

PASANTÍA “APOYO Y SOPORTE TÉCNICO A LA SUPERVISIÓN DE
CONTRATOS DE EJECUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y DE
MANTENIMIENTO Y ADECUACIÓN DE COLEGIOS OFICIALES DEL MUNICIPIO
DE TUNJA”

JULIAN CAMILO MARIÑO VILLAMIL

UNIVERSIDAD SANTO TOMÀS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TUNJA
2018

PASANTÍA “APOYO Y SOPORTE TÉCNICO A LA SUPERVISIÓN DE
CONTRATOS DE EJECUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y DE
MANTENIMIENTO Y ADECUACIÓN DE COLEGIOS OFICIALES DEL MUNICIPIO
DE TUNJA”

JULIAN CAMILO MARIÑO VILLAMIL

PROYECTO DE GRADO

Tutor

Ing. ANDRES FELIPE BERNAL VILLATE

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TUNJA
2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme la posibilidad de tener una familia hermosa la cual es mi motivación diaria y la cual me brindo apoyo y acompañamiento, enseñándome a persistir y a trabajar duro por las cosas y los objetivos que me propongo cada día.

A la Universidad Santo Tomás y al equipo de docentes que me formaron profesionalmente, ética y personalmente.

Al ingeniero Daniel Alberto Moreno Oliveros, Quien me dió la confianza para poder creer en mis capacidades como persona y profesional.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la fortaleza para seguir adelante en los momentos más duros de mi vida.

A mi Madre

Por ser la persona a quien más admiro en el mundo, por haberme permitido dar un paso gigante en este camino llamado vida, que gracias a su esfuerzo diario y apoyo incondicional, hoy en día puedo decir "lo logre gracias a ella". Nunca podre recompensarle todo lo que ha hecho por mí.

A mi sobrina

Por ser el motorcito de mi vida y la razón por la cual lucho cada día

A mi Familia

A mis hermanos y a mi padre, que con sus grandes virtudes me guiaron siempre a ser una persona correcta y a trabajar cada día.

Nota de Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Tunja. 17 de julio de 2018

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	16
2.	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE DESARROLLO PROYECTO	19
3.2.1	Objetivos	20
3.2.2	Misión	20
3.2.3	Visión	20
4.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	22
4.1	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL INSTITUCIONAL “ARTESANOS DEL SABER”	22
4.1.1	Visita técnica al centro de desarrollo infantil institucional “artesanos del saber”	24
4.1.2	Elaboración de planos de la institución.....	25
4.1.3	Apoyo a la elaboración de diseños	26
4.1.3.1.	Diseño de rampas de acceso para personas con diversidad funcional.....	27
4.1.3.2.	Diseño de filtro de drenaje	28
4.1.3.3.	Diseño de cuneta revestida en concreto	28
4.1.3.4.	Obras de mantenimiento sugeridas.....	29
4.2	TALUD AVENIDA ORIENTAL	30
4.3	COLAPSO DEL MURO – BARRIO LAS NIEVES	35
4.3.1.	Fotografías y observaciones.....	37

4.4	TALUD BARRIO EL DORADO	39
4.4.1.	Reconfiguración geométrica del telón de pilotes.....	40
4.4.2.	Diseño de escalera contigua a la obra de estabilización.....	41
4.4.3.	Visitas Técnicas Semanales Barrio El Dorado.....	43
4.5	APOYO A LA SUPERVISIÓN EN EL COLEGIO INEM SEDE AMÉRICAS Y APOYO A LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS.....	48
4.5.1.	DISEÑO DE MURO MECÁNICAMENTE ESTABILIZADO	50
4.5.2.	APOYO AL DISEÑO DE TELÓN DE PILOTES CON VIGA DE CONEXIÓN SOMETIDOS A CARGA LATERAL	52
4.5.2.1.	Análisis sísmico (seudoestático).....	53
4.5.2.2.	Identificación de parámetros mecánicos del suelo	54
4.5.2.3.	Cálculo de coeficiente sísmico en el muro de contención y pilotes (activo y pasivo) a partir de la teoría de Mononobe Okabe.....	56
4.5.2.4.	Cálculo de empujes de tierra a partir de la teoría de coulomb.....	57
4.5.2.4.1.	Cálculo de empuje de tierra activo en el muro de contención 57	
4.5.2.4.2.	Cálculo de empuje activo y pasivo de suelos sobre el telón de pilotes 59	
4.5.2.4.3.	Diferencia de presiones activas.....	59
4.5.2.4.4.	Cálculo de peso específico que representa el empuje ejercido en la estructura de pilotes.....	59
4.5.2.5.	MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TELÓN DE PILOTES EN EL SOFTWARE GEO 5.....	60
4.5.2.6.	DISEÑO DE VIGA DE CONEXIÓN	62
4.5.2.7.	MODELACIÓN EN REVIT, PLANOS, CANTIDADES Y PRESUPUESTO.....	64

4.5.2.8.	CONSTRUCCIÓN DE PILOTES	67
4.5.3.	DISEÑO DE MURO ESTRUCTURAL	71
4.6	BARRIO EL RODEO	73
4.6.1.	APOYO AL DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN	74
4.6.2.	MODELADO EN EL SOFTWARE GEO5	76
4.6.2.1.	Análisis de estabilidad del muro	76
4.6.2.2.	Análisis de la estabilidad del Talud:	79
4.6.3.	MODELADO EN REVIT 2018.....	80
4.7	VISITAS TÉCNICAS.....	84
4.7.1.	INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL DEL SUR SEDE "BARON GERMANIA"	84
4.7.2.	INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL DEL SUR SEDE "BARON GALLERO"	85
4.7.3.	INSTITUCIÓN EDUCATIVA LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR "SEDE TRINIDAD"	86
4.7.4.	INSTITUCIÓN EDUCATIVA SILVINO RODRÍGUEZ SEDE "DORADO".	87
4.7.5.	INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ SANDOVAL SEDE " LA COLORADA"	87
4.7.6.	ESCUELA NORMAL SUPERIOR SANTIAGO DE TUNJA SEDE "JARDÍN NACIONAL"	88
4.7.7.	ESCUELA NORMAL SUPERIOR SANTIAGO DE TUNJA SEDE "PARQUE PINZÓN"	88
5.	APORTES DEL TRABAJO.....	90
5.1	COGNITIVOS	90
5.2	A LA COMUNIDAD.....	97

6.	IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	99
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
8.	GLOSARIO	103
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	106
10.	APENDICES Y ANEXOS (DIGITAL)	107
10.1.	Anexo 1. Bitácoras	107
	Bitácora semana 1	107
	Bitácora semana 2	107
	Bitácora semana 3	107
	Bitácora semana 4	107
	Bitácora semana 5	107
	Bitácora semana 6	107
	Bitácora semana 7	107
	Bitácora semana 8	107
	Bitácora semana 9	107
	Bitácora semana 10	107
	Bitácora semana 11	107
	Bitácora semana 12	107
	Bitácora semana 13	107
	Bitácora semana 14	107
10.2.	Anexo 2. Planos - Colegio artesanos del saber	107
10.3.	anexo 3. Planos de diseño de rampas, filtro de drenaje y cuneta - Colegio artesanos del saber	107
10.4.	anexo 4. Presupuesto - Colegio artesanos del saber	107

10.5.	anexo 5. Calculo de resistencia del concreto a partir de la prueba de esclerometría.....	107
10.6.	anexo 6. planos - muro colapsado - Barrio las nieves.....	107
10.7.	anexo 7. planos - escalera - barrio el dorado.....	107
10.8.	anexo 8. planos - muro mecánicamente estabilizado con geotextil - colegio Inem sede Américas.	107
10.9.	anexo 9. informe software Geosoft de muro mecánicamente estabilizado con geotextil.	107
10.10.	anexo 10. planos - sistema de pilotes - colegio Inem sede Américas. 107	
10.11.	anexo 11. Presupuesto de sistema de pilotes y muro de cerramiento - colegio Inem sede Américas.	108
10.12.	anexo 12. Cartilla de acero del sistema de pilotes - colegio Inem sede Américas.	108
10.13.	anexo 13. Plano - muro de cerramiento en mampostería estructural – colegio Inem sede Américas.	108
10.14.	anexo 14. planos - Muro de contención con contrafuertes – Barrio el rodeo 108	
10.15.	anexo 15. Presupuesto - Muro de contención con contrafuertes – Barrio el rodeo 108	
10.16.	anexo 16. Cartilla de acero - Muro de contención con contrafuertes – Barrio el Rodeo	108
10.17.	anexo 17. registro fotográfico - apoyo a la supervisión - Colegio artesanos del saber.....	108
10.18.	anexo 18. registro fotográfico - apoyo a la supervisión - colegio Inem sede Américas.....	108

10.19.	anexo 19. registro fotográfico - apoyo a la supervisión - colegio Inem sede Piloto.....	108
10.20.	anexo 20. registro fotográfico - apoyo a la supervisión - Talud barrio el dorado. 108	
10.21.	anexo 21. registro fotográfico - apoyo a la supervisión - Talud avenida oriental. 108	
10.22.	anexo 22. registro fotográfico - Visita técnica – barrio el rodeo.	108
10.23.	anexo 23. registro fotográfico - Visita técnica – barrio las NIEVES....	108
10.24.	anexo 24. registro fotográfico - Visita técnica a colegios oficiales del municipio de Tunja	108
	• Registro fotográfico - Visita técnica – Institución educativa rural del sur sede "BARON GERMANIA".....	108
	• Registro fotográfico - Visita técnica – Institución educativa rural del sur sede "BARON GALLERO".....	108
	• Registro fotográfico - Visita técnica – Colegio libertador sede “EL TRIUNFO”.....	109
	• Registro fotográfico - Visita técnica - institución educativa Silvino Rodríguez sede "DORADO".	109
	• Registro fotográfico - Visita técnica - Institución educativa Antonio José Sandoval sede " LA COLORADA".	109
	• Registro fotográfico - Visita técnica - Escuela Normal Superior Santiago de Tunja sede “PARQUE PINZÓN”.	109
	• Registro fotográfico - Visita técnica - Escuela Normal Superior Santiago de Tunja sede “JARDÍN NACIONAL INFANTIL”	109
10.25.	ANEXO 25. VIDEOS	109
	• Video de sistema de pilotes en Revit.....	109

• Video de sistema de pilotes en Geo5	109
• Video de sistema de pilotes en SAP 2000.....	109
• Video de muro de contención en Revit.....	109
10.26. ANEXO 26. Convenio.	109

GRAFICAS

Pág.

Grafica. 1 Curva para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo al índice de rebote del esclerómetro.	32
Grafica. 2 Curva para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo al índice de rebote del esclerómetro.	33

IMÁGENES

Pág.

Imagen. 1 Mapa- Tunja en Boyacá.....	19
Imagen. 2 Organigrama Alcaldía Mayor De Tunja	21
Imagen. 3 Vista frontal del talud de la avenida oriental.....	31
Imagen. 4 Casa colonial las nieves - Fisuras.....	37
Imagen. 5 Casa colonial las nieves - Colapso	37
Imagen. 6 Muro en riesgo de colapso – Vista exterior.	38
Imagen. 7 Sección transversal del pilote cuadrado.....	40
Imagen. 8 Armado de acero de pilotes cuadrados.....	41
Imagen. 9 Empradización de muros mecánicamente estabilizados con geotextil y geomalla	47
Imagen. 10 Plano – Corte transversal del muro mecánicamente estabilizado con geotextil.	50
Imagen. 11 Calculo de coeficiente de presión pasiva	56
Imagen. 12 Corte perfil – Dimensiones de muro de contención existente.	58
Imagen. 13 Modelo en 3D del sistema de telón de pilotes.....	61
Imagen. 14 Menú – Superficie de falla critica	62
Imagen. 15 Grafica de esfuerzos producidos por los empujes del suelo	63
Imagen. 16 Modelo 3D del telón de pilotes.....	65
Imagen. 17 Pilotes desencofrados.....	67
Imagen. 18 Sistema de pilotes y muro con geotextil finalizados	71
Imagen. 19 Barrio el rodeo - Cara del talud	73
Imagen. 20 Fuerzas aplicadas en el modelo	77
Imagen. 21 Análisis de estabilidad del talud	79
Imagen. 22 . Modelo en 3D del muro de contención con contrafuertes y mampostería estructural.	81

TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Presupuesto para el centro de desarrollo infantil institucional “Artesanos del Saber”: construcción de rampas de acceso, filtro de drenaje y mantenimiento	29
Tabla 2 Resultados del índice de rebote de la prueba de esclerometría por parte del contratista.....	34
Tabla 3 Parámetros mecánicos de suelo asignados para el diseño	49
Tabla 4 Comparación de parámetros mecánicos de suelo obtenidos.....	55
Tabla 5 Resultados de análisis de estabilidad de talud	62
Tabla 6 Presupuesto - Sistema de contención con pantalla de pilotes y cerramiento en muro estructural para el colegio Inem sede Américas	66
Tabla 7 Datos Utilizados en el diseño.....	75
Tabla 8 Resultados de análisis de estabilidad de talud	80
Tabla 9 Presupuesto - Muro con contrafuertes para el barrio el rodeo	83

RESUMEN

Como parte de algunas labores desempeñadas, el ingeniero civil debe enfrentarse diariamente al ejercicio práctico en donde debe disponer de habilidades y destrezas para el desarrollo de diferentes problemas o actividades, donde se requiere de todas las aptitudes y capacidades técnicas que dan la posibilidad de generar soluciones óptimas y eficientes acordes a la necesidad de la comunidad en general.

Dentro de las labores desarrolladas en la etapa de pasantía (tarea que se realizó en la secretaria de infraestructura del Municipio de Tunja) explicitas en este documento se encuentran las siguientes: realizar apoyo a la atención de PQR (peticiones, quejas o reclamos), desarrollar visitas técnicas y realizar apoyo en la elaboración de diseños ingenieriles.

Por otra parte se realizaron análisis sísmicos de las zonas de estudio, al igual que se desarrolló la investigación de parámetros mecánicos del suelo y el respectivo cálculo de coeficientes sísmicos para el cálculo de las presiones de tierras para la elaboración de los diferentes diseños geotécnicos - estructurales.

Se identificaron las diferentes obras de mantenimiento que se deben adelantar en pro del buen funcionamiento de las instalaciones de los colegios oficiales, también se realizaron actividades como la redistribución de acero en sección transversal de pilotes, elaboración de ensayos de laboratorio, realización de pruebas de esclerometría, elaboración de planos, presupuestos, cartillas de acero e informes, al igual que modelos en Revit, Geo5 y Sap2000, con el fin de desarrollar los respectivos análisis de estabilidad y de falla de las diferentes obras contempladas en el desarrollo de la práctica.

Palabras clave: Supervisión, Control, Apoyo.

SUMMARY

As part of some tasks carried out, the civil engineer must face daily to the practical exercise where he must dispose skills and abilities for the development of different problems or activities, where all the aptitudes and technical capacities are required that give the possibility of generating solutions optimal and efficient according to the needs of the community in general.

Within the tasks developed in the internship stage (task that was carried out in the Secretary Infrastructure of Tunja) explicit in this document are the following: to support the attention of RCC (petitions, complaints or claims), develop technical visits and support in the development of engineering designs.

Moreover, seismic analysis of the study areas was carried out, as well as the investigation of mechanical parameters of the soil and the respective calculation of seismic coefficients for the calculation of the earth pressures for the elaboration of the different geotechnical - structural designs.

Were identified the different maintenance works that should be overtaken in order to ensure the good functioning of the facilities of the official schools, there were also made activities such as the steel redistribution in the cross section of piles, the elaboration of laboratory essays, the elaboration of sclerometry tests, realization of plans, budgets, steel cards and reports, as well as models in Revit, Geo5 and Sap2000, in order to develop the respective analysis of stability and failure of the different works contemplated in the development of the practice.

Keywords: Supervision, Control, Support.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo describe de una forma puntual los aportes y las labores ejecutadas dentro del periodo comprendido, entre el 30 de enero de 2018 y el 10 de mayo del mismo año, donde se menciona cada una las actividades que se realizaron en beneficio de la comunidad y de la secretaria de infraestructura, dependencia subyacente de la alcaldía mayor de la ciudad de Tunja, competente en el tema que concierne a apoyar la función pública municipal, mediante procesos que permiten atender el mejoramiento de la malla vial de la ciudad, el espacio público y demás obras de infraestructura, al igual que la prevención y atención de desastres.

Este trabajo se centra especialmente sobre dos temas muy importantes, el estado actual de algunos colegios oficiales y la mitigación del riesgo en algunos puntos particulares de la ciudad; la secretaria de infraestructura actualmente desarrolla obras que benefician y solventan en gran número las necesidades de la comunidad, generando aportes significativos que generan progreso.

Como principal función desempeñada en la secretaria de infraestructura, se brindó apoyo y soporte técnico a la supervisión en contratos de ejecución de estabilización de masas y de mantenimiento y adecuación de colegios oficiales del municipio de Tunja, generando procesos que aportaron en pro del éxito de cada una de las labores en las que se intervino durante este periodo de tiempo donde se estuvo involucrado.

Para las instituciones educativas, en los principales puntos donde se realizaron intervenciones en las que se brindó apoyo fueron las siguientes: centro de desarrollo infantil “ARTESANOS DEL SABER”, colegio Inem sede “AMÉRICAS”, colegio Inem sede “PILOTO”, talud de la avenida oriental a la altura del viaducto, talud del Barrio el Dorado, talud del barrio el rodeo y el colapso del muro de retención ubicado en el

barrio las Nieves, al igual que se realizaron visitas técnicas a los siguientes colegios: institución educativa rural del sur sede "BARON GERMANIA", institución educativa rural del sur sede "BARON GALLERO", institución educativa Antonio José Sandoval sede "LA COLORADA", colegio libertador sede "EL TRIUNFO", institución educativa Silvino Rodríguez sede "DORADO", Escuela Normal Superior Santiago de Tunja sede "PARQUE PINZÓN" y sede "JARDÍN NACIONAL INFANTIL", en las cuales se realizaron actividades de supervisión, al igual que visitas técnicas, donde se desarrollaron los diferentes informes y valoraciones

Las principales labores que se realizaron en la entidad fueron las siguientes: visitas técnicas, replanteos, trabajo de campo, control de calidad del concreto, seguimiento, desarrollo de planos, construcción de presupuestos, apoyo a diseños geotécnicos, apoyo a diseños de accesibilidad para discapacitados, planos, soporte técnico, informes técnicos, formulación de proyectos y demás acciones que se vieron involucrados de forma relevante en el desarrollo de la pasantía, generando aportes significativos desde el punto de vista profesional, con los cuales se brindó soluciones claras y eficientes, velando por el cumplimiento de los diferentes objetos contractuales establecidos en los diferentes contratos a los que se les hizo seguimiento..

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proporcionar apoyo y soporte técnico a la supervisión de contratos, los cuales corresponden a la ejecución de estabilización de taludes como también el mantenimiento y adecuación de colegios oficiales del municipio de Tunja.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Brindar soporte técnico ingenieril a la supervisión en obras de mantenimiento y adecuación de algunas instituciones educativas oficiales del municipio de Tunja.
- Apoyar a la supervisión en la verificación de procesos constructivos y de control de calidad a través del cumplimiento de especificaciones técnicas de construcción.
- Realizar apoyo, seguimiento y control de obras a cargo de la secretaria de infraestructura del municipio de Tunja.
- Apoyar la consecución de diseños de obras de infraestructura.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE DESARROLLO PROYECTO

3.1 CARACTERÍSTICAS TERRITORIALES¹

Tunja, capital del departamento de Boyacá, tuvo su fundación hispánica el 6 de agosto de 1539 por el Capitán Gonzalo Suárez Rendón, sobre los cercados Chibchas. Se encuentra ubicada en el centro del Departamento de Boyacá a una altitud de 2.782 metros sobre el nivel del mar, tiene una superficie total de 11.962,72 Ha, 120 km², que equivalen al 0.5% del área del departamento, la densidad poblacional es de 1.596,44 personas por km² y la temperatura promedio de 13°C.

El municipio de Tunja, se encuentra dividido en 200 desarrollos urbanísticos (zona urbana) y 10 veredas (Pirgua, Runta, Chorroblanco, Tras del Alto, La Esperanza, Porvenir, Barón Germania, Barón Gallero, La Lajita, La Hoya).

Imagen. 1 Mapa- Tunja en Boyacá



Fuente: La historia con mapas. (2015). ²

¹ (UPTC Y ALCALDIA MAYOR DE TUNJA, Caracterización socio-económica de Tunja y de la región central, Capítulo 2.2 Contexto regional.

² (<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1174650>)

3.2 ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA

3.2.1 Objetivos ³

La Alcaldía Mayor de Tunja es una entidad pública encargada de:

- Mejorar la eficiencia, eficacia y efectividad en la prestación de los servicios que demanda la ciudadanía, tanto en el área urbana, como en el sector rural.
- Mejorar la comunicación e interacción con la comunidad y al interior del gobierno municipal.
- Mejorar las capacidades de monitoreo y evaluación con fines de mejoramiento continuo.
- Mejorar las competencias, capacidades, seguridad y salud de los servidores públicos, para laborar en condiciones dignas y poder prestar mejores servicios.

3.2.2 Misión ⁴

Garantizar el bienestar general y el mejoramiento de la condición de vida de los habitantes de Tunja, a través de la prestación de servicios de calidad, en cumplimiento de las competencias definidas en la Constitución Política y demás normas complementarias.

3.2.3 Visión ⁵

La Alcaldía de Tunja, es una entidad pública que trabaja en equipo, dando prioridad al interés general y al desarrollo social, con base en el aprovechamiento de nuestras.

³ (http://www.tunja-boyaca.gov.co/quienes_somos.shtml#funciones)

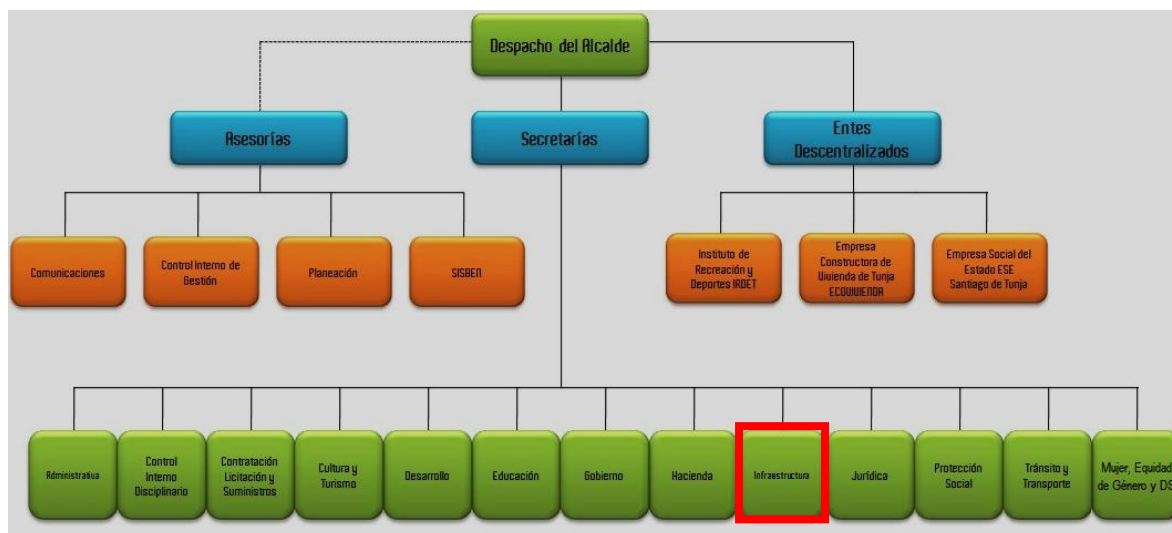
⁴ (http://www.tunja-boyaca.gov.co/quienes_somos.shtml#mision)

⁵ (http://www.tunja-boyaca.gov.co/quienes_somos.shtml#vision)

3.3 SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA⁶

La secretaria de infraestructura es una de las 13 dependencias que componen la gestión pública en cabeza del señor alcalde, en donde se tiene como misión apoyar la función pública municipal, mediante procesos que permitan atender diligentemente el mejoramiento de la red vial del municipio, el espacio público y demás obras de infraestructura, al igual que la prevención y atención de desastres, utilizando en forma racional todos los recursos que se disponen, buscando siempre el bienestar social de la municipalidad.

Imagen. 2 Organigrama Alcaldía Mayor De Tunja



Autor: Pagina WEB – Alcaldía Mayor De Tunja

⁶ <http://www.tunja-boyaca.gov.co/index.shtml?apc=cdxx--381&x=326>

4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

A continuación se presentan los lugares en los cuales se realizó alguna intervención o se fue participe de algún proceso encaminado a dar cumplimiento con los objetivos expresados en este documento.

4.1 CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL INSTITUCIONAL “ARTESANOS DEL SABER”

Dando atención a un PQR (petición, queja o reclamo) presentado a la secretaria de educación, donde se solicita apoyo a la secretaria de infraestructura para que personal idóneo realice una visita técnica al Centro de desarrollo infantil institucional “artesanos del saber” ubicado en la carrera 17 # 26-33 del barrio el Carmen, con el fin de conocer las necesidades y problemas con los que cuenta la planta física de la institución.

Atendiendo a lo anterior, se realiza la visita técnica donde se realiza un registro fotográfico y se determinan las principales necesidades, también se hace levantamiento de la zona con el fin de buscar soluciones a problemas de accesibilidad, seguridad y bienestar. Se expone lo encontrado con el arquitecto Ricardo Cristancho, donde mancomunadamente se plantean diseños y se elabora el presupuesto para las obras prioritarias en la institución, llegando a la conclusión de desarrollar principalmente obras de infraestructura como rampas de acceso, al igual que generar una solución al problema de emposamiento de agua en los salones, como también obras de mantenimiento y adecuación en la planta física de la institución.

En las visitas técnicas se realizó el replanteo de las cotas en sitio de la posible ubicación de cada rampa propuesta como solución de accesibilidad, al igual que se

realizó la cubicación de material de demolición, además de eso, se tomaron medidas de pendientes, alturas y longitudes para realizar un óptimo trazado de cada estructura, incluyendo lo que son las dos rampas y el filtro de drenaje planteado como solución a los problemas de humedad de algunos salones de la institución.

Las rampas de accesibilidad, se diseñaron según la norma técnica NTC 4201 "accesibilidad de las personas al medio físico, edificios, equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas", junto con la NTC 4143 "accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y espacios urbanos. Rampas fijas adecuadas y básicas".

Se establecen según normas técnicas colombianas los diseños de las rampas de accesibilidad para personas con diversidad funcional, con pendientes máximas del 12%, generando conexiones entre los diferentes puntos clave de la institución, con el fin de generar seguridad y accesibilidad a los niños de 3 a 5 años que actualmente hacen uso del servicio educativo en ese sector del barrio el Carmen del municipio de Tunja.

Se establecen a continuación los lineamientos por los cuales se ciñe la propuesta:

- La institución Infraestructura de acceso incapaz de suplir las necesidades y de aportar seguridad en cuanto al tema de accesibilidad para los estudiantes.
- Actualmente la ley colombiana exige que todas las instituciones públicas posean infraestructura con ciertos parámetros, en concordancia con las normas técnicas colombianas, para generar espacios incluyentes a las personas con diversidad funcional.
- Se identificaran, analizaran y evaluarán los problemas encontrados y se diseñaran obras para buscar soluciones a las necesidades más críticas de la institución.

4.1.1 Visita técnica al centro de desarrollo infantil institucional “artesanos del saber”

En el anexo 20, se presenta el registro fotográfico de las visitas realizadas y a continuación se exponen las apreciaciones sobre las observaciones realizadas, con el objeto de determinar soluciones de mantenimiento y adecuación de la sede artesanos del saber, la cual se encuentra localizada en la carrera 17 # 26-33 del barrio el Carmen.

A partir de lo anterior se identificaron los principales problemas con los que cuenta la institución, uno de ellos es la Infiltración de agua en el módulo de aulas 2, donde en época de lluvias el agua asciende desde el suelo por capilaridad generando emposamiento.

Se solicitó infraestructura adecuada y segura para el acceso al módulo 1 de aulas, ya que las escaleras 1 y 2 que existen actualmente representan un grave peligro para el bienestar de los niños que se encuentran en edades entre los 2 y los 5 años. El tramo de escalera tiene una altura de 1,15 metros, una longitud de 2,10 metros y un ancho de 1,10 metros.

Por otra parte, el canal de drenaje en época de lluvia es insuficiente para la cantidad de caudal que se genera, superando los niveles máximos de capacidad de la estructura, generando inundación en los salones. Este sistema de recolección de aguas lluvia posee únicamente dos unidades de desagüe imposibilitando el correcto drenaje del flujo de agua. Las dimensiones del canal son: altura de 21 cm y ancho de 25 cm.

El colegio no cuenta con instalaciones óptimas para el aseo general, por lo tanto, se plantea que se construyan lavaderos, como también un sitio de almacenamiento para los implementos de aseo y productos químicos, porque en la actualidad se

disponen de manera no adecuada, con riesgo a que los niños manipulen estos elementos generando afectaciones en su integridad física.

Por otro lado, existe Infiltración de agua en un flanco de la estructura correspondiente al restaurante; puesto que en época de lluvias el agua asciende desde el suelo generando emposamiento igual que en el módulo 2 de aulas. Esto se debe a que no existe un sistema de drenaje alrededor del aula.

La fachada del colegio se encuentra compuesta por rejas las cuales presentan cierto grado de corrosión, por lo tanto se consideró que se requiere restauración realizando trabajos mantenimiento y pintura; también se solicitó realizar conexiones de gas natural, puesto que el consumo de gas en pipeta genera sobre costos y riesgos en los estudiantes.

En conclusión, no se encontraron patologías estructurales que comprometan la planta física. Se recomienda adecuar la canaleta que recoge las aguas lluvias en el módulo 1 de aulas. En general, unas de las necesidades de mayor relevancia con las que cuenta el centro de desarrollo infantil, es la difícil circulación hacia las diferentes zonas, el sistema de drenaje insuficiente de aguas pluviales que causa inundación y la infiltración por capilaridad desde la cimentación en algunas aulas debido al ascenso del nivel freático, disminuyendo la calidad de la educación que reciben los menores, puesto que se afecta en medida el ejercicio de aprendizaje en las condiciones anteriormente mencionadas.

4.1.2 Elaboración de planos de la institución

Se presenta un plano general de la ubicación de las principales estructuras, de las dos rampas y el filtro de drenaje a construir. Las rampas estarán ubicadas en sitios estratégicos donde cumplirán con la función de generar mayor movilidad en los

sectores más concurridos por los estudiantes, comunicando la primer planta con la segunda y la tercera, con el fin de generar seguridad y brindar una infraestructura incluyente que permita a cualquier tipo de persona poder acceder a los distintos lugares de la institución.

La rampa 1 conecta a un nivel superior al módulo de aulas 1; en seguida se ubica la rampa número dos, la cual conecta a un nivel superior con el módulo de aulas 2 y al igual que con el restaurante de la institución y al módulo de aulas 3.

Por otra parte, la construcción del filtro de drenaje se trazó en la zona izquierda del plantel, desde el módulo de aulas dos hasta donde finaliza el módulo de aulas 1, donde estará conectado a una caja de inspección que hará la recolección de todo el flujo y que estará ubicada a la entrada de la institución, esto con el fin de evitar la infiltración por capilaridad y controlar el ascenso del nivel freático, que por consecuente genera daños a las aulas debido a la gran humedad y emposamiento de agua, con especial ocurrencia en época de lluvia.

4.1.3 Apoyo a la elaboración de diseños

Se realizaron los diseños de las dos rampas establecidas dentro del análisis de adecuación y accesibilidad de la institución, arrojando estructuras con el máximo porcentaje de inclinación del 12% para tramos de 5 metros en la rampa 1 y tramos de 6 metros para la rampa 2, debido a la insuficiente área para su implementación. Para mayor detalle remitirse a los anexos 2, 3 y 4, donde se presentan los planos de diseños y el presupuesto para las obras de implementación que buscan dar soluciones a algunas necesidades de la institución.

4.1.3.1. Diseño de rampas de acceso para personas con diversidad funcional.

Se diseñaron dos rampas de acceso según la norma técnica NTC 4201 "accesibilidad de las personas al medio físico, edificios, equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas", junto con la NTC 4143 "accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y espacios urbanos. Rampas fijas adecuadas y básicas.

La rampa 1 mostrada en el anexo 2 y 3 respectivamente, expone una estructura diseñada para salvar una altura de 1,20 m. Cada tramo de rampa tiene una elevación de 0,60 metros y posee un ancho de 1,1 m por el poco espacio con el que cuenta la zona y un ancho de descanso de 1,20 metros.

Inicialmente se pretendía implementar únicamente la rampa número 1, pero por cuestiones de implementar y desarrollar una solución adecuada y resolver el problema de accesibilidad, se propuso realizar otra rampa que comunicara la planta 2 con la planta 3 y así garantizar que todos los módulos quedaran interconectados, dando una solución eficaz al problema de accesibilidad.

La rampa número 2, cuenta con dos alturas: el primer nivel es de 0,80 metros y el segundo de 0,70 metros, en total para salvar una diferencia de altura de 1,5 metros, con una pendiente del 12 %; la rampa conectará el módulo 1 con el módulo 2 y el restaurante, generando una eficiente solución para los problemas de accesibilidad y movilidad en la institución. En el anexo 2, 3 y 4, se muestran los planos de cada estructura y el respectivo presupuesto de las obras planteadas como alternativas de solución a las principales necesidades de la institución.

4.1.3.2. Diseño de filtro de drenaje

La ubicación del filtro de drenaje se trazó en la zona izquierda del plantel, desde el módulo de aulas dos hasta donde finaliza el módulo de aulas 1, dando vertimiento a una caja de inspección que queda ubicada en la entrada de la institución, esto con el fin de evitar la infiltración por capilaridad y controlar el ascenso del nivel freático, que por consecuente generan daños a las aulas debido a la gran humedad presenciada y a los emposamiento que se genera dentro de las aulas especialmente donde la cota del terreno queda más alta que el nivel del suelo piso del salón. En el anexo 3 se encuentran los planos, que incluyen todas las especificaciones y detalles constructivos del filtro de drenaje.

Para la construcción del filtro, se debe hacer traslapo de 0,45 m de geotextil en la parte superior; al igual que se debe cocer para evitar su deslizamiento o su apertura. El filtro se debe cubrir por lo menos con una capa de 0,20 m de espesor de material granular para luego ser compactado. Antes de la instalación de la tubería que va a recoger los flujos de agua interceptados por esta estructura, deberá ser instalada una cama de arena de por lo menos 10 cm. Es importante tener en cuenta que los huecos o las ranuras de la tubería de conducción deben ir en la parte superior.

4.1.3.3. Diseño de cuneta revestida en concreto

La cuneta se diseñó con el fin de darle cauce al flujo de agua de esorrentía, este va diseñado para cubrir el filtro de drenaje y por consecuente tiene el mismo trazo y ancho. La cuneta ira apoyada sobre el material compactado que se utilizó para sellar el filtro de drenaje y su espesor será de 0.07 metros. El canal cuenta con una capacidad de conducción de $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ y un tipo de flujo sub-critico. En el anexo 3, se muestra el plano de corte de la ubicación del filtro de drenaje con su respectiva tubería perforada y la ubicación de la cuneta revestida en concreto.

4.1.3.4. Obras de mantenimiento sugeridas

Reemplazo de bajantes y accesorios: se requiere reemplazar la tubería existente y adicionar una bajante para suplir el caudal proveniente de aguas lluvia.

Reemplazo y reparación de tejas: se requiere la reparación del tejado en el restaurante y del módulo 3 de aulas ya que cuentan con varias goteras, para esto se tiene que utilizar algún tipo de sellante que solucione el problema porque se hace imposible el cambio de la teja por el tipo y dimensión de la misma.

Reemplazo de diámetro de tubería de desagüe: se requiere reemplazar el actual desagüe de 4" de diámetro por un desagüe de 6" de diámetro con el fin de dar más capacidad para drenar el caudal, que en picos de precipitación hace rebosar el canal de recolección de aguas lluvia.

Pintura de rejas de la fachada: se requiere pintar las rejas de la fachada de la institución, donde actualmente se encuentran con signos de corrosión que dan mal aspecto al lugar.

Luego de evaluar todas las obras a implementar, se desarrolla un presupuesto a partir de la lista de precios de la gobernación donde se incluye, la construcción de las dos rampas de acceso, el filtro de drenaje y las acciones de mantenimiento anteriormente mencionadas, dando un valor en pesos colombianos de 34`604.613.

Tabla 1 Presupuesto para el centro de desarrollo infantil institucional "Artesanos del Saber": construcción de rampas de acceso, filtro de drenaje y mantenimiento

		Subtotal costos directos	\$ 27.683.691,15
ADMINISTRACION	10%		2.768.369,12
IMPREVISTOS	10%		2.768.369,12
UTILIDAD	5%		1.384.184,56
SUB-TOTAL COSTOS INDIRECTOS- A.I.U.	25%		6.920.922,79
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19%		262.995,07
VALOR TOTAL			34.604.613,00

Fuente: Autor

Finalmente se anexan todos los documentos desarrollados cumpliendo con los objetivos planteados previamente. En el anexo 2 se encuentra lo que corresponde a los planos arquitectónicos de la institución educativa, el anexo 3 hace referencia a los planos de diseño de rampas, drenajes y cunetas, y el anexo 4 corresponde al presupuesto.

4.2 TALUD AVENIDA ORIENTAL

Se realizó visita técnica por parte de la supervisión, labor delegada al Ingeniero Daniel Alberto Moreno Oliveros por parte del secretario de Infraestructura a la obra que tiene por objeto: **Construcción y mantenimiento de obras para mitigación del riesgo por deslizamiento del talud barrio las nieves ubicado sobre la avenida oriental entre calles 25 y 26 de la ciudad de Tunja**, correspondiente al proceso **Número SA-AMT-0062017**, donde se dieron indicaciones para la realización del control de calidad de materiales y de los procesos constructivos llevados a cabo en la obra.

Posteriormente se realizó una nueva visita con el fin de tomar muestras del concreto utilizado para la conformación del revestimiento del talud, para luego a partir de ensayos de laboratorio determinar la resistencia a la compresión. En el anexo 5 se muestran las características de las probetas y del equipo utilizado, además de los resultados arrojados de la prueba de compresión simple, realizada en los laboratorios de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Las muestras tomadas de concreto de la actividad desarrollada para construir el revestimiento adicional del talud, compuesto por una malla electro soldada N° 4, anclajes de barras N° 4 embebidos 15 cm y concreto de 2500 PSI, arrojaron como resultado para la probeta número 1 una resistencia nominal a la compresión de **979,9 PSI** y para la probeta dos **778 PSI**. Se concluye que la resistencia del

concreto no resultó ser la esperada; para la primera probeta se alcanzó un 39,2% de la resistencia esperada y un 31,1% para la probeta N°2, posteriormente se informa al secretario de infraestructura Cesar David López Arenas, donde se toman medidas correspondientes al caso.

Teniendo en cuenta el anterior proceso, se citó al contratista Oscar Casteblanco, donde por común acuerdo se tomó la decisión de realizar otra prueba de control de calidad del concreto usado en la construcción del revestimiento del talud, con el fin de corroborar dichos resultados arrojados en la prueba de compresión simple. Para la realización de dicha práctica, se utilizó la prueba con el esclerómetro o martillo Schmidt, donde se medirá el número de rebote y con él se dará una aproximación a la resistencia a compresión del concreto a través de una gráfica que correlaciona los dos datos.

Imagen. 3 Vista frontal del talud de la avenida oriental.



Fuente: Autor

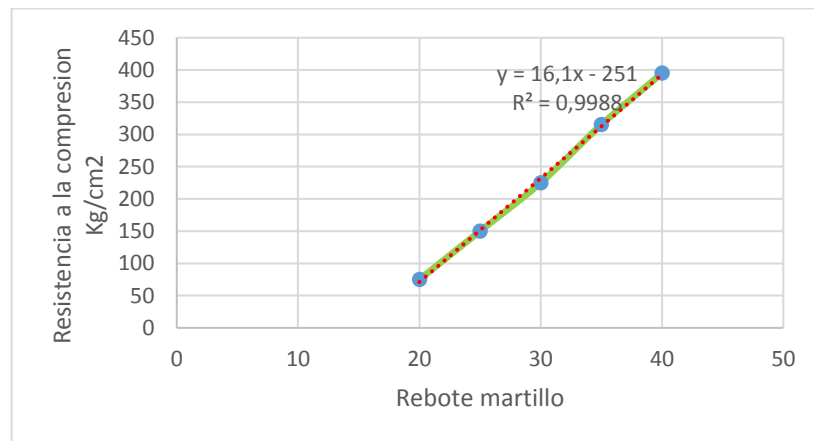
Como primer paso, se realizó visita al talud, donde se hizo la demarcación de una forma homogénea para garantizar el análisis en toda el área del talud como se muestra en la imagen 3. Se definieron 13 puntos, donde se tomaron por cada uno de ellos 16 puntos dentro de un área de 20x20 cm, la cuadrícula se definió de 5x5cm

cumpliendo con los 2,5 cm de separación que se requiere entre cada punto para hacer válido el resultado.

En total fueron 208 puntos tomados, con los cuales se realizó un análisis gráfico, matemático y estadístico, para conocer la aproximación de la resistencia compresión del concreto que conforma el revestimiento del talud en estudio, el índice de rebote tomado a partir del ensayo de esclerometría se encuentra en un intervalo de 8 a 24.

En el anexo 5 se muestran las tablas donde se obtiene un promedio por cada muestra, se realiza la desviación estándar y se corrige el promedio para separar datos críticos que pueden generar errores en el resultado.

Grafica. 1 Curva para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo al índice de rebote del esclerómetro.



Fuente: Autor

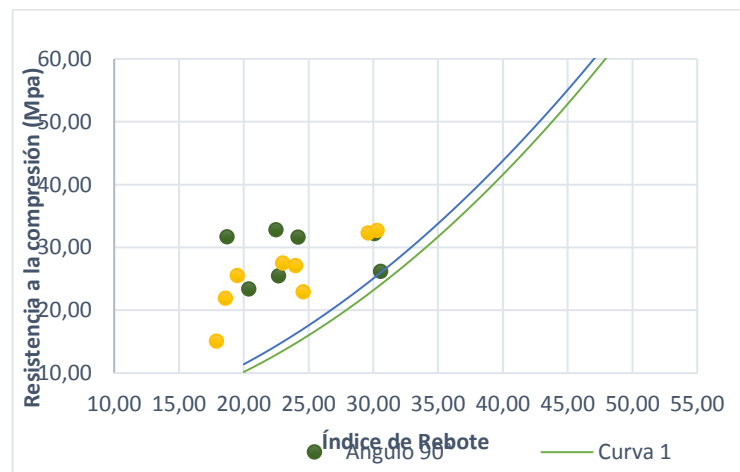
A partir de la gráfica 1, se determinaron las ecuaciones de mayor correlación para conocer la resistencia a la compresión de valores por debajo de un índice de rebote menor a 20. También se tuvo en cuenta que la siguiente curva corresponde a la toma de datos con una inclinación de $+45^\circ$ respecto a la horizontal.

A continuación, con las ecuaciones generadas por la curva de la gráfica anterior, se obtuvieron datos de la resistencia a la compresión del concreto, donde se verificó que los números por debajo de un índice de rebote de 15,6 cuentan con una resistencia nominal a la compresión de 0 Mpa. Para conocer mayor detalle remitirse al anexo 5, que corresponde a los cálculos por los cuales se obtuvieron los resultados.

Para el ensayo número 6 la resistencia nominal a la compresión fue de 7,85 Mpa, siendo esta la máxima resistencia obtenida a partir del ensayo con el esclerómetro.

Ante esta condición, se pidió por parte del ingeniero Daniel Alberto Moreno realizar pruebas de esclerometría a cilindros con resistencia conocida para trazar la curva característica que mide el esclerómetro; para esto, se realizó la visita al laboratorio de López Hermanos y se pidió la colaboración para realizar dicha toma de datos, realizando la medición de 5 puntos por cada cara del cilindro en ángulos de 0° y 90°, para posteriormente realizar la correlación entre número de rebote y resistencia dada del resultado del ensayo de compresión simple de los cilindros a los que se les hizo la prueba de esclerometría. (Ver anexo 5).

Grafica. 2 Curva para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo al índice de rebote del esclerómetro.



Fuente: Autor

La curva 1 y la curva 2 corresponden a las curvas de medición con las que viene el esclerómetro la azul corresponde al gráfico de curva con inclinación y la verde corresponde al gráfico de curva sin inclinación.

Los datos obtenidos de la prueba de esclerometría a los cilindros en el laboratorio de López Hermanos, no muestran una tendencia característica de una curva que describa un comportamiento definido, para lo cual se tendrá que realizar operaciones matemáticas, con el fin de obtener las ecuaciones que determinaran la resistencia a la compresión del concreto según el índice de rebote de la prueba de esclerometría. Se espera un análisis por parte del ingeniero Daniel Moreno para determinar los valores a partir de los datos obtenidos para la calibración del esclerómetro.

El contratista por otra parte quiso corroborar los resultados obtenidos con una prueba de esclerometría adicional, esta vez hecha para evaluar la capa inferior al revestimiento conformado por piedra pegada donde se tuvieron que realizar 4 apiques. Para este trabajo fue contratado el ingeniero Jorge Roa de la empresa INGCOSOIL para realizar la prueba de esclerometría. A continuación se muestran en la tabla los resultados del índice de rebote obtenido del ensayo.

Tabla 2 Resultados del índice de rebote de la prueba de esclerometría por parte del contratista

		Rebotes del Martillo, R :																								Promedio	Desviación estándar	Promedio Corregido
Muestra	1	20	21	16	22	18	42	39	24	18	30	18	18	18	31	24	20	18	18	40	18	16	24	26	23,43	7,83	22,59	
	2	26	36	24	32	32	32	36	32	28	26	26	18	32	36	32	28	24							29,41	4,99	30,13	
	3	22	16	22	16	18	24	16	22	22	18	32	22	26	20	28	38	20							22,47	5,90	21,50	
	4	22	18	16	14	18	16	14	18	22	18	24	20	18	28	22	20	22	18							19,33	3,56	18,82

Fuente: Autor

Con los anteriores datos se obtuvieron las gráficas con las cuales se determinó el valor aproximado de la resistencia a la compresión de la piedra pegada del talud de la avenida oriental, procedimiento realizado por la empresa INGSOIL, quien prestó

sus servicios para realizar la prueba de esclerometría. Ver anexo 5 para conocer el informe del ensayo de esclerometría.

Como conclusión se determinó que los procesos constructivos que se llevaron a cabo por parte del ingeniero contratista Oscar Casteblanco y su cuadrilla de trabajo, no fueron los adecuados, puesto que en gran medida aportaron a la disminución de la calidad de la obra conllevando a poseer dificultades a la hora de su liquidación. Se debió agregar un fluidificante en lugar de agregar más agua a la mezcla, ya que existía un problema de poco espacio para verter el concreto, entre el encofrado y la cara del talud que aproximadamente contaba con 7 cm de espesor, esto en primer lugar causó la reducción de la resistencia del concreto.

4.3 COLAPSO DEL MURO – BARRIO LAS NIEVES

El día 2 de abril del presente año se presentó en el sector las nieves una emergencia por colapso del muro de mampostería contigua a la vía que conduce al sector del parque de Santander. Se recibió un llamado directamente a la oficina de gestión del riesgo donde inmediatamente se activaron los organismos de socorro y se hizo presencia en el sitio.

Lo primero que se hizo, por parte de los organismos de atención, fue tratar de descartar la presencia de alguna víctima por lo cual se pidió el apoyo al cuerpo de Bomberos de Tunja y la Cruz Roja a través de los caninos e instrumentos como cámaras tipo sonda de fácil acceso para lugares donde es imposible llegar, al igual que se revisaron las cámaras de la zona para constatar en verdad que no hubiera ninguna persona atrapada, donde se evidencia que no había nadie en el momento del suceso.

Luego de lo anterior, se iniciaron labores de remoción de material suelto desprendido del talud y la demolición de la cubierta de la vivienda que quedó en una posición de voladizo sin ningún tipo de apoyo. Con el fin de disminuir riesgos se tomó la decisión de remover esta parte de la estructura. El colapso del muro pudo haber sido ocasionado por que existe una infiltración de agua entre el muro y el andén de la vivienda, lo cual produjo la saturación del terreno produciendo una sobrecarga, ocasionando que los empujes del terreno aumentaran significativamente.

Una vez la oficina de riesgo termino la limpieza y evacuación, y bajo la autorización del Ingeniero Cesar secretario de infraestructura, se realizó la inspección y recolección de información de campo, (Altura, longitud, profundidad, identificación de elementos inestables o vulnerables al colapso, espesores y alturas de los muros de la casa, dimensiones del muro caído, observaciones sobre el sobre cimiento en ladrillo, dimensiones de los posibles ciclópeos de fundación, profundidad de la vivienda.

Después de conocer el estado en que se encontraba el talud de la zona, se determinó que se llevarán a cabo los estudios geotécnicos dentro de la vivienda; esto debido al grado de riesgo en el que se encuentra el talud y la infraestructura de la casa. Este trabajo se realizó por personal técnico y equipo adecuado de la secretaria de infraestructura.

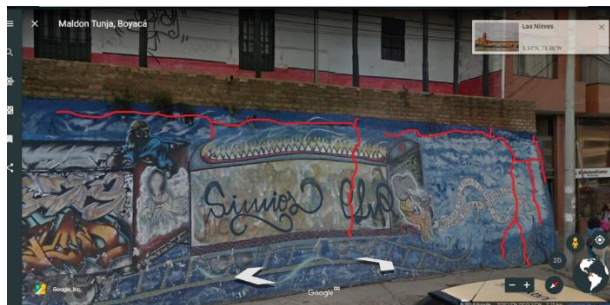
A partir de la guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del servicio geológico colombiano (SGC), desarrollado en conjunto con la Universidad Nacional De Colombia (UN), se realizó la toma de información con el fin de caracterizar y describir el suceso ocurrido, a través del formato de campo, diagnóstico e inspección visual de edificaciones (ver anexo 7).

4.3.1. Fotografías y observaciones

Luego de evaluar las condiciones físicas de movimiento, se llevó a cabo la recopilación de material fotográfico tomado tiempo antes del colapso, donde se evidencia el estado en el que estaba el muro, identificando varias fisuras en su estructura con condiciones desfavorables de humedad

En la siguiente imagen se evidencian las fisuras resaltadas en color rojo que existían anteriormente en el muro de mampostería, ocasionadas por los diferentes empujes del suelo, donde adicionalmente la estructura no cumplía ningún papel fundamental en la retención mecánica imposibilitando la contención de suelo a largo plazo.

Imagen. 4 Casa colonial las nieves - Fisuras



Fuente: Google Maps

La siguiente fotografía corresponde al día martes 3 de abril, un día después del colapso que se ocasiono el día anterior a eso de las 4:00 pm.

Imagen. 5 Casa colonial las nieves - Colapso



Fuente: Autor

Se evidencia la falla del muro por el empuje generado del suelo, al igual que el desprendimiento del techo y las vigas de madera que soportaban el mismo. Esto se puede deber a la saturación del suelo por infiltración de agua y la no existencia de sistemas de recolección de aguas lluvias y de drenaje.

En las observaciones preliminares, se identificó que la vivienda no cuenta con elementos de cimentación, ya que la parte deslizada estaba soportada sobre un bloque de rocas de por lo menos 60 cm de espesor (únicamente en el hall exterior de la vivienda), el resto de vivienda no tiene cimentación y está apoyada directamente sobre el suelo.

El ancho del deslizamiento es de aproximadamente 10 metros de longitud por 4,5 m de altura. El volumen deslizado es de aproximadamente 38 m³. El tipo de suelo que se observó es el de una arcilla arenosa de grano medió, color rojiza, de consistencia media.

Imagen. 6 Muro en riesgo de colapso – Vista exterior.



Fuente: Autor

En las fotos de la parte superior se observa un elemento tipo muro que está en riesgo inminente de colapso; éste esta soportado por una placa de concreto de 5 cm de espesor que sobresale menos de 40 cm de longitud, se observa también que esta empotrado verticalmente a un muro en bloque ubicado de forma trasversal.

Se evidencio una fisura vertical de 4mm de separación máxima, que atraviesa el muro de adobe de la fachada de la zona afectada, este muro cuenta con un espesor de 0,75 m. El techo se encuentra construido con cerchas de madera y tejas en lámina metálica, donde se observan filtraciones en varios puntos.

Se realizó levantamiento de los elementos estructurales tipo muro de adobe, donde se encontraron espesores que varían entre los 0,30 a los 0,75 m. Se realizaron planos en planta para conocer el área de construcción que ocupa el muro. Determinando lo anterior, se calcula un área de planta aproximadamente de 480 m². Se realiza plano de fachada identificando la zona del deslizamiento del muro con sus dimensiones aproximadas. Para mayor detalle remitirse al anexo 7 que corresponde a los planos en planta de la vivienda y al anexo 23 que corresponde al registro fotográfico realizado dentro y fuera de la propiedad.

Se entrega el informe a la secretaria de infraestructura, donde posteriormente se adelantarán los estudios del suelo de la zona, para luego evaluar las diferentes alternativas posibles y así brindar una solución óptima al problema.

4.4 TALUD BARRIO EL DORADO

Como parte de la pasantía, se realizó apoyo a la supervisión en el contrato que tiene como objeto realizar construcción de obras de protección para el control de inestabilidad en el talud localizado en el barrio el dorado por la vía que conduce a la casa del gobernador, calle 31 entre carreras 1 y 2 este, como medida de prevención y atención de desastres según fallo de la sentencia de tutela # 2009-00290 emitido por el juzgado primero civil municipal, correspondiente al proceso **Número SA-AMT- 0222017.**

4.4.1. Reconfiguración geométrica del telón de pilotes.

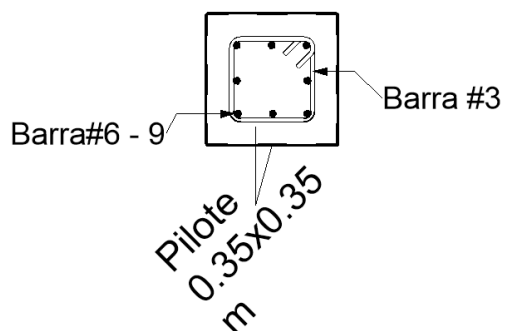
Dentro de las labores que se desarrollaron en camino a brindar apoyo a la supervisión técnica de la obra, (trabajo ejecutado por el ingeniero Cesar López Arenas - Secretario de Infraestructura del municipio), está la reconfiguración geométrica y estructural del telón de pilotes, realizada para cambiar la sección circular por una sección cuadrada, con el fin de dar mayor trámite a la obra en cuanto a procesos constructivos se refiere.

Se calculó el área transversal de concreto del pilote redondo y se estimaron las dimensiones para obtener un elemento con geometría cuadrada.

$$A_{pc} = \pi \times r^2 = \pi \times 0.4m = 0,1256 m^2$$
$$A_{pc} = B \times h = 0.35 m \times 0.35 m = 0,1225 m^2$$

La dimensión de sección cuadrada mayormente aproximada al área del pilote de diámetro de 0.40 m es una sección de 0,35 m x 0,35 m, generando la disminución en un 2,5 % de sección de concreto al convertir el pilote a una sección cuadrada. A continuación se muestra la reconfiguración geométrica y la distribución del acero, compuesta por 8 barras #6 y flejes #3 con ganchos de 8 cm de longitud, al igual que un recubrimiento de 7 cm.

Imagen. 7 Sección transversal del pilote cuadrado.



Fuente: Autor

Finalmente se aprobó por parte de la supervisión la implementación de la reconfiguración geométrica de los pilotes y se adoptó para su ejecución.

Imagen. 8 Armado de acero de pilotes cuadrados.



Fuente: Autor

4.4.2. Diseño de escalera contigua a la obra de estabilización.

Como segunda labor se realizó el diseño de la escalera para restaurar el paso que anteriormente estaba en la zona. La estructura se planteó como obra adicional al contrato, con el fin de suplir la necesidad de generar un corredor para los habitantes de la zona.

La estructura se compone de una cimentación en concreto ciclópeo de 0,7 m de espesor y de 1,5 m de ancho, por encima de esta se construirá una viga de amarre de 0,15 m x 0,20 m, con un recubrimiento de 6 cm, compuesta por 4 barras #4 y flejes #3, que servirá de soporte para el muro en mampostería estructural; en esta viga de amarre se fundará el muro y en ella irán embebidas 15 cm las barras de acero que componen las dovelas.

La estructura se cuenta con 5 tramos de escalera, las especificaciones generales son: Concreto de 21 MPa, Acero de 420 MPa, espesor de la losa: 0.26 metros, huella: 28 cm, contrahuella: 17 cm; dentro de las especificaciones del diseño de

losa, escalones y descanso se tuvo en cuenta: refuerzo longitudinal y refuerzo por retracción y temperatura.

En la parte superior se construirá una viga cinta que confinara el muro estructural de 0,1m x 0,15 m, con dos barras de acero #4 y flejes #2 de 0,19 m, de donde se comenzará a construir los muros laterales en mampostería estructural con dovelas compuestas de barras #3 separadas cada 1,5 m de longitud, rellenas de grout.

Dentro del diseño de la estructura, se estipuló realizar el relleno en capas de 15 cm, compactado al 95% del proctor modificado, en la zona de confinamiento entre los dos muros laterales de la estructura. A continuación se muestra el plano realizado y dejado a disposición de la secretaria de infraestructura del municipio de Tunja. Para mayor detalle remitirse al anexo 7 que contiene el plano completo de la estructura.

Para la ejecución de los diseños de la escalera surgieron varios problemas, el primero es que no se tenía plena certeza del área cedida para ejecutar la obra de acceso, por lo cual se contempló la necesidad de investigar en secretaria de planeación del municipio los planos catastrales de la zona y con ellos definir el área y su ubicación, como segundo problema, se desconoce si el área en la cual se va a llevar a cabo las construcciones se encuentra cedida al municipio o no.

Como conclusión se estableció que los predios no estaban cedidos por lo cual la obra no se puede ejecutar hasta que se solucione legalmente dicho proceso de cesión a título gratuito entre las partes; Sucedido lo anterior se dejan a disposición los diseños realizados.

4.4.3. Visitas Técnicas Semanales Barrio El Dorado

Cada semana, los días sábado se realizó visita técnica por parte de la supervisión, labor delegada al ingeniero Daniel Moreno Oliveros, quien a su vez delegaba funciones al equipo de pasantes, donde se ejercía un apoyo al control del progreso de la obra, en el cual se verificaba la calidad de los materiales y se realizaba un seguimiento a los procesos constructivos, igualmente se efectuaba un puente de información donde se analizaban los contratiempos con los cuales se desarrollaba la obra de protección para el control de inestabilidad en el talud, todo esto con el fin de orientar y guiar los procesos en los cuales era de vital importancia un soporte técnico ingenieril.

Inicialmente el apoyo a la supervisión se desarrolló cuando el muro de contención y el telón de pilotes ya estaban ejecutados, por lo cual el seguimiento se realizó desde que se estaba conformando el muro N°1 mecánicamente estabilizado con geotextil y geo malla; Este muro se construyó con material seleccionado en capas de 30 cm compactadas, estabilizadas y confinadas con geotextil y geomalla en la cara exterior de la estructura, elemento que ayudo a darle mayor rigidez a las capas de relleno en la separación entre pilotes.

El material del muro mecanicamente estabilizado, corresponde a un material de relleno tipo subbase granular INV 320-13, compactado al 95% del proctor modificado en capas de 15 cm, donde se conformaron colchones de 30 cm de espesor recubiertos con geotextil NT 1600, hasta alcanzar una altura de 2,5 m.

La estructura de contención se compone por un telón de 11 pilotes sometidos a carga lateral separados cada 1,10 m, cada pilote cuenta con una longitud total de 4,5 m y se encuentran hincados 2,0 m de profundidad, su sección transversal es de 0,35 x 0,35 m y están conectados por una viga de amarre a una altura de 2,0 m al

nivel del terreno, cuenta con una sección de 0,40 m x 0,40 m y trabaja como un elemento que proporciona características monolíticas a la estructura de pilotes.

Se participó en una reunión junto a representantes de PROACTIVA, el contratista John Vázquez y el secretario de infraestructura, donde se aclaró la responsabilidad que tiene la empresa de realizar el sistema de alcantarillado en el sector según lo establece el fallo dado por la acción popular por la cual se establece la construcción de la obra de contención, por lo cual la representante de PROACTIVA aceptó las condiciones establecidas y concluyó que se hará solo hasta que se finalice la estabilización completa del talud.

Lo anteriormente expresado se dió por causa del rompimiento del tubo de 4" el cual recolectaba las aguas grises de las viviendas de la parte superior de la zona, evento que sucedió al momento de realizar la excavación y el corte del terreno en la parte inferior, percance que logro generar problemas de erosión y emposamiento de agua donde se tuvo que realizar la construcción de una conexión provisional mientras se contemplaban medidas correctivas con la empresa de servicios públicos.

La siguiente actividad a la que se dió lugar fue la perforación en material rocoso de los agujeros de 2,5 m de profundidad, donde se hará el segundo telón de pilotes de sección trasversal de 0,35 x 0,35 m cada uno, para esto se realizó una excavación con ayuda de martillo perforador, hasta lograr obtener la sección y el corte deseado para la instalación del acero de refuerzo y el vaciado del concreto.

Luego de las actividades de perforación y excavación, se realizó el armado del acero que componen los pilotes, para esto se utilizó como refuerzo longitudinal 8 barras #6 y un refuerzo transversal compuesto por flejes #3 separados cada 0,10 m. esta armadura se introdujo dentro de las perforaciones realizadas para luego efectuar el vaciado del concreto.

Posteriormente, se llevó a cabo la recolección de muestras para comprobar la resistencia de diseño esperada; al siguiente día se realizó el desencofrado de los cilindros perteneciente a la mezcla elaborada en obra, para luego someterlos a una humedad relativa durante 28 días según lo indica la NTC 550 y 673, esta labor fue delegada a dos miembros del equipo de pasantes las cuales realizaron las pruebas y elaboraron los respectivos informes.

Se inició el armado del acero de la zapata de conexión de la estructura la cual posee un ancho de 0,60 m y un espesor de 0,30 m, el recubrimiento del acero se sugirió que como mínimo debía ser de 0,07 m por estar en contacto con el terreno, el armado de acero de la zapata se compone de 6 barras longitudinales #4 y barras # 5 para el refuerzo trasversal separadas cada 0,20 m. la estructura igualmente se compone de una viga de conexión de sección transversal de 0,50 m x 0,40 m; el armado de acero se compone de 8 barras longitudinales #6 y barras # 3 para el refuerzo trasversal separadas cada 0,10 m.

Terminado el armado del acero, se procede a realizar el encofrado con formaleta en madera, para posteriormente efectuar el vaciado del concreto con el fin de conformar la viga de conexión y la zapata de la estructura de contención. Luego de eso se realiza la etapa de curado por rociado, con el fin de evitar micro fisuras y agrietamiento producido por la reacción exotérmica del material cementante en contacto con el agua. Este proceso es de vital importancia para que se puedan desarrollar en él las propiedades de resistencia y durabilidad esperadas, para esto se debe mantener una temperatura y un contenido de humedad adecuado, durante los primeros días de edad.

Se realizó supervisión de la construcción de la parte superior de los pilotes con formaletas metálicas de 0,35x 0,35m con altura de 2.40m; se verificó el armado del acero de refuerzo que correspondiera de acuerdo a lo establecido en el rediseño que se entregó, de acuerdo al cambio de sección de circular a cuadrada. Se pidió

tener el mayor cuidado al realizar el vaciado del concreto mezclado en sitio, para garantizar la no segregación entre los componentes de la mezcla. Se verificó el correcto vibrado del concreto, proceso cuya función es eliminar las partículas del aire con el fin de generar una óptima consolidación de la mezcla, de igual manera se verificó que la formaleta y posteriormente los pilares de concreto estuvieran correctamente plomados, sin ninguna inclinación.

Luego de esto, se dió la recomendación de iniciar con la construcción del relleno del muro cuando el concreto por lo menos tenga 14 días de edad, es decir, cuando el concreto posea por lo menos un 90% de resistencia desarrollada respecto a la resistencia de diseño que son de 21 MPa, todo esto con el fin de evitar la generación de daños en la estructura y cambios en su comportamiento.

Pasados 15 días se inicia a realizar el armado del muro mecánicamente estabilizado con geomalla y geotextil, en capas de 30 cm cada una, además de una óptimo proceso de compactación, hasta alcanzar 2,4 m de altura de relleno.

Debido a las fuertes lluvias del día 2 de abril de 2018, se realiza visita a la obra de estabilización del barrio Dorado donde se evidencia desprendimientos de gran volumen de roca por efecto de las lluvias, el ingeniero Daniel Moreno indicó realizar obras adicionales como anclajes y revestimiento con malla electro soldada y concreto lanzado para mitigar la erosión por el agua de escorrentía que está generando serios problemas a la obra.

Posteriormente se siguen realizando visitas periódicas donde se evidencia inestabilidad en la zona izquierda del macizo, por debajo de la zapata de conexión, allí se observan grietas y rocas sueltas de mediano volumen, donde se tendrán que tomar medidas próximas, para que los pilotes no se vean comprometidos o queden descubiertos, igual que con la parte de la zapata que quedó en voladizo. Se hizo la inspección y se verificó que el relleno de los muros mecánicamente estabilizados no estuviera saturados.

Se toman medidas para seguir evitando el desprendimiento de material rocoso, se pide realizar lo más pronto posible la empradización de la obra y la construcción de las canaletas que recogerán parte del caudal generado por las lluvias; estas canaletas irán conectadas a las cajas de inspección que componen la red de recolección de aguas residuales.

Se dan recomendaciones por parte del ingeniero Daniel Moreno para conformar el revestimiento con malla electro soldada reforzada con anclajes pasivos y concreto lanzado, al igual que la construcción de un dentellón por debajo de la zapata de amarre que une los pilotes y que está en voladizo, con el fin de aumentar la estabilidad de la estructura ante el vuelco y proteger los pilotes en esta zona; la labor de calcular los anclajes se le asignó a dos compañeras del grupo de pasantes.

Finalmente se construyen los canales de recolección de agua lluvia de los dos telones de pilotes y se construye una caja de inspección adicional a las dos cajas que existían en el lugar, con el fin de realizar la conexión a la línea de recolección de aguas residuales y conducir las aguas por esa línea de desagüe. Se terminó la empradización de los muros.

Imagen. 9 Empradización de muros mecánicamente estabilizados con geotextil y geomalla



Fuente: Autor

Se comunicó al secretario de infraestructura para su revisión y aprobación la necesidad de ejecutar obras adicionales con el fin de garantizar la estabilidad de la misma, para esto se tuvo que solicitar un adicional al contrato y así ejecutar las actividades no previstas.

Finalizando la pasantía faltó culminar las obras de revestimiento en concreto y malla en electrosoldada con anclajes, para garantizar el bienestar de la obra y de la comunidad del lugar. Los recursos están en proceso de aprobación, esperando poder culminar la obra con éxito.

4.5 APOYO A LA SUPERVISIÓN EN EL COLEGIO INEM SEDE AMÉRICAS Y APOYO A LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS.

Dentro del contrato de supervisión se realizó apoyo al 85% de la ejecución de la obra en general. Se participó en el apoyo en la elaboración de diseños y el apoyo a la supervisión de la construcción de la obra de contención que se ejecutó en la parte trasera de la institución, al igual que se realizó el seguimiento de la construcción del muro fachada y la ampliación del andén de la parte exterior.

En la parte trasera del colegio, se realizó visita técnica donde se evidencio la inclinación del muro del predio vecino, donde se aprecia un movimiento activo de suelo, el cual puede generar un riesgo significativo a la vivienda de tres niveles que está ubicada en el lugar. Se sustentó a la supervisión y al contratista la manera de ejecutar una posible obra de contención para estabilizar la masa de tierra, y evitar el desplazamiento del muro del predio afectado.

Además de esto, también se evidencio que los muros de contención existentes no poseen material de relleno en el trasdós, por lo tanto, se puede establecer que estas estructuras de contención no se encuentran trabajando mecánicamente y que por

comentarios del propietario, el movimiento se comenzó a presentar desde que se construyeron estos muros.

Ante esta condición, se sugirió hablar inmediatamente con el dueño del predio para llegar a un común acuerdo y generar la intención de desarrollar un acta donde conste que se puede intervenir su predio con el fin de demoler con precaución el muro desplazado para ejecutar algún tipo de obra de contención; el señor Alfonso Páez Gonzales dueño de la propiedad, se mostró muy optimista con la noticia. Por parte de la interventoría se generó un acta donde consta que el propietario está de acuerdo con la intervención al igual que el acta de vecindad para evidenciar las condiciones actuales de la vivienda.

Se realizó el levantamiento de los muros de contención existentes, con el fin de conocer sus dimensiones y saber cuál es su capacidad de soportar empujes mediante cálculos matemáticos, según su configuración estructural. El proyecto a evaluar no cuenta con estudios de suelo, lo cual indica que se tiene que diseñar con valores típicos y que posiblemente quede sobredimensionada la estructura, para esto se sugirieron los siguientes valores a utilizar en los diseños.

Tabla 3 Parámetros mecánicos de suelo asignados para el diseño

Datos del suelo			
	Parametro	Cantidad	Unidad
Suelo natural	μ humedo	21,19	(KN/m3)
	μ saturado	22,17	(KN/m3)
	Cohesion	36,0	(Kpa)
	Angulo de Friccion Interna	25,7	°
Relleno	μ humedo	19,50	(KN/m3)
	μ saturado	21,60	(KN/m3)
	Cohesion	5,00	(Kpa)
	Angulo de Friccion Interna	32,00	°

Fuente: Autor

Se requirió presentar por lo menos dos propuestas y realizar un presupuesto de cada una de ellas con los puntos de vista técnicos que sugiere la realización de

cualquiera de las dos; buscando desarrollo a esto, se propusieron como opciones viables: primero, la construcción de un sistema de telón de pilotes hincados y segundo, un muro con relleno tipo subrasante mecánicamente estabilizado con geomalla y geotextil.

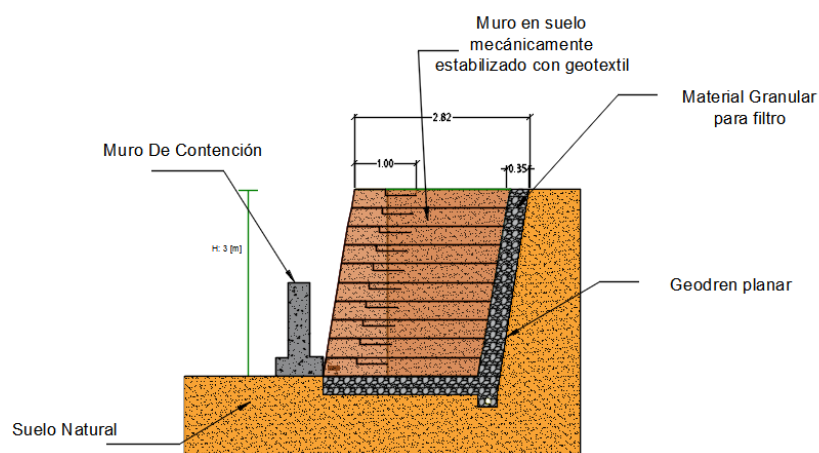
La segunda opción consiste en construir el muro de suelo mecánicamente estabilizado con geomalla y geotextil pero esto implicaría realizar una excavación de aproximadamente 1,50 metros de longitud como mínimo hacia el predio vecino puesto que es la única manera de darle estabilidad a este tipo de obra.

A continuación se presentan los diseños de dos propuestas posibles, buscando brindar la mejor solución para garantizar la estabilidad del terreno y la vivienda, que es por lo cual se realiza la obra.

4.5.1. DISEÑO DE MURO MECÁNICAMENTE ESTABILIZADO

Como primer propuesta se realizó un diseño de un muro en suelo mecánicamente estabilizado con geotextil, se desarrollaron los planos (ver anexo 8), a partir del análisis y diseño en el programa Geosoft 3.0 de PAVCO.

Imagen. 10 Plano – Corte transversal del muro mecánicamente estabilizado con geotextil.



Fuente: Autor

Para efectuar el diseño, se tuvieron en cuenta los parámetros mecánicos de suelo establecidos en la tabla N° 4. Igualmente al diseñar un tipo de obra como esta, se debe garantizar la estabilidad global. Según el análisis, el muro por lo menos debe poseer un ancho de 2,5 m, para esto se tiene que excavar 1,5 m hacia el predio vecino para poder contemplar este tipo de obra, lo cual genera un gran riesgo porque desestabilizaría el suelo y podría ser posible que la estructura de la residencia sufra daños gracias a las deformaciones presentadas del suelo, al producirse un des confinamiento del mismo.

La altura total a estabilizar es de 3 metros, este tipo de muro cuenta con un filtro de drenaje el cual cuenta con tubería perforada de 4" como se muestra en la imagen 10, al igual que se observa el muro mecánicamente estabilizado con geotextil no tejido, conformado por capas de 30 cm cada una (valores obtenidos del proceso de diseño) con material tipo subrasante compactado al 95 % del proctor modificado.

Para el diseño se utiliza el software Geosoft V3.0 de Pavco, quienes son especialistas en cuanto a este tipo de soluciones ya que sus productos son altamente utilizados para generar medidas de mitigación.

El programa sugiere usar un valor de factor de seguridad global $FS = 1.3$ a 1.5 , para este caso manejamos un factor de seguridad mínimo, puesto que la estructura no es de gran complejidad. Para el factor de seguridad por daños de instalación se considera el área de muros de contención que corresponde al intervalo 1,1-2,0 y se le asigna un valor de 1,2, puesto que la instalación del geotextil no genera que el material se exponga a esfuerzos considerables, que impliquen su deterioro o que cause algún daño.

En primera instancia se introducen datos como la cohesión, ángulo de fricción interna y peso unitario del material natural y de relleno, anterior mente expuestos en la tabla 4. Se realiza un tipo de análisis drenado ya que el suelo natural es un suelo

arcilloso. El muro no contara con ninguna profundidad de desplante para no generar una excavación extra y posiblemente aumentar la inestabilidad del terreno.

En la tabla de resultados de estabilidad interna del muro, se muestran los resultados de estabilidad del muro, donde se hace la verificación para que las fuerzas horizontales externas no ocasionen un desplazamiento del muro en la dirección horizontal, al igual que se revisa que el momento producido por las fuerzas horizontales actuantes comparadas con el momento generado por las fuerzas resistentes no ocasione volcamiento del muro ante condiciones estáticas y pseudoestáticas; de la misma manera se verifica la capacidad portante de suelo de fundación, cumpliendo todos con los factores mínimos de seguridad que exige la NSR 10 en su título H. Para conocer el informe que arroja el programa Geosoft y el diseño completo del muro mecánicamente estabilizado con sus datos de entrada, remitirse al anexo N°9.

Teniendo presente los resultados arrojados por el programa y a partir de los planos realizados en AutoCAD; se obtienen las cantidades y se desarrolla el presupuesto general de la obra a partir de la lista de precios de la gobernación donde se obtiene un estimativo para posteriormente analizar su viabilidad económica y técnica.

4.5.2. APOYO AL DISEÑO DE TELÓN DE PILOTES CON VIGA DE CONEXIÓN SOMETIDOS A CARGA LATERAL

Como segunda propuesta, se realizó un diseño de una estructura compuesta por un telón de pilotes con viga de conexión sometida a carga lateral y en su parte posterior un muro mecánicamente estabilizado con geotextil. El diseño se desarrolló en el programa Geo5, los planos se elaboraron a partir de modelado en Revit structure, donde se sacaron cantidades para posteriormente elaborar el presupuesto y la cartilla de acero.

4.5.2.1. Análisis sísmico (seudoestático)

En primera instancia se llevó a cabo el análisis sísmico de la zona con el fin de conocer los coeficientes de aceleración horizontal y vertical, para posteriormente realizar un análisis donde se contemple la incidencia de los sismos en los empujes de tierra.

Se buscó información en la página del servicio geológico colombiano con el fin de identificar la zona de amenaza sísmica en la cual se encuentra el municipio de Tunja. Se identificó que la ciudad está ubicada en una zona de amenaza sísmica intermedia, correspondiente a un valor de aceleración horizontal pico efectiva (A_a) de 0,2, y a un valor de velocidad horizontal pico efectiva (A_v) de 0,2.

Posteriormente se realizó la clasificación del perfil del suelo, para esto se tomó un perfil de suelo tipo D, que supone un suelo rígido que cumple con el criterio de velocidad de onda de cortante o perfil de suelo rígido, información extraída de la tabla A.2.4-1 de la NSR10. Se sugiere este tipo de perfil, puesto que la zona se compone de una arcilla rojiza de alta resistencia y por debajo estratos de arenisca de la formación Bogotá.

Se estableció que en el sector existen estructuras de ocupación normal de uso residencial, por lo cual si nos remitimos a la norma sismo resistente, observamos que corresponde a un grupo de uso tipo I, obteniendo un coeficiente de importancia igual a 1.00, como se muestra en la tabla de valores del coeficiente de importancia I, del título A - tabla A.2.5-1 de la NSR 10.

Conociendo el coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva A_a de 0.20 y teniendo en cuenta que es un suelo tipo D; según el título A en la figura A.2.4-1 de la NSR10, se realizó el proceso de correlación donde se obtuvo como resultado un coeficiente de amplificación para la condición de aceleración de 1.4 para la zona de periodos cortos del espectro.

Posteriormente se identifican los valores de la aceleración máxima, desarrollando una serie de operaciones que permitirán conocer los coeficientes sísmicos horizontal y vertical de diseño; para este caso se obtuvieron valores de K_H de 0,224 y de K_V de 0,0448. En el anexo 10 se puede ver el proceso de cálculo para la obtención de estos parámetros.

4.5.2.2. Identificación de parámetros mecánicos del suelo

De acuerdo con las características que describe la geología de la ciudad de Tunja, se realizó la búsqueda de información para conocer los rangos de valores físico-mecánicos con los que probablemente puede contar el suelo.

La zona de estudio se encuentra dentro de la formación Bogotá (Tpb), la cual cuenta con un espesor de aproximadamente 120 m, consiste en una sucesión de arcillolitas abigarradas que forman horizontes más o menos gruesos, con intercalaciones de arenisca arcillosa de grano fino a medío, amarillentas, grises y rojas, friables, en estratos que oscilan entre 0.15 a 1 m de espesor.

Posteriormente, se adelantó la búsqueda para recolectar información necesaria acerca de las características del suelo de la zona y se encontró un estudio de suelos realizado en el mes de marzo del año 2014 en el barrio las Américas en la calle 12 N° 12 a – 05, con el fin de construir una vivienda multifamiliar de 3 pisos con semi-sótano y altillo, que esta aproximadamente ubicada a 300 metros de la institución.

Se obtuvo una muestra inalterada en el terreno a la profundidad de 4,5 m mediante un tubo Shelby de pared delgada, a la cual se le realizó la prueba de compresión inconfiada con un resultado de $2,96 \text{ Kg/cm}^2$ y un valor de cohesión de $1,48 \text{ Kg/cm}^2$ o $145,14 \text{ KPa}$. Con la prueba de penetración estándar (SPT), se obtuvo el ángulo

de fricción interna del suelo a partir del N de campo, dando como resultado un valor de 26°, valor obtenido a partir de la teoría de Hatanaka y Ushida.

Por otro lado, a partir de un estudio realizado para desarrollar el diseño de un depósito de materiales provenientes de la actividad de explotación minera en el municipio de Nobsa - Boyacá, se hace la recopilación de datos que hacen referencia a una arcillolita (tipo de suelo del cual se compone la formación Bogotá) y se realiza un promedio de los parámetros mecánicos, con el fin de realizar una comparación de datos entre el estudio de suelos consultado del barrio las Américas y la tabla de valores del diseño del depósito de material, para así determinar los que valores serán empleados en el análisis de estabilidad.

El resultado de la ponderación arroja un valor de cohesión de 36 KPa y un ángulo de fricción de 25,7 °. A continuación se muestra la tabla comparativa de los resultados obtenidos de la investigación:

Tabla 4 Comparación de parámetros mecánicos de suelo obtenidos

Dato	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (KPa)
Estudio de suelos barrio Américas	26	145,14
Estudio (depósito de materiales)	25,7	36

Fuente: Autor

Se determinó que los valores más ideales para ser utilizados en el análisis de estabilidad y el diseño de los pilotes, son los valores que corresponden al estudio que se realizó para el diseño del depósito de materiales, puesto que al hacer la comparación, los ángulos de fricción en cierta medida son casi iguales, cosa que no sucede con los valores de cohesión del estudio de suelos del barrio las Américas ya que el método con que se estimó, no representa la manera más adecuada de obtener este parámetro mecánico del suelo.

Se recomienda realizar ensayos de laboratorio como el triaxial dinámico o corte directo para conocer valores confiables de los parámetros mecánicos del suelo, obtenidos a partir de muestras inalteradas.

4.5.2.3. Cálculo de coeficiente sísmico en el muro de contención y pilotes (activo y pasivo) a partir de la teoría de Mononobe Okabe.

Para conocer el coeficiente de empuje de tierras activo, nos basamos en la teoría de Mononobe Okabe, la cual considera la influencia de los sismos en la presión de tierras y supone parámetros como son: el peso unitario del suelo, la altura de la estructura, el ángulo de fricción interna del suelo, el ángulo de fricción entre la estructura y el suelo, la inclinación de la cara posterior de la estructura, el coeficiente sísmico de aceleración vertical y horizontal, y el ángulo de inercia sísmico.

Imagen. 11 Cálculo de coeficiente de presión pasiva

$$K_{ps} = \frac{\cos^2(\varphi - \psi + \alpha)}{\cos \psi \cos^2 \alpha \cos(\psi - \alpha + \delta) \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \psi + \beta)}{\cos(\delta + \psi - \alpha) \cos(\beta - \alpha)}} \right)^2}$$

Fuente: Autor

Según la teoría de Mononobe Okabe, el coeficiente de presión activa está dado por la ecuación que se muestra en la imagen 11, donde el resultado corresponde a un valor de 0,45 como coeficiente de empuje activo (K_{ae}), valor utilizado en el cálculo de empuje activo de tierra.

De igual forma se realizó el procedimiento aplicando la ecuación de Mononobe Okabe correspondiente al empuje pasivo, para conocer el coeficiente de empuje pasivo (K_{pe}) y posteriormente calcular los empujes pasivos de tierras. Como resultado se obtuvo un valor de 5,8.

4.5.2.4. Cálculo de empujes de tierra a partir de la teoría de coulomb

La ecuación a continuación expresada, se usa para conocer el empuje activo del suelo a cualquier profundidad, esta está dada por el coeficiente de empuje activo y el peso unitario del suelo en función de su altura.

$$Ea = \frac{1}{2} \times Ka \times \gamma \times H^2 \times La \times (Fm)$$

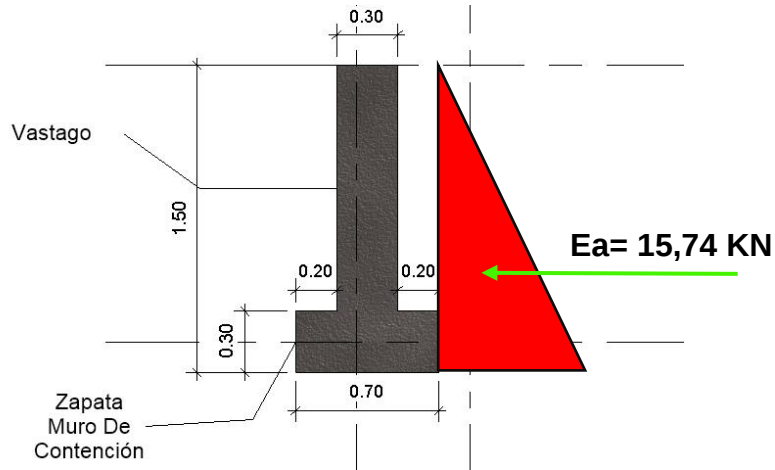
la literatura recomienda utilizar 3 veces el diámetro como separación entre eje de pilotes; realizando esta operación obtenemos que el valor de separación es igual a 0,90 m, teniendo en cuenta que la sección del pilote mide 0,30 m x 0,30m, se sugirió que fuera de 1,20 m la separación entre pilotes, ya que en la parte posterior se utilizará un muro mecánicamente estabilizado con geotextil, esto permitió aumentar la separación contrarrestando el efecto de arco producido por el empuje del suelo, disminuyendo el número de pilotes a utilizar en el diseño y costos, aumentando la eficiencia.

Como coeficiente de mayoración se fijó un valor de 1.2, esta medida se toma por el grado de incertidumbre con el que cuentan los parámetros de suelo, teniéndose en cuenta para el cálculo de los empujes activos y pasivos del muro de contención existente y de la estructura de telón de pilotes planteada como segunda opción a la solución al problema de estabilidad de la zona.

4.5.2.4.1. Cálculo de empuje de tierra activo en el muro de contención

El empuje activo, se produce cuando la estructura de contención se desplaza en una dirección x de forma que el terreno se descomprime, ocasionando inestabilidad o una posible falla del material. A continuación en la imagen 12 se muestran las dimensiones del muro obtenidas en campo, las cuales se utilizaron para realizar el cálculo de empujes sobre esta estructura de contención.

Imagen. 12 Corte perfil – Dimensiones de muro de contención existente.



Fuente: Autor

Para el desarrollo del cálculo de empujes activos sobre el muro de contención, se utilizó el coeficiente de empuje sísmico activo (K_{ae}), el peso específico saturado del relleno mostrado en la tabla 4, un ancho de 1,2 m que corresponde a la separación entre ejes de pilotes anteriormente planteados o a su longitud aferente y una altura de 1,5 m, todo esto multiplicado por un factor de mayoración de 1,2 utilizado por el grado de incertidumbre con que se encuentran los parámetros mecánicos del suelo usados en el análisis. Se utilizó la teoría de coulomb para el cálculo de empujes activos expresada a continuación:

$$Ea = \frac{1}{2} \times K_{ae} \times \gamma_s \times H^2 \times La \times (Fm)$$

$$Ea = \frac{1}{2} \times 0,45 \times 21,6 \times 1,5^2 \times 1,2 \times (1,2) = 15,74 \text{ kN}$$

El valor de empuje activo que recibe el muro de contención es de 15,74 kN, fuerza que se posiciona a 1/3 de la altura desde la base.

4.5.2.4.2. Cálculo de empuje activo y pasivo de suelos sobre el telón de pilotes

Para el cálculo del empuje activo se usaron de igual forma los parámetros mecánicos utilizados para realizar el análisis de empujes en el muro de contención, en este caso se realizó el análisis para los 2.9 m de altura que tiene el terreno a estabilizar y el mismo factor de seguridad de 1,2 para mayorar los valores que servirán para posteriormente hacer el análisis en el software Geo5. Para este caso se obtuvo un valor de empuje activo de 40,31 KN y un empuje pasivo de 92,58 KN teniendo en cuenta que los pilotes estarán hincados 1 metro de profundidad; este proceso se puede ver en el anexo 10 del presente documento.

4.5.2.4.3. Diferencia de presiones activas

Al calcular la diferencia entre las presiones activas, podemos conocer cuál será la presión activa resultante, teniendo en cuenta el aporte mecánico que ejerce el muro de contención sobre la estructura de pilotes. Para este caso se obtuvo un valor de 24,57 KN en 1,2 m de área aferente, procedimiento que se puede observar en el anexo 10 del presente documento.

4.5.2.4.4. Cálculo de peso específico que representa el empuje ejercido en la estructura de pilotes.

A continuación se calcula el peso específico que representa el empuje que genera el suelo en la estructura de pilotes teniendo en cuenta el aporte que genera el muro de contención. Se interpreta esta colaboración como un empuje pasivo que ayuda a dar mayor estabilidad al contrarrestar los empujes activos de suelo que se generan sobre la estructura de pilotes. Este proceso se realiza para obtener un dato de peso específico que posteriormente se introducirá al software Geo5 para su posterior modelación.

$$24,57 \text{ KN} = \frac{1}{2} \times 0,45 \times \gamma_s \times 2,4^2 \times (1,2) * 1,2 \text{ m} \quad \gamma_s = 13,16 \text{ KN/m}^3$$

4.5.2.5. MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TELÓN DE PILOTES EN EL SOFTWARE GEO 5

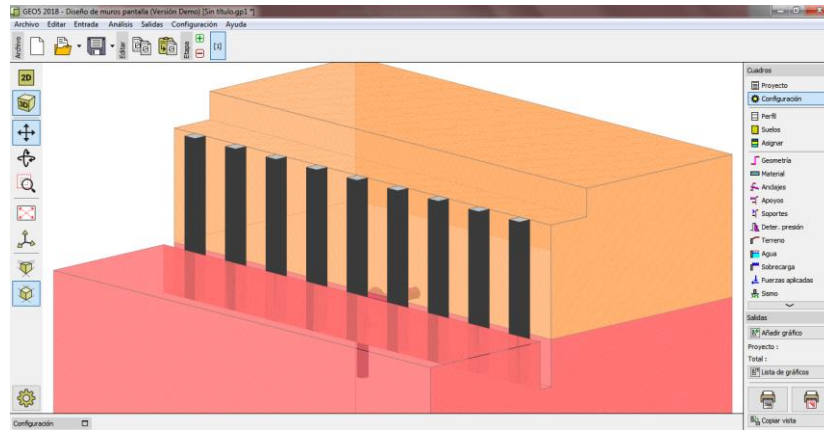
El Software Geo5 es un conjunto de soluciones digitales de gran alcance para resolver problemas geotécnicos por métodos analíticos tradicionales, como es el método de equilibrio límite, como también por el método de elementos finitos (MEF). Los métodos analíticos proveen de un rápido y eficaz diseño y verificación de la estructura. Es posible transferir el modelo analítico al programa MEF, donde la estructura se verifica por el método de elementos finitos.

Para este caso se usó la interfaz que analiza y realiza el diseño de muros pantalla, puesto que es la herramienta que mayor se acopla al análisis que se quiere desarrollar, como lo es un telón de pilotes sometidos a carga lateral, que corresponde a la estructura que se quiere plantear como solución de estabilidad.

Como primer paso nos dirigimos a la ventana de configuración de análisis, donde se determinaron los métodos y el tipo de análisis que se realizará para calcular la presión activa y pasiva del suelo, también existe la posibilidad de elegir las estándares con los que se evaluarán los materiales de acero y concreto, el tipo de análisis sísmico, la metodología de verificación de los factores de seguridad, etc.

A continuación se muestra el modelo de la estructura en 3D en el software GEO5, esta se compone de un telón de 9 pilotes de sección transversal de 0,30 m x 0,30 m; su longitud total a cubrir son 11,15 metros y estarán separados entre ejes 1,20 m, la altura de cada pilote es de 3,40 m y estarán hincados cada uno 1,0 m de profundidad. El suelo de color naranja corresponde al peso específico hallado a partir de la diferencia de presiones activas del suelo y el suelo rojo corresponde al suelo natural.

Imagen. 13 Modelo en 3D del sistema de telón de pilotes



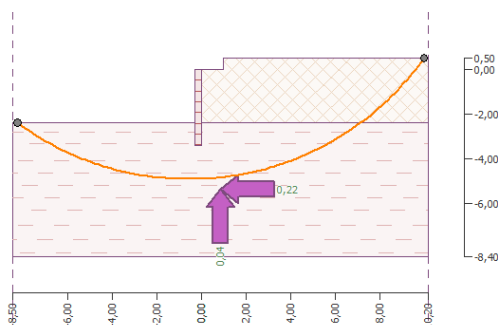
Fuente: Software Geo5 – 2018 – Diseño de muro pantalla

Una de las grandes virtudes de este software, es que permite realizar un análisis con la interfaz de estabilidad de taludes, permitiendo conocer los factores de seguridad a partir de la teoría planteada de los distintos autores que han realizado sus aportes a la mecánica de suelos.

El análisis de estabilidad del talud se realiza con el fin de garantizar los factores de seguridad exigidos por la NSR 10, para este caso se tomó el factor de seguridad mínimo para taludes en condición pseudo estática con agua subterránea normal y coeficiente sísmico de diseño correspondiente a un valor de 1,05.

El análisis se realizó a partir de los diferentes métodos establecidos comúnmente para este tipo de situaciones, como ejemplo en la imagen 14 se muestra la superficie de falla crítica para el tipo de suelo al que se le realizó el análisis de estabilidad a partir del método de Morgenstern Price, donde se determinó su respectivo factor de seguridad, verificando el cumplimiento del valor establecido en la norma, teniendo en cuenta los coeficientes sísmicos calculados.

Imagen. 14 Menú – Superficie de falla critica



Fuente: Software Geo5 – 2018 – Estabilidad de taludes

La verificación de estabilidad por el método de Morgenstern Price, arroja un valor de factor de seguridad de 3,74, cumpliendo muy por encima al valor mínimo permitido por norma que es de 1,05. A continuación, se muestra la tabla resumen de los resultados de los factores de seguridad y algunos otros datos obtenidos a partir del modelo analizado. Se observa que el factor de seguridad varía en un rango de 3,47 a 3,74, valores que cumplen cabalmente con el factor de seguridad mínimo exigido en la NSR10 en su título H.

Tabla 5 Resultados de análisis de estabilidad de talud

Tipo de análisis	Bishop	Fellenius	Janbu	Morgenstern Price
Suma de fuerzas activas (KN/m)	282,97	113,36	-	-
Suma de fuerzas pasivas (KN/m)	1058,49	393,44	-	-
Momento de deslizamiento (KN/m)	3675,82	694,93	-	-
Momento estabilizador (KN/m)	13749,74	2411,8	-	-
Factor de seguridad	3,74	3,47	3,67	3,74
Estabilidad de talud > 1,05	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Fuente: Autor

4.5.2.6. DISEÑO DE VIGA DE CONEXIÓN

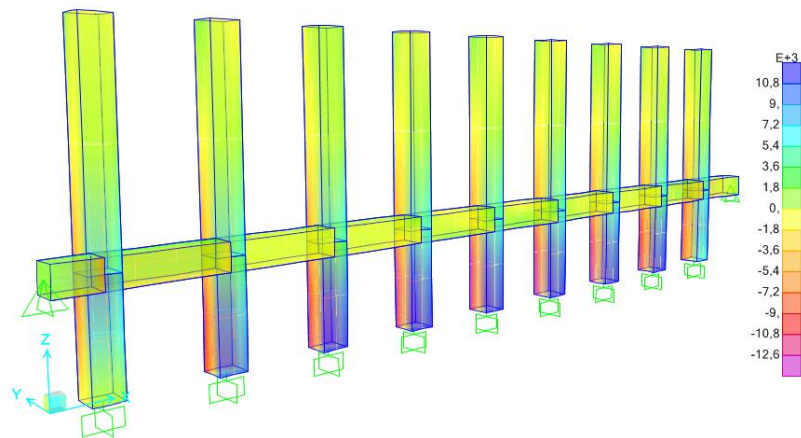
Con el fin de brindar características monolíticas y lograr que el telón de pilotes trabaje como un solo elemento, se diseñara una viga de conexión que unirá los 9 pilotes que hacen parte de la estructura de contención cubriendo una longitud de

11,15 m. La sección planteada inicialmente de la viga es de 0,30 x 0,30 m, con el fin de empalmar los pilotes que tienen la misma sección transversal.

El Muro armado con geotextil no tendrá diseño puesto que la altura a cubrir son tan solo 90 cm, se toma la decisión de copiar las características mecánicas del suelo del muro que se diseñó anteriormente con el software Geosoft. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el relleno se debe compactar en capas de 15 cm de espesor confinadas con geotextil no tejido NT 1600; este muro cuenta con 3 capas de 30 cm de espesor, iniciando desde la cota superior del muro de contención hasta la altura final de los pilotes, esto con el fin de contener y estabilizar el relleno compactado para evitar que se salga por las separaciones de los pilotes; el geotextil contara con unas dimensiones de: 8,7 m de ancho (doblés) - 11,15 m de longitud.

La viga de conexión, elemento que servirá para hacer monolítica la estructura, estará apoyada sobre el suelo al nivel de desplante del muro de contención. Para determinar las deformaciones y conocer los momentos y las fuerzas de cortante actuantes en la viga de conexión, se utilizó el software SAP 2000 donde se realizó el modelamiento y el posterior análisis para calcular el refuerzo requerido de acero.

Imagen. 15 Grafica de esfuerzos producidos por los empujes del suelo



Fuente: Software - SAP2000

En la anterior imagen se indica la gráfica que representa el comportamiento de la estructura ante los empujes pasivo y activo; observamos que la parte inferior es la zona donde la estructura recibe mayores esfuerzos puesto que su comportamiento es el de elementos que están empotrados con un extremo libre, esto generara un efecto de flexión si se quiere llamar así cuando se aplican cargas laterales.

Como anteriormente se había dicho los valores de área de acero para la viga de conexión no superan el valor de $0,061 \text{ cm}^2$, para esto se toma la decisión de diseñar la viga por cuantía mínima, con el fin de cumplir los requerimientos mínimos exigidos partiendo de la geometría de la sección y las características mecánicas de los materiales empleados para su construcción. Se realizó el cálculo del acero de la viga de conexión a partir de su sección transversal que es de $0,30 \times 0,30 \text{ m}$, por cuantía mínima, balanceada y máxima, donde se dieron los siguientes resultados respectivamente: $2,4 \text{ cm}^2$, 15 cm^2 y 10 cm^2 .

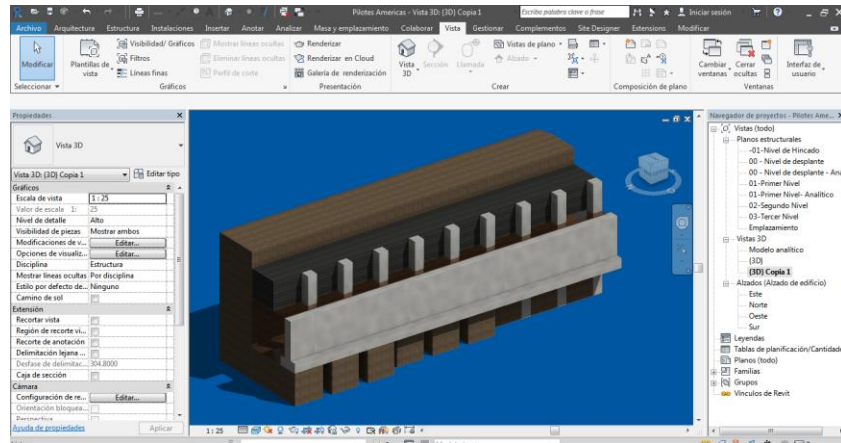
Como solución a lo anterior se tomó el 60% del acero máximo para asignarlo barras arriba y barras abajo, se utilizaron 3 barras N° 5 para la parte superior y 3 para la parte inferior, para continuar con la configuración de los pilotes y lograr aumentar las características monolíticas de la estructura. El refuerzo transversal que corresponde a flejes N° 3, se colocara cada 20 cm puesto que la viga de conexión estará apoyada sobre el suelo.

4.5.2.7. MODELACIÓN EN REVIT, PLANOS Y PRESUPUESTO.

Se realizó la modelación en el software REVIT de la casa Autodesk, con el fin de conocer el comportamiento de la estructura, verificar la geometría, crear tablas de cantidades, realizar planos con sus respectivos detalles constructivos, donde se logró obtener una mayor visualización del proyecto en una vista 3D, para tener más

claro el comportamiento y la posición de cada uno de los elementos que componen el sistema.

Imagen. 16 Modelo 3D del telón de pilotes



Fuente: Software – Revit 2018

En la imagen 16 se muestra el modelo elaborado en el software Revit, donde se ven finalmente todos los elementos que componen la zona que alterna con la estructura existente y la que anteriormente se diseñó. Se observa el muro de contención existente, al igual que el telón de pilotes con la viga de conexión, también el relleno en material compactado y el muro mecánicamente estabilizado con geotextil, más el suelo de fundación y de estabilización.

El software brinda la facilidad de posicionar los elementos de acero de refuerzo en los elementos de concreto, teniendo en cuenta dentro de su configuración la posibilidad de fijar un valor de recubrimiento, el calibre de la barra de acero, longitudes de ganchos, tipo de flejes o estribos y sus respectivas separaciones.

Para cada pilote se utilizaron 6 barras N°5 con longitudes de gancho de 0,25 cm y 27 estribos N°3 separados cada 12cm con ganchos de 10 cm, en la viga de conexión se usó igual número de barras para el refuerzo longitudinal y un total de 54 flejes

Nº3 separados cada 20 cm con ganchos de 10 cm, el recubrimiento con el que cuenta toda la estructura de concreto reforzado es de 6 cm.

En el modelo de Revit localizado en el anexo 13 , se puede visualizar las tablas de cantidades, donde se precisa el volumen y el diámetro de cada barra empleada para la concepción de la estructura, así mismo sucede con los elementos de concreto donde a partir del modelado de la estructura se extraen las tablas y se genera el presupuesto.

Se pueden lograr calcular las cantidades de obra con mayor exactitud y sin variables a tener en cuenta, puesto que ya se tiene una idea general de cómo se establecerá el proyecto siguiendo el modelo planteado inicialmente, producto del proceso de diseño.

Finalmente, gracias a las herramientas del software, podemos realizar cualquier corte y expresar cualquier detalle con mucha facilidad. En los anexos 10,11 y 12, se encuentran los planos estructurales con la respectiva cartilla de aceros, los planos arquitectónicos y el respectivo presupuesto que se realizó a partir de conocer las cantidades que arroja el software y basándonos en la lista de precios de la gobernación del año 2017, donde se obtuvo un valor total de \$ 17.623.385,48, este valor incluye la construcción del muro de cerramiento en mampostería estructural, ya que así se pidió realizarlo.

Tabla 6 Presupuesto - Sistema de contención con pantalla de pilotes y cerramiento en muro estructural para el colegio Inem sede Américas

TOTAL OBRAS DE PROTECCION			\$	14.149.498,39
TOTAL COSTOS DIRECTOS			\$	14.098.708,39
		ADMINISTRACION 15 %	\$	2.114.806,26
		IMPREVISTOS 5 %	\$	704.935,42
		UTILIDAD 5 %	\$	704.935,42
TOTAL OBRA			\$	17.623.385,48

Fuente: Autor

A continuación se presentan los anexos que complementan lo anteriormente expuesto, en donde se presentan los planos estructurales, cantidades de obras y presupuesto desarrollado.

Anexo 10. Planos y diseños del telón de pilotes

Anexo 11. Presupuesto del telón de pilotes y muro de cerramiento estructural.

Anexo 12. Cartilla de acero.

4.5.2.8. CONSTRUCCIÓN DE PILOTES

Antes de comenzar con la construcción del sistema de pilotes, se dió a conocer la problemática que tiene el suelo en desplazamiento del predio afectado, donde se manifestó que sin la demolición del muro del predio vecino no se pueden adelantar labores de construcción, puesto que es de alto riesgo para los trabajadores; se sugirió ir a hablar inmediatamente con el dueño del predio para llegar a un común acuerdo y generar la intención de desarrollar un acta donde se permita la demolición del muro y la intervención en el predio con el consentimiento del propietario.

Imagen. 17 Pilotes desencofrados



Fuente: Autor

El señor Alfonso Páez Gonzales dueño de la propiedad, se mostró muy optimista con la noticia y manifestó que cuanto antes posible se desarrollara la obra mucho mejor, se pidió a la interventoría generar el acta de vecindad y un oficio donde se aprueba por parte del dueño de la vivienda la demolición del muro inclinado para comenzar a desarrollar la obra de contención.

A medida que transcurre la práctica, se realizaron visitas periódicas con el fin de supervisar y hacer seguimiento al desarrollo de la obra. La segunda etapa fue realizar la excavación y remoción de material, luego se realizaron las perforaciones para adelantar la posterior colocación del acero y el vaciado del concreto de cada pilote. Al realizar la excavación se encuentra un suelo de fundación correspondiente a un suelo arcilloso rojizo con betas de oxidación de color naranja y gris.

Se realizaron perforaciones de 1 m de profundidad, la distancia de separación entre orificios es de 90 cm y cuenta con unas dimensiones de 0,30 x 0,30 m. Se realizó visita técnica al colegio Inem sede Américas, donde se hace inspección de la obra de contención y se aprueba por parte del Ingeniero Daniel Moreno Oliveros el proceso que se está llevando a cabo hasta el momento.

Posteriormente se realizó el armado de acero con las respectivas características que arroja el diseño planteado, se colocan unos separadores en el fondo para apoyar el acero con el fin de generar el recubrimiento en la punta, posteriormente se ubicó el armado dentro de la perforación y se niveló para generar estabilidad en el refuerzo a la hora de realizar el vaciado del concreto para la zona de los pilotes que estará hincada.

Cada pilote de sección cuadrada de 0.30x0.30m, cuenta con un refuerzo longitudinal de 6 barras #5 de 3.50 m de longitud con gancho de 0.25 m, un refuerzo transversal de 27 flejes #3, con gancho de -45° , separados cada 0.12 m en la parte que va hincada y 0,15 m en la longitud restante, cada fleje tiene una longitud de gancho

de 0.10 m, para un total de 1,0 m, el recubrimiento mínimo del concreto es de 6 cm por estar en contacto directo con el suelo.

El concreto de diseño utilizado para la construcción del sistema de pilotes tiene una resistencia a la compresión de 21 Mpa y un esfuerzo de fluencia del acero 420 Mpa. Se verificó los sellos del acero y corresponden a un acero hecho en Colombia, que cumple con la norma NTC 2289.

La fundición de la estructura se dividió en 3 etapas, primero se fundió la parte del elemento que va hincado, luego se realizó la respectiva colocación de la armadura de la viga de conexión, después se fundió la viga de conexión y posteriormente la longitud restante de los pilotes.

Anteriormente se entró en la discusión de llevar a cabo la posibilidad de embeber la viga de conexión al talón del muro de contención existente, pero por recomendaciones del ingeniero Daniel Moreno no es posible ya que si llega a sufrir alguna alteración, puede generar la desarticulación del muro de contención y posteriormente alcanzar la falla estructural.

Ante esta condición, se toma la decisión de hacer contigua la viga de conexión, hecho que estaba previsto en el diseño previamente. La Viga cuenta con una sección Cuadrada de 0.3x0.3m, como también se conoce que posee un refuerzo longitudinal de 6 barras N° 5 de 11,4 m de longitud con ganchos de 0.20 m a 90°, al igual que un refuerzo transversal de 73 flejes N° 3, separados cada 0.20 m, con una longitud con gancho de 1,0 m y cada gancho tiene 0.10 m, el elemento cuenta con un recubrimiento mínimo del concreto de 5 cm.

Se tomaron tres cilindros para el control de calidad del concreto por parte del contratista y la interventoría, por lo que se realizó la recomendación de colocarlos inmediatamente en agua, acción que también tuvo caso omiso por parte de los

trabajadores; estas muestras estuvieron expuestas al aire libre durante 3 días, se informó a la supervisión y a la interventoría para que se hiciera un llamado de atención para que se apliquen buenas prácticas dentro de las labores que se desarrollan en la obra y se lleven a cabo estos procesos de control de la calidad de los materiales que son de gran importancia.

Al siguiente día se evidenció que los cilindros de concreto estaban dentro de la piscina de agua; lo que sucedió acarrearía problemas al momento de garantizar un resultado de calidad en el análisis que se hace con la prueba de laboratorio para determinar las capacidades mecánicas para resistir esfuerzos de compresión del material empleado para construir el sistema de pilotes.

Después de la etapa de fraguado y curado que corresponde a la etapa de endurecimiento del concreto, se realiza el desencofrado de los pilotes donde se dio la recomendación de realizar inmediatamente el forrado con vinipel ya que es un método bastante práctico para garantizar la humedad y la temperatura adecuada durante los primeros días después del vaciado, para que se puedan desarrollar en el concreto las propiedades de resistencia y durabilidad.

Los trabajadores se dieron a la negativa de acatar las recomendaciones hechas igual que paso con los cilindros de concreto, porque según ellos las lluvias garantizaban que la estructura estuviera con la humedad apropiada, posteriormente se informó a la interventoría para que pidiera que se forraran en vinipel los pilotes y así garantizar una correcta etapa de curado, que en tiempos futuros brindaran calidad y estabilidad a la obra.

Se comienzan a adelantar las primeras capas de relleno compactado, se utilizó canguro por lo reducido del espacio en la parte posterior. Se dio la recomendación de realizar el suministro, extensión y compactación de material para relleno con un diámetro de 2" y un índice plástico menor o igual al 9% y con una compactación al

95% proctor, en capas de 15 cm hasta alcanzar los 1,50 m de altura que tiene el muro de contención.

Habiendo finalizado el relleno hasta la cota superior del muro de contención, se inicia con la construcción del muro mecánicamente estabilizado con geotextil.

Imagen. 18 Sistema de pilotes y muro con geotextil finalizados



Fuente: Autor

En la imagen 18, se muestra totalmente finalizada la obra, donde desde un comienzo se plantearon dos alternativas para lograr brindar la mejor solución al problema de desplazamiento del suelo en la zona de estudio; la primera fue construir un muro mecánicamente estabilizado con geotextil donde se tenía que realizar una excavación de 1,5 m en el predio vecino y la segunda era implementar el sistema de pilotes, donde finalmente fue la opción más viable tanto técnica como económicamente.

4.5.3. DISEÑO DE MURO ESTRUCTURAL

Se realizó reunión con el contratista e interventoría, donde expusieron la necesidad de construir un muro de cerramiento sobre el muro de contención existente, para darle cerramiento total al colegio y mayor seguridad. Se plantea la propuesta al

arquitecto Ricardo Cristancho (supervisor del contrato), quien manifestó interés en el desarrollo de la obra.

Se realizó visita técnica al colegio Inem sede Américas, donde por común acuerdo entre la interventoría, el contratista y la supervisión, y según las alternativas dadas por el ingeniero Daniel Moreno, que entre algunas estaban: construir un cerramiento verde sobre malla eslabonada y concertina de seguridad; preliminarmente se sustentó la posibilidad de realizar un muro estructural de 1,50 m de altura, con dovelas separadas cada 1,00 m y columnas cada 3,00 m.

La propuesta que se escogió fue la de realizar un muro en mampostería estructural con columnas de 0,25 x 0,25 m, ancladas al vástago del muro de contención existente, separadas cada 3 metros de longitud con 4 barras N°4 para el refuerzo longitudinal y flejes N°3 separados cada 10 cm, con dovelas separadas 1.00 metro dentro de cada diafragma, compuestas por una barra de N°4 anclada 30 cm.

La viga cinta tiene como sección transversal 0.12 X 0.15 m con dos refuerzos longitudinales de N° 4 y estribos de tipo s de 1/4" separados cada 20 cm. El concreto a emplear tiene una resistencia nominal a la compresión de 21 Mpa y el acero un esfuerzo de fluencia de 420 Mpa. Se sugirió un refuerzo no estructural horizontal para posicionarlo cada 3 hiladas en orden ascendente, estas escalerillas hechas de grafil deben ir embebidas 10 cm dentro de las columnas.

En el anexo 12, en los planos de la estructura en general, se muestran los detalles de las dovela; estas irán conformadas por un relleno de grout, para este caso el ladrillo que se utilizara será de tipo estructural de hueco redondo y estará compuesta por una barra N°4 de 2,06 m de longitud. Dentro del diseño se planteó la necesidad de realizar el suministro de concertina de seguridad, con un diámetro de 18" y 33 espirales por rollo con e= 100 mm, para su instalación se utilizará un ángulo de 50 x 5 mm, que sostendrá la cerca de seguridad.

Se aprobaron los planos del diseño del muro de cerramiento en mampostería estructural por parte del ingeniero Daniel Moreno al igual que se finalizó la cartilla de acero y se elaboró el presupuesto final del proyecto a partir del plano arquitectónico – estructural desarrollado en AutoCAD. Se entregaron los planos del diseño del muro estructural y el presupuesto total de la obra de contención del sistema de pilotes y el muro de cerramiento; con un valor de \$ 17.623.385,48, Queda en espera la aprobación por parte del contratista, la supervisión e interventoría. Para mayor detalle remitirse al anexo 13.

4.6 BARRIO EL RODEO

En el Barrio El Rodeo en la carrera 4B con Carrera 5 Tunja - Boyacá, Colombia. Existe la necesidad de construir un sistema de contención para la cara del talud que se observa a continuación en la imagen.

Imagen. 19 Barrio el rodeo - Cara del talud



Fuente: Autor

Se llevó a cabo visita técnica y se verificó que el suelo del lugar es un suelo areno arcilloso con buenas capacidades mecánicas, hecho deducido por el tiempo que son casi 3 años en que la cara del corte ha estado expuesta en condiciones

estables, sin ningún tipo de deformación y desplazamiento, daño o erosión. Se observó en la parte superior la existencia de una vía y la interrupción del paramento.

Se realizaron unas mediciones del lugar, la altura del corte es de 3,00 metros hasta la altura superior del bordillo de la vía, el ancho es de 3,90 m, el ancho de la vía es de 4,90 m y la longitud del callejón es de 15,00 m.

Se pide por parte de la señora Ana Josefina Sánchez presidenta de la junta de acción comunal del barrio el rodeo, la intervención con algún tipo de obra que estabilice la cara del corte de suelo y una estructura que siga el paramento de acceso de la parte inferior hacia la parte superior de la zona donde se busca intervenir.

4.6.1.APOYO AL DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN

Se pretende realizar un sistema de muro de contención con contrafuertes, con diafragmas en mampostería estructural. Se plantearon unas dimensiones las cuales tienen que generar estabilidad ante el vuelco y deslizamiento de la estructura. Se generó el mismo proceso de análisis que en la obra del telón de pilotes, puesto que no se realizaron estudios de suelos, por tal motivo se manejaron los mismos parámetros mecánicos del suelo que se utilizaron en el análisis y diseño del muro de contención.

Los cálculos se hicieron de dos maneras: manuales y mediante un modelo en el software Geo5. Se realizó la caracterización sísmica de la zona y se obtuvieron los siguientes parámetros:

Tabla 7 Datos Utilizados en el diseño

ϕ	32	Fy kg/cm2	4200
α	0	Fc kg/cm2	210
β	11,31	μ_s (Ton/m3)	1,9
δ	21,3333333	θ	32
Kst/Aa	1	Kp	4,051312144
Aa	0,2	Ka	0,572397446
I	1,1	Area Aferente	1,8
Fa	1	F.S	1,2
kh	0,22	μ_c (Ton/m3)	2,4
kv	0,044	qu (Ton/m2)	46,9
θ	12,96	$\mu_{\text{suelo natural}}$ (Ton/m3)	2,12
		σ Vehicular (Ton/m2)	56,5

Fuente: Autor

Siguiendo lo anterior se utilizó la teoría de Mononobe Okabe para conocer los coeficientes de empuje sísmico activo de suelos y se obtuvo un valor de 0,5723974, para el coeficiente de empuje sísmico pasivo de suelos, se obtuvo un valor de 4,0513121, valores obtenidos con el fin de poder realizar un análisis de estabilidad donde se tendrán en cuenta la carga vehicular, el empuje de suelo activo y el empuje pasivo.

El muro tendrá un df de 1,10 m y un espesor de zapata de 1,00 m, su altura total es de 4 metros iniciando desde la cota inicial inferior, tiene un base de zapata de 1,7 m y una longitud de muro de 3,90 m, se compone de 3 contrafuertes de sección variable, inicia en la cota superior con una sección transversal de 0,30 x 0,30 m y finaliza con una sección de 0,90 x 0,30 m.

Se realiza el cálculo de los centros de gravedad para posicionar la resultante de fuerzas que recibirá el muro en el vástago y luego realizar el cálculo de momentos y factores de seguridad; Posteriormente se realiza el cálculo de empujes activos y pasivos en función de la profundidad, cada uno calculado con su respectivo coeficiente sísmico de empuje realizando el análisis hasta los 2,70 m de altura descontando los 30 cm que tiene de altura el bordillo de la vía.

Para calcular la carga vehicular de diseño que corresponde al camión de diseño C2 de 2 ejes como lo indica el Invias; se tuvo que conocer la carga que trasmite cada

rueda al pavimento, esta fuerza vehicular calculada corresponde a un valor de 1,625 Ton.

Como siguiente paso se realizó el cálculo del momento resistente y el momento estabilizador para conocer los respectivos factores de seguridad. En él se tuvieron en cuenta la masa de cada elemento que participa en análisis del sistema y su centro de gravedad, con el fin de calcular el brazo que genera cada fuerza sobre el muro de contención con contrafuertes.

Comparando los factores de seguridad obtenidos con los que exige la norma sismo resistente colombiana del 2010 en la tabla H.6.9-1 de la NSR10, se concluyó que la estructura es estable ya que el factor de seguridad por volcamiento está por encima de 3,0, igualmente sucede con el factor de seguridad por deslizamiento está por encima de 1,6, esto significa que la estructura tiene la suficiente masa y existe la fricción necesaria entre la estructura y el suelo para generar estabilidad, sin olvidar que el gran aporte a la estabilidad de la estructura depende de la existencia de un empuje pasivo que reduce momentos actuantes. De la misma manera sucede con el factor de seguridad por capacidad portante, que tiene un valor por encima de 1,05, correspondiente al factor de seguridad mínimo de la capacidad portante del suelo desarrollando un análisis pseudoestático.

4.6.2. MODELADO EN EL SOFTWARE GEO5

4.6.2.1. Análisis de estabilidad del muro

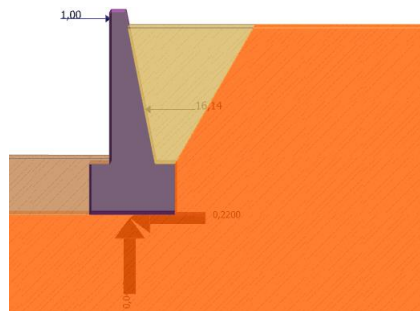
Se realiza el modelado en el software geo5, para conocer los diferentes empujes, los momentos y esfuerzos cortantes que se ejercen sobre la estructura a partir de la interacción con el suelo; para esto, se realiza el ingreso de datos preliminares que servirán para correr el modelo. Se ingresan los valores de resistencia a la

compresión del concreto y el esfuerzo de fluencia del acero; para el análisis y diseño se utilizando valores que corresponden a un f'_c de 21 Mpa y F_y de 420 Mpa.

Para establecer las características mecánicas de los suelos a evaluar en el modelo, se ingresaron parámetros como el ángulo de fricción entre la estructura y el suelo, que se calculó como $2/3$ del ángulo de fricción interna del suelo de relleno (peso específico calculado), dando como resultado $21,33^\circ$, y un coeficiente de poisson igual a 0,035.

Teniendo ingresados los parámetros básicos de los distintos suelos, se ingresa el valor de empuje que ejerce la carga vehicular, ubicada a $1/2$ de la altura del terreno, y se agrega 1 KN en la parte superior como fuerza que refleja el aporte que genera la viga de conexión. Al igual que se ven las fuerzas aplicadas por los coeficientes sísmicos horizontal y vertical.

Imagen. 20 Fuerzas aplicadas en el modelo



Fuente: Software Geo5 – 2018 – Diseño muro en voladizo

El empuje pasivo está dado por el suelo natural que cuenta con características de compasivas y que permiten el no desplazamiento de la estructura ante los esfuerzos activos; en este tipo de estructuras este valor de empuje pasivo depende mucho de la profundidad de hincado o desplante, en este caso la estructura está fundada a una profundidad de 1,10 m de la cota del terreno.

Después de ejecutar la etapa de entrada, se hace el respectivo análisis de equilibrio de la estructura donde se verifican los factores de seguridad ante vuelco y deslizamiento a partir del tipo de suelo, las dimensiones de la estructura y las fuerzas aplicadas en KN.

Se realizó la verificación de capacidad portante cumpliendo con el valor de factor de seguridad mínimo requerido por la norma, la capacidad portante del suelo se calculó a partir del app SOILBOX dando como resultado un valor de 422,65 KPa.

El factor de seguridad arrojado es alto, puesto que el momento que produce el vuelco es muy mínimo a comparación de las fuerzas resistentes que brindan estabilidad al muro, evitando tensiones en el fondo de la zapata y cumpliendo con la excentricidad máxima que establece la norma colombiana NSR10.

Se realizó la verificación del muro, donde se establece el área de acero requerida en la estructura con el fin de resistir los momentos actuantes, donde todas las secciones transversales fueron satisfactorias de acuerdo al análisis propuesto. El acero de refuerzo frontal propuesto corresponde a 3 barras N° 5, con un recubrimiento de 6,00 cm.

El acero de refuerzo trasero propuesto corresponde a 3 barras N° 5, con un recubrimiento de 6,00 cm, para un total de 6 barras N° 5 para cada contrafuerte de sección transversal de 0,30m. Para el refuerzo por cortante se definen flejes N° 3 de sección variable separados cada 10 cm, adaptable a la geometría de los contrafuertes desde la cota superior del vástago descendiendo 3,3 m.

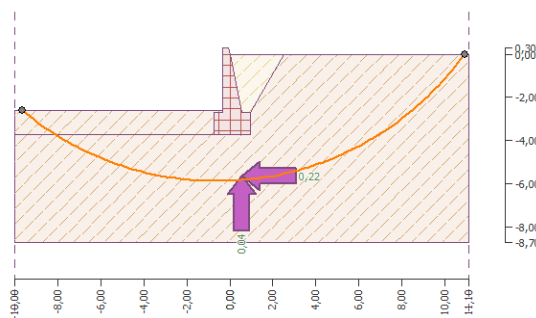
Posteriormente se hace el análisis del muro por el programa zapata del software Geo 5, para conocer la capacidad portante horizontal y vertical del suelo, la excentricidad y luego asignar el acero de refuerzo requerido para la zapata del muro, principalmente verificando el factor de seguridad por capacidad portante.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente y según el análisis desarrollado, el acero que se debe colocar corresponde a una malla de acero compuesta por 19 barras de acero N°6 en la zona superior y 19 en la zona inferior en dirección (Y) de 2,38 m de longitud cada una, separadas entre sí 0,21 m, con una curvatura de 7,5 cm y ganchos de 0,44 m. El refuerzo en el eje (X) corresponde a 8 barras N° 6 en la zona superior y 8 en la zona inferior de 4,10 m de longitud cada una, con una curvatura de 16 cm y ganchos de 16 cm, todas ellas separadas 0,22 m entre sí.

4.6.2.2. Analisis de la estabilidad del Talud:

El análisis se realizó a partir de los diferentes métodos establecidos comúnmente para este tipo de casos, en la imagen 21 se muestra la superficie de falla crítica para el tipo de suelo al que se le realizó el análisis de estabilidad a partir del método de Morgenstern Price, donde se determinó su respectivo factor de seguridad, verificando el cumplimiento del valor establecido en la norma.

Imagen. 21 Análisis de estabilidad del talud



Fuente: Software Geo5 – 2018 – Estabilidad de taludes

Se realiza un análisis por cada uno de los métodos para conocer el factor de seguridad que tiene la masa de suelo con respecto a las fuerzas inducidas en el sistema. A continuación se muestra una tabla resumen de los resultados de los factores de seguridad y algunos otros datos obtenidos a partir del modelo analizado. Se observa que el factor de seguridad varía en un rango de 3,17 a 3,39, valores que

cumplen cabalmente con el factor de seguridad mínimo exigido en la NSR10 en su título H.

Tabla 8 Resultados de análisis de estabilidad de talud

Tipo de análisis	Bishop	Fellenius	Janbu	Morgenstern Price
Suma de fuerzas activas (KN/m)	447,42	468,64	-	-
Suma de fuerzas pasivas (KN/m)	1515,82	1547,11	-	-
Momento de deslizamiento (KN/m)	6348,87	6410,96	-	-
Momento estabilizador (KN/m)	21509,55	20298,09	-	-
Factor de seguridad	3,39	3,17	3,39	3,39
Estabilidad de talud > 1,05	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Fuente: Autor

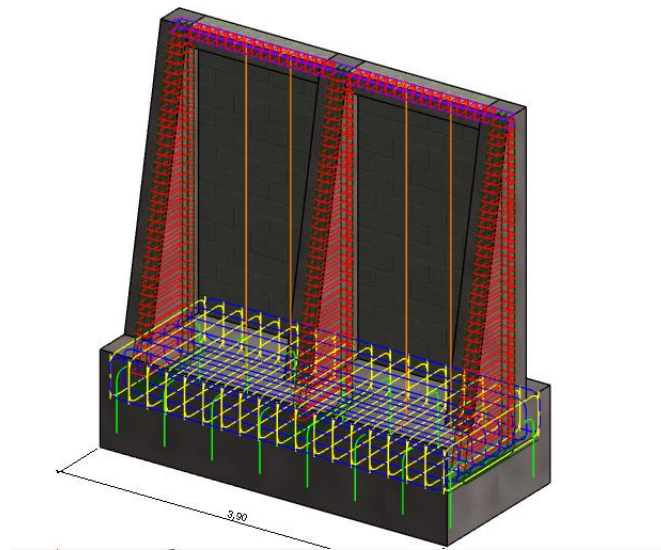
En conclusión se realizaron dos tipos de análisis para este muro de contención con contrafuertes y mampostería estructural, el cálculo inicial que sirvió para comprobar de forma manual la estabilidad del muro, concepto establecido a partir de los valores de factor de seguridad que se obtuvieron como resultado. El segundo fue el modelado en el software Geo5 que funciona para determinar de una forma global, todas las variables que hacen parte del sistema, quizás siendo esta una forma de cálculo más aproximado a la realidad, permitiendo determinar el momento resistente y el momento desestabilizador, para luego conocer el estado de estabilidad del sistema de contención, para posteriormente poder asignar las áreas de acero de refuerzo requeridas en la sección transversal de la estructura.

4.6.3. MODELADO EN REVIT 2018

Para complementar el proceso de modelación, se realizó la verificación del diseño en el software REVIT de la casa Autodesk, con el fin de conocer varia información, entre ella esta verificar la geometría, tablas de cantidades, detalles constructivos y planos además de brindar una mayor visualización del proyecto en una vista 3D, para tener más claro el comportamiento y la posición de cada uno de los elementos que componen la estructura y su entorno.

En la imagen 22 se muestra el modelo elaborado en el software Revit, donde se ven finalmente todos los elementos que componen la zona que alterna con la estructura anteriormente diseñada. Se observa el muro de contención existente, con sus respectivos contrafuertes y viga de conexión en la parte superior, al igual que las diferentes barras de refuerzo de acero utilizadas para su construcción, determinadas a partir de los análisis anteriores que se realizaron en el software Geo5.

Imagen. 22 . Modelo en 3D del muro de contención con contrafuertes y mampostería estructural.



Fuente: Software - Revit 2018

Los elementos como la viga de conexión, se plantearon con cuantías mínimas de acero a partir de su sección transversal. El muro de mampostería estructural se compone de diafragmas de ladrillo de 1,50 m x 2,8 m de altura, con dovelas compuestas por una barra N° 6 (Barra naranja – Imagen 22) cada 0,50 m rellenas de grout con resistencia de 750 kg/cm², los anclajes (Barra verde – Imagen 22) de 0,76 m de longitud y gancho a 90° de 10 cm, fueron establecidos por concepto del Ingeniero Daniel Alberto Moreno Oliveros.

El concreto ciclópeo utilizado cuenta con una resistencia nominal a la compresión de 17,5 Mpa, que se deberá utilizar en la primera fase de la construcción de la zapata del muro. El volumen total de la estructura de concreto ciclópeo es de 2,65 m³ de los cuales el 40% se constituirá con roca tipo rajón con tamaño máximo de 15 cm.

Posteriormente se anclan las barras N° 4 al concreto ciclópeo unos 0,30 de profundidad, el restante de la longitud de la barra ira embebida dentro del concreto reforzado de 21 Mpa y se combinará con el resto de acero de la estructura. Se tomó esta decisión de realizar la zapata con dos tipos de concreto diferente para optimizar económicamente la obra, ahorrando acero y concreto, ya que se buscaba era generar mayor masa para buscar estabilidad en la estructura.

Posteriormente de haber realizado la fundición del concreto ciclópeo y anclado las barras de acero, se deja fraguar. Enseguida se inicia a instalar el refuerzo de acero superior e inferior de la canasta de la zapata; en el anexo 13 se observan los planos y los detalles de la colocación de cada elemento.

Antes de fundir el resto de la zapata se debe colocar el refuerzo longitudinal del contrafuerte y parte de los estribos que van dentro de ella, desarrollando el anterior proceso, se permite realizar el vaciado del concreto con resistencia de diseño de 21 Mpa, no olvidando primero realizar el anclado de la barra de acero de cada dovela unos 0,55 cm de profundidad.

Los estribos van separados cada 10 cm y cuentan con longitudes diferentes, para lo cual, el programa Revit gestiona la información y permite conocer las dimensiones exactas de cada estribo a utilizar en la construcción del contrafuerte, estos datos estarán expresados en los anexos del presente documento.

Después del fraguado de la segunda fase de la zapata, se inicia con el armado del acero de los contrafuertes para su posterior fundición. Teniendo en cuenta que el refuerzo no estructural horizontal deberá ir embebido por lo menos 10 cm dentro del contrafuerte, se inicia con la construcción del muro en mampostería estructural al mismo tiempo que se va realizando la colocación del refuerzo no estructural horizontal, finalmente se coloca el acero de la viga de conexión y se realiza el vaciado de concreto, al mismo tiempo que se coloca malla electrosoldada de 15x15 con un diámetro de 6 mm y se realizará la fundación de una placa de concreto de 10 cm.

Se realizaron los respectivos planos de diseño del muro de contención con contrafuertes y mampostería estructural para su posterior aprobación por parte del ingeniero Daniel Moreno, al igual que se finalizó la cartilla de acero y el presupuesto final del proyecto.

Tabla 9 Presupuesto - Muro con contrafuertes para el barrio el rodeo

TOTAL OBRAS DE PROTECCION			\$	8.614.484,81
		TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$	8.614.484,81
		ADMINISTRACION 15 %	\$	1.292.172,72
		IMPREVISTOS 5 %	\$	430.724,24
		UTILIDAD 5 %	\$	430.724,24
		TOTAL OBRA	\$	10.768.106,01

Fuente: Autor

Para mayor detalle remitirse a los anexos que se muestran a continuación:

Anexo 14. Planos estructurales del Muro de contención

Anexo 15. Presupuesto del Muro de contención

Anexo 16. Cartilla de acero del Muro de contención

4.7 VISITAS TECNICAS

Como actividades complementarias a las actividades de pasantía, se solicitó el apoyo técnico por parte del secretario de educación del municipio para que se realice la visita a cada una de las instituciones a fin de efectuar el levantamiento, elaborar presupuesto y evaluar obras a realizar, posterior a ello enviar informe correspondiente, en atención al PQR 984 radicado por el rector de la institución, donde se solicita, adecuación y mantenimiento del comedor escolar de la institución educativa Rural del sur sede "BARON GERMANIA". Y de acuerdo al requerimiento por parte de los presidentes de la junta de acción comunal donde se manifiesta que se encuentra en riesgo la sede " LA COLORADA" de la institución educativa Antonio José Sandoval, al igual que el colegio libertador sede "EL TRIUNFO" y las sedes "BARON GERMANIA" y "BARON GALLERO" de la institución Rural del sur. Por otro lado teniendo en cuenta PQR 1413 radicado por el CMGRD donde se solicita intervención de las líneas eléctricas expuestas en la IE Silvino Rodríguez sede "DORADO".

A continuación se exponen las apreciaciones sobre las observaciones realizadas, con el objeto de determinar soluciones de mantenimiento y adecuación de las distintas sedes a evaluadas

4.7.1. INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL DEL SUR SEDE "BARON GERMANIA"

En primer lugar, se realizó inspección en la zona donde está ubicado el comedor escolar y la cocina de la institución, donde se evidenciaron grietas con separaciones en intervalos de 4 – 8 mm entre la unión de la estructura del comedor y la cocina, debido a que la construcción de la cocina fue realizada por personas de la zona y no hay un empalme entre las dos estructuras, evidenciándose claramente que no

cumple con la NSR10, la falla se pudo deber a asentamientos del suelo que produjeron esfuerzos de corte dividiendo las dos estructuras.

La estructura del restaurante se compone por un sistema tipo pórtico y la estructura de la cocina se compone de mampostería inconfiada incumpliendo con los requisitos mínimos constructivos que estipula la NSR10. La estructura de la cocina cuenta con unas dimensiones en planta de 3,7m x 4,8 m de longitud y una altura máxima de 2,5 m.

La viga canal de la parte superior, se encuentra apoyada sobre la mampostería del muro que compone la estructura de la cocina, ejerciéndole esfuerzos que inducen a generar procesos de agrietamiento y aparición de fisuras. Se observa que la grieta recorre todo el perímetro vertical donde se empalman las dos estructuras.

En los baños de la institución se evidencio el cielo raso destrozado, esto debido a que en ese lugar, se había formado un panal de abejas, por lo que el equipo de Bomberos tuvo que realizar la labor de extraer el panal por seguridad de los estudiantes. También se evidencian las luminarias colgando del techo y en mal estado.

La placa de concreto que soporta los tanques está permitiendo la infiltración de agua, generando humedad y por consecuente el daño total del cielo raso de los dos baños. El área del baño de los niños es de 3,00 m x 3,10 m y el baño de las niñas es de 2,80 m x 3,30 m.

4.7.2. INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL DEL SUR SEDE "BARON GALLERO"

Se realizó inspección de la sede donde se evidenciaron problemas en los pisos de dos salones, estos pisos están compuestos de madera en malas condiciones, deteriorados por la humedad y con varios huecos distribuidos por toda la superficie,

también se evidencio que la estructura que soporta el piso en madera se encuentra en muy mal estado. Cada uno de los salones afectados tienen dimensiones de 9.00 m x 6.15 m de longitud.

Se evidencian los baños en muy mal estado en condiciones de higiene no aptas para el uso de los estudiantes, al igual que se evidencian los soportes de puertas desprendidos y dos aparatos sanitarios únicamente.

Se observaron varias goteras en la mayoría de salones, donde en temporada de agua causa infiltraciones y emposamiento dentro del salón dificultando las labores de los estudiantes y docentes. La teja es de material de asbesto cemento, elemento prohibido por la organización mundial de salud ya que las fibras que lo componen son causantes de cáncer de pulmón. Actualmente se encuentra en trámite en el congreso la aprobación de una ley donde se prohíbe la utilización de este tipo de material en las edificaciones del país.

Se evidencia que el baño de profesores y la cocina no tienen servicio de agua porque no existe conexión a los tanques de almacenamiento de agua que están en la parte superior. Al igual que se requiere limpieza y mantenimiento del sistema de recolección de agua pluvial y la reparación del sistema eléctrico de un salón.

4.7.3. INSTITUCIÓN EDUCATIVA LIBERTADOR SIMON BOLIVAR “SEDE TRINIDAD”

En este sector, se evidenciaron las condiciones actuales de un muro de cerramiento ubicado en el sector occidental de la institución, donde se observa que la estructura no cumple con las condiciones mínimas de seguridad y sismicidad exigidos por la NSR10, se identifican diafragmas no confinados de 3.00 metros de longitud por 3.00 m de altura, tiene una cimentación en concreto ciclópeo de 0,50 x 0,50 m, con columnas en mampostería.

Se observan varias fisuras y una leve inclinación hacia dentro, al igual que se observa humedad que se filtra desde la vía, ya que su nivel se encuentra por encima, también se evidencian grandes problemas de seguridad en la institución por el fácil acceso por sus linderos, por lo cual los salones tienen rejas en sus cubiertas.

4.7.4. INSTITUCIÓN EDUCATIVA SILVINO RODRÍGUEZ SEDE "DORADO".

Se realizó visita a la institución y se evidencio una línea de energía a una altura muy baja, generando gran riesgo para los estudiantes, ubicada sobre una de las columnas del muro de cerramiento.

También se encontró una fisura en el muro y piso de un salón, y se observa que se le ha estado haciendo seguimiento en cuanto a la medición de la separación de la fisura a través del tiempo. Se observan separaciones del tejado donde se filtra el agua en el módulo nuevo.

4.7.5. INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ SANDOVAL SEDE " LA COLORADA"

Se realiza visita a la institución donde se evidencia un muro en la parte trasera del colegio, sentido noroccidental, que se encuentra sin ningún empalme a la estructura del salón que queda enseguida. No presenta un grado alto de inestabilidad, pero si genera gran riesgo para los estudiantes. Para ello se requiere construir una columna con cimentación para estabilizar el muro de cerramiento. Se requiere igualmente mantenimiento al sistema de recolección de aguas lluvia y la reparación de goteras en todos los salones.

4.7.6. ESCUELA NORMAL SUPERIOR SANTIAGO DE TUNJA SEDE "JARDÍN NACIONAL"

Se realizó visita a la sede "Jardín Nacional" de la Escuela Normal Superior Santiago de Tunja, donde se evidenciaron grietas de 1 a 6 mm en los muros de los salones, posiblemente ocasionadas por el asentamiento de la estructura y por fallas estructurales, ya que la zona siempre ha tenido problemas con el tipo de suelo que existe en el lugar.

Se observan grietas horizontales y verticales que traspasan de un lado a otro, evidenciando una falla de los elementos verticales también se evidencian fisuras por asentamiento y fisuras por falla estructural en elementos verticales que soportan carga de cubierta.

Se observa la existencia de una grieta horizontal en las dos fotos que sobrepasa el ancho del muro y recorre una longitud de aproximadamente 7 metros. Las fotografías muestran la fisura de cada lado del muro. El bloque inferior de muro esta levemente corrido hacia dentro.

4.7.7. ESCUELA NORMAL SUPERIOR SANTIAGO DE TUNJA SEDE "PARQUE PINZÓN"

Se realizó visita a la sede "Parque Pinzón" de la Escuela Normal Superior Santiago de Tunja, donde se evidencio el hundimiento del piso conformado por adoquín, por una posible mal compactación. Existe también un problema de falta de un sistema de recolección de aguas lluvia por parte de los dueños del parqueadero en el tejado de lámina metálica donde hace fluir toda el agua al piso del patio del colegio, contribuyendo a la erosión del suelo y al hundimiento del piso.

Se observó que el muro en el ala norte, no tiene ningún sistema de confinamiento, al igual que no cuenta con columnas que soporten su estructura, el cual lo hace

vulnerable ante cualquier evento sísmico. Se observan grietas en los laterales del muro donde se une con una especie de columneta sin conexión alguna.

Se realizó informe de las visitas técnicas y se envía al arquitecto Ricardo Cristancho para que este, realice una reunión con el secretario de educación, donde se definan cuáles son las instituciones donde próximamente llevara a cabo la adecuación y el mantenimiento de su planta física.

5. APORTES DEL TRABAJO

5.1 COGNITIVOS

Se entablan relaciones profesionalmente humanas, fundamentadas en el respeto, responsabilidad y compromiso, en representación de la misión de la Universidad Santo Tomás, obrando siempre con ética profesional, permitiendo alcanzar logros representativos que ayuden a lograr un cambio positivo a la sociedad.

Dentro del desarrollo de la práctica se realizaron varias actividades, las cuales brindaron la posibilidad de una u otra manera de generar soluciones a los inconvenientes que se presentan a diario. En primera instancia se realizó la capacitación en supervisión e interventoría, ofrecida por la alcaldía mayor de Tunja, donde se dieron a conocer los derechos y deberes de los diferentes actores dentro de un contrato; de manera significativa se logró tener claridad en conceptos y temas que se refieren a lo dicho.

Como primer aporte generado a la entidad donde se desarrolló la práctica, fue atender un PQR hecho a la secretaria de educación, donde ellos respectivamente se remitieron a la secretaria de infraestructura donde se atiende la respectiva solicitud. Se realiza visita técnica a la institución donde se conocen los principales problemas con los que cuenta, se realiza un recorrido haciendo un registro fotográfico para luego con mayor detenimiento elaborar soluciones que brinden el correcto desarrollo de las actividades dentro de plantel.

Dentro de las soluciones que se brindaron, fue realizar el levantamiento y elaborar el plano del centro de desarrollo infantil “artesanos del saber”, al igual que mitigar los problemas de accesibilidad con los que cuentan los estudiantes, debido a la falta de infraestructura adecuada para el desarrollo de las actividades, para esto se diseñaron dos rampas de acceso, definidas a partir de las normas técnicas Colombianas NTC 4101 y NTC 4143, también se desarrolla el diseño de un filtro de

drenaje para solucionar el inconveniente de emposamiento dentro de los salones, puesto que este es uno de los problemas más visibles que afecta directamente el desarrollo de las actividades dentro de la institución, aparte de eso se diseñó una cuneta revestida en concreto en la parte superior del filtro para generar encausar el agua de escorrentía con la cuneta y el agua que sube del nivel freático con el filtro. Se realizó un listado de las necesidades de la institución con el fin de clasificar y conocer las de mayor prioridad; entre ellas esta: reparar las goteras de los salones, realizar el mantenimiento del sistema de recolección de aguas lluvias, ampliar la capacidad de desagüe de caudal de aguas lluvias, incorporar el servicio de gas natural y pintar la fachada del colegio.

Para generar solución a los anteriores inconvenientes, se realizaron labores de campo y diseño, donde finalmente se desarrolló un presupuesto que tiene en cuenta la mayoría de problemas evidenciados; documentos que fueron remitidos a la secretaria de educación junto a los respectivos informes con el fin de gestionar recursos y adelantar las obras planteadas dentro de la institución.

Por otra parte se realizó supervisión, control y vigilancia a la obra de estabilización de talud a la altura del viaducto, donde se realizaron los respectivos informes, detallando cada uno de los sucesos negativos y positivos con los cuales se desarrolló la obra. El principal tema de discusión de mayor gravedad fue el control que se le hizo al concreto utilizado en la construcción de la capa de revestimiento, al igual que del acero de refuerzo empleado; Se realizó la toma de muestras con el fin de verificar la resistencia del hormigón para garantizar el cumplimiento de las características de diseño, la calidad y la estabilidad de la obra. Para esto se elaboraron dos cilindros de concreto, los cuales no llegaron ni al 50 % de la resistencia esperada, suceso que se comunicó inmediatamente al secretario de infraestructura donde se tomaron medidas respectivas; se citó al contratista y se le hizo saber de la situación, donde se optó por verificar la calidad del material con otro tipo de prueba.

Posteriormente se desarrolla la prueba con el esclerómetro sobre el revestimiento del talud, concluyendo de nuevo de forma negativa, hecho que se informa al secretario de infraestructura, donde de nuevo se le hace un llamado de atención al contratista; él se compromete a desarrollar otra tipo de prueba para comprobar la calidad del material, para esto se hicieron apiques sobre el revestimiento del talud hasta llegar a la capa del muro en piedra pegada, desviando todo proceder por el cual se hizo el llamado de atención, concluyendo esta vez con ningún resultado posible de comparar.

Por otro lado, se realizó supervisión, control y vigilancia a la obra de estabilización del barrio el dorado ubicado al respaldo del edificio Inalteza, donde se diseñó una estructura de acceso tipo escalera, para restablecer el paso que existía anteriormente antes de ejecutarse la obra de contención de pilotes, para esto se realizan los planos y diseños de la escalera que se planea desarrollar en seguida de la obra de estabilización del barrio el Dorado para habilitar el paso de la comunidad. Finalmente el proyecto no se pudo ejecutar puesto que el predio donde se realizó el trazado de la estructura no está cedido al municipio; diseños, presupuesto y demás documentos quedaron a disposición de la secretaria de infraestructura, para cuando se solucionen los inconvenientes legales.

Se brindó apoyo técnico adicional al contratista de la obra de estabilización del barrio el Dorado en la redistribución del acero de los pilotes al cambiar su sección transversal de circular a cuadrada, hecho dado por la dificultad en el proceso constructivo que existía al desarrollar los pilotes, al igual que también se dieron recomendaciones propias de no realizar el relleno posterior de los pilotes, con el fin de no someter la estructura a esfuerzos tempranos, aun cuando el concreto no ha alcanzado su resistencia máxima, puesto que esta labor se pretendía desarrollar a la semana siguiente después de haber fundido los pilotes.

Se atendió la emergencia producida por el colapso del muro en mampostería del barrio las nieves, donde se desarrollaron labores de campo como realizar la caracterización geométrica del deslizamiento y levantar planos de la vivienda, recolectando la información a partir de la guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del servicio geológico colombiano, en conjunto con la Universidad Nacional de Colombia. Con esta guía se realizó la toma de información con el fin de caracterizar y describir el suceso ocurrido, a través del formato de campo, diagnostico e inspección visual de edificaciones.

Por otra parte de adelanto la identificación del tipo de suelo, dimensiones del muro caído, observaciones sobre el sobre cimiento en ladrillo, dimensiones de los posibles ciclópeos de fundación, profundidad de la vivienda etc. El colapso pudo haber sido ocasionado por que existió una infiltración de agua entre el muro y el andén de la vivienda, lo cual produjo la saturación del suelo sobrecargándolo, ocasionando que los empujes del terreno aumentaran significativamente produciendo el colapso del muro de ladrillo tolete que existía en el lugar. Actualmente se desarrolla topografía de detalle y estudios geotécnicos para evaluar los parámetros físico - mecánicos más representativos a evaluar en el modelo de falla y de estabilidad del talud.

En el colegio Inem sede Américas se realizaron varias labores, una de ellas fue el diseño de un muro mecánicamente estabilizado y la otra el diseño de un sistema de pilotes, medidas que se plantearon inicialmente para solucionar problema de desplazamiento de suelo. En primera instancia se diseña un muro mecánicamente estabilizado con el programa Geosoft de PAVCO versión 3.0, con este tipo de estructura existía un gran problema y era el poco espacio que había para su construcción, se debía excavar 1,5 m hacia el predio vecino, lo que ocasionaría que el suelo se desestabilizara y pudiera ocasionar graves daños o el posible colapso de las viviendas colindantes.

Como segunda alternativa se diseña un sistema de pilotes sometidos a carga lateral, esta solución que a pequeña vista, resulta ser la mejor opción en cuanto aspectos técnicos y económicos para ser planteada como una opción viable que se acopla y se adapta a la solución que se requiere dar.

Para cada diseño se elaboró un análisis sísmico de la zona de estudio, con el fin de conocer los coeficientes de aceleración horizontal y vertical, para posteriormente realizar un análisis donde se contemple la incidencia de los sismos en los empujes de tierra.

Los parámetros mecánicos utilizados fueron producto de la investigación del suelo de la zona y de artículos científicos que demarcan ciertos parámetros comunes correspondientes al tipo de suelo, esta decisión se tomó porque no se desarrollaron estudios de suelos ya que la ejecución del contrato había iniciado y se tenía que implementar algún tipo de obra en el menor tiempo posible, debido a que no se tenían diseños establecidos.

El manejo de herramientas informáticas fue de gran importancia para preestablecer diseños y comprobar los distintos comportamientos a los cuales estaban sometidas las estructuras. Los diseños se adelantaron en diferentes tipos de software como lo son: AutoCAD, Revit, Geo5, SAP 2000, Geosoft de Pavco, Soil Box, Excel y demás que faltan mencionar.

Habiendo adelantado planos, diseños, presupuestos y modelos de las dos alternativas, se realiza un análisis comparativo donde a partir de los aspectos técnicos y económicos se determina que el sistema de pilotes es la mejor opción para desarrollar. Definido lo anterior se adelanta el proceso para gestionar el proyecto ante la supervisión, interventoría y contratista, donde se da plena aprobación para su posterior ejecución.

Además de esto, se realizó el seguimiento y control en la etapa de ejecución de la obra, donde se verificaron detalles, materiales y procesos constructivos estipulados en el diseño con el fin de garantizar la calidad de la obra y su correcto comportamiento. Además que se supervisaban las obra de construcción del muro fachada de la institución.

En el barrio el rodeo, se realizó visita técnica y se verificó que el suelo del lugar es un suelo areno arcilloso con buenas capacidades mecánicas, hecho deducido por el tiempo que son casi 3 años en que la cara del corte ha estado expuesta en condiciones estables, sin ningún tipo de deformación y desplazamiento, daño o erosión. Se observó en la parte superior la existencia de una vía y la interrupción del paramento.

Para buscar una solución acorde a la necesidad, se planteó como opción inicial el diseño de un sistema de muro de contención con contrafuertes y diafragmas en mampostería estructural. Se plantearon dimensiones iniciales con el fin de evaluar un posible diseño en concordancia con el cumplimiento de los distintos factores de seguridad y las reglas de predimensionamiento, con las cuales se busca generar estabilidad ante el vuelco y deslizamiento de la estructura. Se generó el mismo proceso de análisis que en la obra del telón de pilotes, puesto que no se realizaron estudios de suelos, por tal motivo se manejaron los mismos parámetros mecánicos del suelo y la misma caracterización sísmica para ser utilizados en el análisis.

Los cálculos se hicieron de dos maneras: manuales con el fin de verificar la estabilidad de la estructura a partir de los factores de seguridad propuestos por la NSR10 en su título H y mediante un modelo en el software Geo5 para evaluar de una forma global todas las fuerzas que inciden sobre la estructura, para posteriormente incluir el refuerzo de acero.

Como respuesta a otro PQR se efectuaron vivitas técnicas a las diferentes instituciones educativas, atendiendo a la solicitud de apoyo requerido por parte de secretaria de educación, las instituciones fueron las siguientes: la sede "jardín nacional" de la escuela normal superior Santiago de Tunja, a la sede "parque pinzón" de la escuela normal superior Santiago de Tunja, a la institución educativa rural del sur sede "Barón Germania", a la institución educativa rural del sur sede "Barón gallero", a la institución educativa libertador simón bolívar "sede trinidad", a la institución educativa Silvino rodríguez sede "dorado", a la institución educativa Antonio José Sandoval sede " la colorada".

En la visita técnica se inspecciono el estado de la planta física de cada plantel, efectuando un registro fotográfico para posteriormente realizar los respectivos informes de las necesidades de mayor trascendencia por las cuales atraviesan estas instituciones. Los diseños y Las obras necesarias para el mantenimiento y adecuación de la infraestructura, están dadas a desarrollarse en un futuro.

En el colegio Inem sede Américas, y sede piloto se realizó un constante apoyo a la supervisión, por el cual se desarrollaron recomendaciones técnicas desde como conformar la estructura del piso de un salón, hasta la manera de proceder en procesos constructivos.

Más que aportes desarrollados en la práctica, es la gratitud de poder interactuar con el medió y poner en práctica el conocimiento adquirido durante la época de estudio, rompiendo paradigmas y cambiando la manera de ver las cosas, este es un camino de aprendizaje donde no se sabe cuál es el comienzo, ni tampoco el final.

5.2 A LA COMUNIDAD

Mediante las labores desarrolladas en la alcaldía mayor del municipio de Tunja y a través de la secretaria de infraestructura, se desarrollan las principales obras de necesidad prioritaria o de respuesta a acciones populares de carácter social, donde se trabaja en la solución de los principales problemas de la comunidad.

Se puede decir que todas las labores que se realizaron durante la práctica, contribuyen al desarrollo y el beneficio de la comunidad, puesto que todo el trabajo es mancomunadamente orientado a hacer efectivo el recurso público, en obras que beneficien directa o indirectamente ciertos sectores, en los cuales es de vital importancia la intervención.

Como ejemplo está el diseño y la construcción de la obra de contención compuesta por un sistema de pilotes en el colegio Inem sede Américas, donde la necesidad era estabilizar el suelo de esa zona con el fin de mitigar el riesgo en el que se encontraban las viviendas involucradas y los estudiantes de la institución. Gracias al aporte ingenieril se planteó la solución más viable tanto técnica como social, ambiental y económicamente, para mitigar el riesgo y estabilizar la zona y aun mucho más importante salvaguardar la integridad de las personas.

Otro ejemplo es la respuesta a la petición por parte de la presidenta de acción comunal del barrio El Rodeo quien pide realizar una obra de contención para la cara del talud que existe entre dos viviendas y en su parte superior una vía, que a su vez interrumpe la continuidad del paramento, puesto que no existe un andén y ha generado varios accidentes con niños que han caído desde una altura de 3 metros. Para este caso se realizó el diseño de un muro de contención con contrafuertes y mampostería estructural, y en su parte superior una placa de 10 cm para el andén, al igual que se colocaran barandas de seguridad. Con esta estructura se piensa solucionar prontamente ese problema y atender las quejas de la comunidad.

En el colegio artesanos del saber se diseñaron dos rampas de acceso para personas con capacidades diferentes, con el fin de generar accesibilidad, permitiendo el correcto flujo de tránsito de los menores que estudian en la institución, disminuyendo el riesgo de caídas que existía anteriormente.

En el barrio el dorado en la obra de estabilización, se diseñó una estructura de acceso tipo escalera para habilitar el paso peatonal a la comunidad desde la parte inferior a la superior. El diseño quedó a disposición de la secretaria de infraestructura a la espera de solucionar el problema de cesión del predio al municipio, para así poder ejecutarla. Como se pudo ver cada labor realizada aporta soluciones, la ingeniería civil significa eso: trabajar por el desarrollo de la comunidad aportando un grano de arena a la construcción del mundo.

6. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

En el desarrollo de la práctica se emplearon los conocimientos adquiridos durante la etapa académica, los cuales sirvieron como base para dar apoyo técnico, generando procesos en pro de la construcción de la misión y visión de la ALCALDIA MAYOR DE TUNJA.

Los trabajos de ejecución de los diferentes contratos, dieron cabida a la oportunidad de generar impactos sociales que contribuyeron al desarrollo de la comunidad, donde se realizó la gestión para garantizar el correcto cumplimiento y control de los recursos suministrados por parte de la entidad hacia el municipio mediante esta modalidad, interviniendo positivamente en el desarrollo de soluciones ingenieriles viables en todos los aspectos.

El progreso de las labores se fundamenta en el concepto lógico de analizar las variables existentes en los procesos dentro de la entidad, permitiendo una visualización global entendible, capaz de proveer soluciones desde la aplicación de conceptos técnicos que aseguran el éxito de cada uno de los proyectos en los que se interviene.

El desarrollo de los contratos de diferente índole que están a cargo por parte de la secretaria de infraestructura, genera efectos positivos sobre la comunidad donde se evalúan y se buscan suplir las necesidades tanto de accesibilidad como de comunicación y mitigación del riesgo.

La aplicación de conceptos técnicos ingenieriles en las obras de estabilización de suelos dió la oportunidad de generar soluciones de mitigación al riesgo emergente, lográndose una adaptación más próxima a las características reales de cada problema.

Se dió la posibilidad de desarrollar diferentes tipos de diseños de infraestructura en instituciones educativas y zonas comunes de algunos barrios de Tunja. Cabe resaltar que muchas de las zonas donde se intervino llevaban mucho tiempo a la espera de recibir ayuda, donde se mostró agradecimiento por parte de la comunidad, al ver que por fin se les tuvo en cuenta y se les brindó una solución que a largo plazo corrige los problemas por los cuales atraviesan en su diario vivir. Este tipo de acciones proporcionan seguridad a la comunidad y suplen las necesidades de vital importancia.

En la secretaria de infraestructura quedaron a disposición cada uno de los diseños elaborados, avalados y aprobados con el fin de desarrollarlos posteriormente a cuando se dé lugar.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se proporcionó el apoyo y soporte técnico a la supervisión de contratos de ejecución de estabilización de taludes y de mantenimiento y adecuación de colegios oficiales del municipio de Tunja, a cargo de la secretaria de infraestructura, dirigida por el ingeniero Cesar David López Arenas.

Se brindó soporte técnico ingenieril a la supervisión en obras de mantenimiento y adecuación de instituciones educativas oficiales del municipio de Tunja, donde se realizaron visitas de campo, replanteos, levantamientos, informes y demás actividades que sirvieron de apoyo a la hora de evaluar las obras de mantenimiento y adecuación en cada una. Se realizó análisis de precios unitarios, modelos analíticos, modelos arquitectónicos, modelos estructurales, cartillas de acero y presupuestos, de las obras a las cuales se realizó el apoyo mencionadas en este documento.

Se supervisaron los procesos constructivos y la calidad de materiales a través del cumplimiento de las especificaciones técnicas generales de construcción; se hace clara referencia a los colegios Inem sede Américas y sede piloto, donde se llevó a cabo el mayor apoyo a la supervisión. Se realizó apoyo, seguimiento y control a las obras adjudicadas por la supervisión, como fueron el talud de la avenida oriental y el talud el dorado.

Se realizaron diseños acordes a ofrecer soluciones eficientes a los problemas y necesidades de la comunidad. A continuación se mencionan algunos: Sistema de pilotes, muro mecánicamente estabilizado con geotextil y muro en mampostería estructural (colegio las Américas), muro de contención con contrafuertes y mampostería estructural (barrio el Rodeo), escaleras de acceso (barrio el Dorado)

rampas de acceso para personas con capacidades diferentes y filtro de drenaje con geotextil (colegio artesanos del saber).

8. GLOSARIO

Coeficiente de empuje activo⁷: En mecánica de suelos es habitual expresar la tensión horizontal como un porcentaje de la tensión vertical, ese porcentaje es lo que se denomina coeficiente de empuje K_a , cuando el estado del suelo es activo.

Coeficiente de empuje pasivo⁸: En mecánica de suelos es habitual expresar la tensión horizontal como un porcentaje de la tensión vertical, ese porcentaje es lo que se denomina coeficiente de empuje K_p , cuando el estado del suelo es pasivo.

K_h ⁹: coeficiente sísmico horizontal expresado en términos de N veces la aceleración g , producida por el sismo, usado para realizar un análisis pseudoestático. La magnitud del coeficiente sísmico debe simular la naturaleza de la fuerza del evento que depende de la intensidad o aceleración del sismo, duración del movimiento y frecuencia. (Dias, 1998)

K_v ¹⁰: coeficiente sísmico vertical expresado en términos de N veces la aceleración g , producida por el sismo, usado para realizar un análisis pseudoestático. La magnitud del coeficiente sísmico debe simular la naturaleza de la fuerza del evento que depende de la intensidad o aceleración del sismo, duración del movimiento y frecuencia. (Dias, 1998)

Contratista de obra: persona o empresa que proporciona bienes o servicios a otra entidad, en los términos especificados en el contrato.

⁷ (<http://enriquemontalar.com/>)

⁸ (<http://enriquemontalar.com/>)

⁹ SUAREZ DIAZ, JAIME. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga, Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Colombia. Julio de 1998.

¹⁰ SUAREZ DIAZ, JAIME. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga, Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Colombia. Julio de 1998.

Control de obra: Es la coordinación de todos los recursos tanto humanos, materiales, equipo y financiero, en un programa, tiempo y costo determinado, para lograr alcanzar los objetivos planteados.

Empuje pasivo sucede cuando el elemento de contención gira o se desplaza hacia el interior, bajo las presiones ejercidas por la estructura.

Empuje activo: sucede cuando el elemento de contención gira o se desplaza hacia el exterior bajo las presiones del relleno.

Factor de seguridad¹¹: en ingeniería geotécnica el valor de factor de seguridad, se define como la relación entre esfuerzo cortante último resistente y esfuerzo cortante actuante.

Interventoría: conjunto de funciones desempeñadas por una persona natural o jurídica, para llevar a cabo el control, seguimiento y apoyo en el desarrollo de un contrato, para asegurar su correcta ejecución y cumplimiento, dentro de los términos establecidos en las normas vigentes.

Muro mecánicamente estabilizado con geotextil: Este término se le da a aquellos muros de retención de tierra diseñados a base de un “suelo reforzado”.

NSR10: norma sismo resistente colombiana del 2010

Pilote: Se denomina pilote a un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, o sistemas de contención donde se permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo.

¹¹ Norma sismo resistente colombiana del 2010 - NSR10

Supervisión: profesional, elegido por el propietario de la obra, para que lo represente en el seguimiento y control de la obra encargada a un constructor o empresa constructora.

Talud: Inclinação de un terreno o de un muro.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Norma sismo resistente colombiana del 2010 - NSR10
- Braja Das. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. Séptima edición
- NTC 4201 "accesibilidad de las personas al medió físico, edificios, equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas"
- NTC 4143 "accesibilidad de las personas al medió físico. Edificios y espacios urbanos. Rampas fijas adecuadas y básicas.
- Manual de drenaje para carreteras del Invias
- SUAREZ DIAZ, JAIME. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga, Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Colombia. Julio de 1998.
- Estudio de suelos barrio las Américas – Pérez & asociados.
- Parámetros mecánicos - Diseño de un depósito de materiales estériles provenientes de explotaciones mineras.
- Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada.
- Página web – alcaldía mayor de Tunja

10. APENDICES Y ANEXOS (DIGITAL)

10.1. ANEXO 1. BITÁCORAS

Bitácora semana 1

Bitácora semana 2

Bitácora semana 3

Bitácora semana 4

Bitácora semana 5

Bitácora semana 6

Bitácora semana 7

Bitácora semana 8

Bitácora semana 9

Bitácora semana 10

Bitácora semana 11

Bitácora semana 12

Bitácora semana 13

Bitácora semana 14

10.2. ANEXO 2. Planos - Colegio artesanos del saber

10.3. ANEXO 3. Planos de diseño de rampas, filtro de drenaje y cuneta - Colegio artesanos del saber

10.4. ANEXO 4. Presupuesto - Colegio artesanos del saber

10.5. ANEXO 5. Calculo de resistencia del concreto a partir de la prueba de esclerometría.

10.6. ANEXO 6. Planos - Muro colapsado - Barrio las nieves

10.7. ANEXO 7. Planos - Escalera - Barrio el dorado

10.8. ANEXO 8. Planos - Muro mecánicamente estabilizado con geotextil - colegio Inem sede Américas.

10.9. ANEXO 9. Informe software Geosoft de muro mecánicamente estabilizado con geotextil.

10.10. ANEXO 10. Planos - Sistema de pilotes - Colegio Inem sede Américas.

10.11. ANEXO 11. Presupuesto de sistema de pilotes y muro de cerramiento - Colegio Inem sede Américas.

10.12. ANEXO 12. Cartilla de acero del sistema de pilotes - Colegio Inem sede Américas.

10.13. ANEXO 13. Plano - Muro de cerramiento en mampostería estructural – Colegio Inem sede Américas.

10.14. ANEXO 14. Planos - Muro de contención con contrafuertes – Barrio el RODEO

10.15. ANEXO 15. Presupuesto - Muro de contención con contrafuertes – Barrio el RODEO

10.16. ANEXO 16. Cartilla de acero - Muro de contención con contrafuertes – Barrio el RODEO

10.17. ANEXO 17. Registro fotográfico - Apoyo a la supervisión - Colegio artesanos del saber

10.18. ANEXO 18. Registro fotográfico - Apoyo a la supervisión - Colegio Inem sede Américas.

10.19. ANEXO 19. Registro fotográfico - Apoyo a la supervisión - Colegio Inem sede Piloto.

10.20. ANEXO 20. Registro fotográfico - Apoyo a la supervisión - Talud barrio el DORADO.

10.21. ANEXO 21. Registro fotográfico - Apoyo a la supervisión - Talud avenida oriental.

10.22. ANEXO 22. Registro fotográfico - Visita técnica – Barrio el RODEO.

10.23. ANEXO 23. Registro fotográfico - Visita técnica – Barrio las NIEVES

10.24. ANEXO 24. Registro fotográfico - Visita técnica a colegios oficiales del municipio de Tunja

- Registro fotográfico - Visita técnica – Institución educativa rural del sur sede "BARON GERMANIA".
- Registro fotográfico - Visita técnica – Institución educativa rural del sur sede "BARON GALLERO".

- Registro fotográfico - Visita técnica – Colegio libertador sede “EL TRIUNFO”
- Registro fotográfico - Visita técnica - institución educativa Silvino Rodríguez sede "DORADO".
- Registro fotográfico - Visita técnica - Institución educativa Antonio José Sandoval sede " LA COLORADA".
- Registro fotográfico - Visita técnica - Escuela Normal Superior Santiago de Tunja sede “PARQUE PINZÓN”.
- Registro fotográfico - Visita técnica - Escuela Normal Superior Santiago de Tunja sede “JARDÍN NACIONAL INFANTIL”.

10.25. ANEXO 25. VIDEOS

- Video de sistema de pilotes en Revit
- Video de sistema de pilotes en Geo5
- Video de sistema de pilotes en SAP 2000
- Video de muro de contención en Revit

10.26. ANEXO 26. Convenio.