serie de informes técnicos: Tomo III.

SUAREZ DÍAZ, Jaime. Deslizamientos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2009. 539 h.

SUAREZ DÍAZ, Jaime. Deslizamientos y Estabilidad de taludes en zonas tropicales. Instituto de Investigaciones sobre erosión y deslizamientos, 1998. 384 h.

TORRES ING. S.A.S. Departamento técnico 2015.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://torresingenieria.com.co> [citado 04 de Enero de 2016]
- [2] SEPÚLVEDA, Iván. Exploración Geotécnica [en línea] <http://www.erosion.com.co/exploracion-geotecnica.html> [citado 15 de Enero de 2016]
- [3] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Bogotá D.C.: INVIAS, 2013.
- [4] TORRES ING S.A.S. Estudios y diseños para el sector inestable k26+100 de la vía secundaria Gualilo-La Paz en el departamento de Santander. “Vol. 4” Ensayos de refracción Sísmica. Bucaramanga, 2015. 18 p.
- [5] TORRES ING S.A.S. Estudios y diseños para el sector inestable k26+100 de la vía secundaria Gualilo-La Paz en el departamento de Santander. “Vol. 3” Levantamiento Geológico Local y Regional. Bucaramanga, 2015. 43 p.
- [6] FELL, R. Landslide risk assessment and acceptable risk. 1994. Can Geotech J 31:261–272.
- [7] TORRES ING S.A.S. Estudios y diseños para el sector inestable k26+100 de la vía secundaria Gualilo-La Paz en el departamento de Santander. “Vol. 2” Caracterización y estudios hidrológicos. Bucaramanga, 2015. 23 p.

ANEXOS

ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Apiques manuales realizados



Sondeos con máquina de roto-percusión



Almacenamiento de Muestras Recuperadas



Sondeo geofísico – Línea de Refracción



Granulometría – Límites – Humedad

	RESULTADOS		VERSION 04	
	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN		REVISION 04	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN		UN.Y E-123 E-123 E-124		
PROYECTO:	ESTUDIOS Y DISEÑO PARA EL SECTOR COMERCIO DE LA MAQUINARIA LA PAZ-CURUBO EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ	TIPO DE ENSAYO:	SOLUCIÓN No. 02	
UBICACIÓN:	CERRO DE	MATERIAL:	CÓDIGO:	TOR-LAB-01
SACIOS:	Carretera Vial Cochabamba-La Paz	PROYECTO:		
LOCALIZACIÓN:	Carretera Vial y estación 2013	MATERIAL:	1.0000011	
DESCRIPCIÓN:	Arenas de Riego con Gravas		HOLA:	2
MUESTRA TOMADA:	Estación 2013		DE:	E

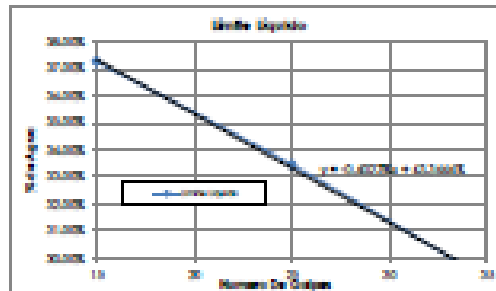
LÍMITES LÍQUIDO			
Deflexión No.	1	2	3
Número de golpes	10	25	50
Resistencia No.	202	234	214
W _L	31.2%	18.2%	18.2%
W _P	12.9%	12.2	12.9%
W _U	2.2%	2.4%	2.2%
PI	2.4%	2.2%	1.8%
PI	2.4	2.2	2.2
W _U	27.2%	30.6%	29.2%

LÍMITES PLÁSTICO		
Resistencia No.	240	230
W _L	32.2%	32.2%
W _P	9.6%	9.6%
W _U	2.2%	2.2%
PI	2.2%	2.2%
W _U	14.2%	14.2%

DATOS BÁSICOS	
Peso Residuo en gr.	502
Peso Residuo + muestra en gr.	1002
Peso Residuo + muestra lavado en gr.	1001
Peso muestra para límite 200	502

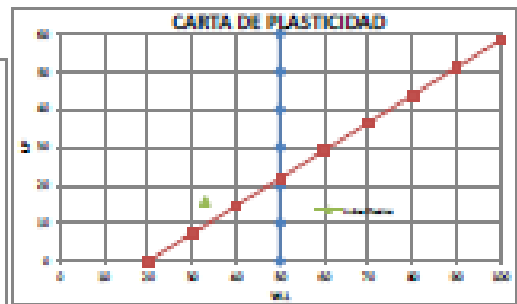
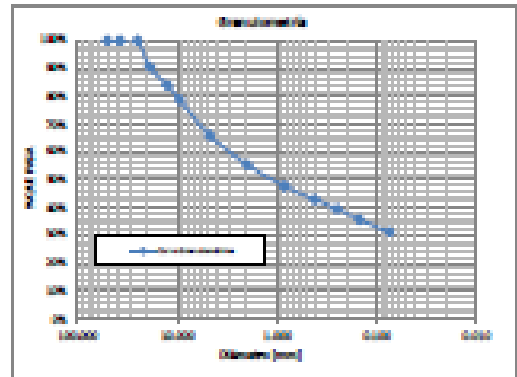
DATOS FINES	
Peso Residuo en gr.	502
Peso Residuo + muestra en gr.	501
Peso Residuo + muestra lavado en gr.	501
Peso muestra para límite 200 en	50

W _L = Peso Residuo / Muestra + Muestra en gr.	32.2%
W _P = Peso Residuo + Muestra Lavado en gr.	9.6%
W _U = Peso Residuo en gr.	2.2%
PI = Peso del Agua en gr.	2.2%
PI = Peso del Agua en gr.	2.2%
PI = Contenido de Agua en %	2.2%



No se permiten diferencias mayores a 2L entre dos ensayos de LF del mismo material

Porcentaje	100.00		75.00		50.00	
	Tamaño (mm)	Peso Material	El Reten.	El Reten. Agua	El Reten.	
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
1.18"	25.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
0.85"	15.000	1.20	0.24%	0.24%	99.76%	
0.60"	7.500	2.70	0.54%	0.54%	99.46%	
0.425"	4.750	1.40	0.28%	0.28%	99.72%	
0.30"	3.000	1.70	0.34%	0.34%	99.66%	
0.25"	2.500	1.00	0.20%	0.20%	99.80%	
0.15"	0.850	0.10	0.02%	0.02%	99.98%	
0.075"	0.425	0.40	0.08%	0.08%	99.92%	
0.075"	0.250	0.40	0.08%	0.08%	99.92%	
0.075"	0.150	0.20	0.04%	0.04%	99.96%	
0.075"	0.075	0.20	0.04%	0.04%	99.96%	
Fin	0.000	0.20	0.04%	0.04%	99.96%	



RESULTADOS	CLASIFICACIÓN
Límite Líquido <u>32.2%</u>	Límite de Gravas <u>0</u>
Límite plástico <u>9.6%</u>	ALAGADO <u>NO</u>
Límite de plasticidad <u>22.6%</u>	ALCALI <u>NO</u>
Gravas <u>0.0%</u>	
Arenas <u>100.0%</u>	
Fines <u>0.0%</u>	

ASEIT FORNAY
MEXICO

Corte Directo

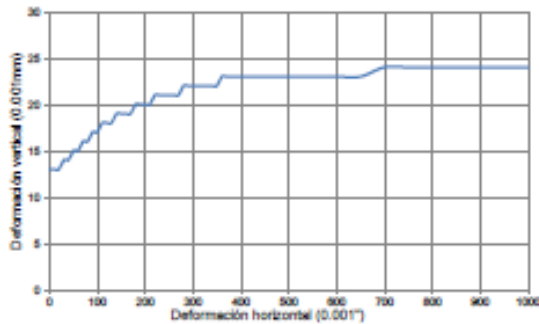
	RESULTADOS ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO I.N.V E-164	VERSION 03 27/12/2012	
	PROYECTO: DIAGNOSTICO HIDROLOGICO, GEOLOGICO, GEOTECNICO PARA DETERMINAR LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA INUNDACION DE LA QUEBRADA EN EL BARRIO LA ESPERANZA Y ESTABLECER LAS NORMAS NECESARIAS PARA MITIGAR LAS AMENAZAS	UBICACION: N 1157194 - E 1044864 SECTOR: Barrio La Esperanza, Velez - Santander SOLICITANTE: Alcaldia de Velez MUESTRA: Trincheras N°1	ENSAYO: Corte Directo MUESTRA: 1 PROF(m): 0.80 FECHA: 14/12/2015
DESCRIPCIÓN: Acilite de alta plasticidad, de color marron oscuro con contenido de arenas finas y fragmentos de lutita intercaladas con calizas mineralizadas con moscovita de tamaño maximo de 5 cm. Humedo. Consistencia Firme. Reaccion moderada al HCl.			

RESISTENCIA MÁXIMA AL CORTANTE PUNTO 1

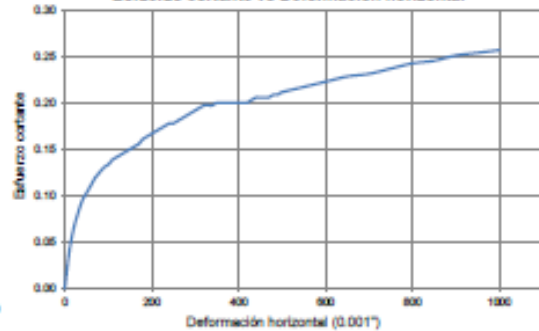
Carga [Kg]	7.37 Kg	Punto No	1
Esfuerzo vertical	0.205 Kg/cm ²	Velocidad Corte	0.50 mm/sg


DEFORMACIÓN		AREA CORREGIDA [cm ²]	CELDA		DEFORMACIÓN		AREA CORREGIDA [cm ²]	CELDA	
HORIZONTAL [1E-3 pulg]	VERTICAL [1E-3 mm]		DE CARGA [N]	DE CORTE [Kg/cm ²]	HORIZONTAL [1E-3 pulg]	VERTICAL [1E-3 mm]		DE CARGA [N]	DE CORTE [Kg/cm ²]
0	13	38.000	0	0.00050	310	22	35.9298	70	0.19484
10	13	35.9979	14	0.03889	320	22	35.9244	71	0.19794
20	13	35.9953	23	0.08390	330	22	35.9220	71	0.19785
30	14	35.9929	29	0.08057	340	22	35.9197	71	0.19788
40	14	35.9908	34	0.09447	350	22	35.9173	72	0.20048
50	15	35.9882	37	0.10281	360	23	35.9150	72	0.20047
60	15	35.9858	40	0.11115	370	23	35.9128	72	0.20049
70	16	35.9835	43	0.11950	380	23	35.9102	72	0.20050
80	16	35.9811	45	0.12507	390	23	35.9079	72	0.20051
90	17	35.9787	47	0.13063	400	23	35.9056	72	0.20053
100	17	35.9764	48	0.13342	410	23	35.9031	72	0.20054
110	18	35.9740	50	0.13899	420	23	35.9008	72	0.20055
120	18	35.9717	51	0.14178	430	23	35.8984	73	0.20335
130	18	35.9693	52	0.14457	440	23	35.8961	74	0.20615
140	19	35.9669	53	0.14738	450	23	35.8937	74	0.20616
150	19	35.9646	54	0.15015	460	23	35.8913	74	0.20618
160	19	35.9622	55	0.15294	470	23	35.8890	74	0.20619
170	19	35.9598	56	0.15573	480	23	35.8866	75	0.20899
180	20	35.9575	58	0.16130	490	23	35.8843	75	0.20901
190	20	35.9551	59	0.16409	500	23	35.8819	76	0.21181
200	20	35.9528	60	0.16889	550	23	35.8701	78	0.21745
210	20	35.9504	61	0.16968	600	23	35.8583	80	0.22310
220	21	35.9480	62	0.17247	650	23	35.8465	82	0.22875
230	21	35.9457	63	0.17528	700	24	35.8348	83	0.23182
240	21	35.9433	64	0.17808	750	24	35.8230	85	0.23728
250	21	35.9409	64	0.17807	800	24	35.8112	87	0.24294
260	21	35.9386	65	0.18088	850	24	35.7992	88	0.24582
270	21	35.9362	66	0.18368	900	24	35.7874	90	0.25149
280	22	35.9339	67	0.18645	950	24	35.7756	91	0.25438
290	22	35.9315	68	0.18925	1000	24	35.7638	92	0.25724
300	22	35.9291	69	0.19204	1050	24	35.7520	94	0.26292

Deformación vertical



Esfuerzo cortante vs Deformación horizontal

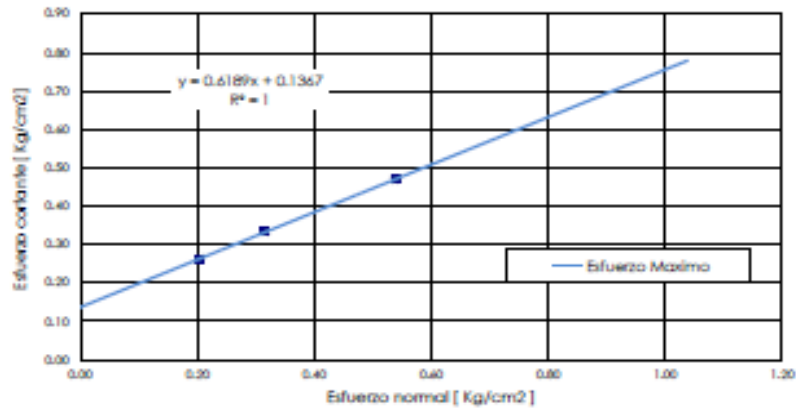


	RESULTADOS ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO LN.V E-164		VERSION 03	
			27/12/2012	
PROYECTO: DIAGNOSTICO HIDROLOGICO, GEOLOGICO, GEOTECNICO PARA DETERMINAR LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA INUNDACION DE LA QUEBRADA EN EL BARRIO LA ESPERANZA Y ESTABLECER			CÓDIGO	TOR-LAB-04
UBICACIÓN: N 1157194 - E 1044864	ENSAYO: Corte Directo			
SECTOR: Barrio La Esperanza, Velez - Sarbander	MUESTRA: 1		HOJA	5
SOLICITANTE: Alcaldía de Velez	PROF(m): 0.50			
MUESTRA: Trinchera N°1	FECHA: 14/12/2015		DE	5
DESCRIPCIÓN: Arcilla de alta plasticidad, de color marrón oscuro con contenido de arenas finas y fragmentos de lutita intercaladas con calizas mineralizadas con moscovita de tamaño máximo de 5 cm. Humeda. Consistencia Firme. Reaccion moderada al HCl.				

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

Prueba Numero	Esfuerzo Normal Kg/cm ²	Esfuerzo Cortante Máximo Kg/cm ²
1	0.225	0.263
2	0.318	0.333
3	0.538	0.469


ENVOLVENTE DE FALLA



Parámetros	
Ángulo de fricción interna [°]	31.751
Cohesión [Kg/cm ²]	0.1367
Cohesión [Ton/m ²]	1.367
Ángulo de dilatación [°]	0

JULIO CESAR TORRES
REVISO

Compresión Inconfinada

 PARAMETROS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA COMPRESION CONFINADA Normas INV-E 152 ASTM 2166						
EMPRESA						
LOCALIZACIÓN		Sector Inestable K26+100 Guallío - La Paz				
SONDEO No.	51	Muestra:				
		Profundidad:	5,4 - 7,0 m.			
Descripción del suelo:						
Estado de la muestra:						
Alterada <input type="checkbox"/>		Humeda <input type="checkbox"/>				
Inalterada <input checked="" type="checkbox"/>		Saturada <input type="checkbox"/>				
Fecha Ensayo:		18/08/2015				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA						
Diametro inferior (cm):	4,7	Peso humedo (grs):	-			
Diametro medio (cm):	4,69	Peso seco (grs):	-			
Diametro Superior (cm):	4,69	peso de la tara (grs):	-			
Diametro Promedio (cm):	4,69	Peso de la muestra (grs):	471,2			
Largo ini (cm):	10,71	Peso Unitario seco (grs/cm3):	2,54			
Area (cm2):	17,3	Esbeltez (L/D):	2,3			
Volumen (cm3):	185,3	Largo final (cm):	-			
APLICACIONES DE CARGA						
Lectura del dial de deformación (0.01 mm)	Lectura de carga (KN)	Esfuerzo(Mpa)	Lectura del dial de deformación (0.01 mm)	Lectura de carga (KN)	Esfuerzo(Mpa)	Lectura del dial de deformación (0.01 mm)
0,10	0,185	0,11				
0,20	0,320	0,18				
0,30	0,595	0,34				
0,40	0,895	0,52				
0,50	1,180	0,68				
0,60	1,490	0,86				
0,70	1,850	1,07				
0,80	2,280	1,32				
0,90	2,775	1,60				
1,00	3,300	1,91				
1,10	3,800	2,20				
1,20	4,330	2,50				
1,30	4,850	2,80				
1,40	5,380	3,11				
1,50	6,160	3,56				
1,60	4,270	2,47				
1,70	3,540	2,05				
1,80	3,400	1,97				
1,90	3,680	2,13				
2,00	4,050	2,34				
2,10	2,900	1,68				
2,20	2,200	1,27				
2,30						
2,40						
2,50						
2,60						
2,70						
2,80						
2,90						
3,00						

ANEXO C. MODELOS 3D REALIZADOS
Sitio Inestable k26+100 Gualilo-La Paz



Vía La Renta – San Vicente



Casco Urbano del Municipio de Vélez



Generado por TORRES ING S.A.S 2015