

**CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN ENTRE CRR 33 Y 40 CON
CALLE 7 Y 8 QUE INCLUYE LA CALLE 7. IDENTIFICADO CON
NOMENCLATURA 38-57 DEL BARRIO VEGAS DE MORRORICO SEGÚN
FALLO DE ACCIÓN POPULAR 2004-2662**

GIPPSY PATRICIA LIZARAZO COSSIO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA, 2012**

**CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN ENTRE CRR 33 Y 40 CON
CALLE 7 Y 8 QUE INCLUYE LA CALLE 7. IDENTIFICADO CON
NOMENCLATURA 38-57 DEL BARRIO VEGAS DE MORRORICO SEGÚN
FALLO DE ACCIÓN POPULAR 2004-2662**

GIPPSY PATRICIA LIZARAZO COSSIO

**Trabajo de Grado en Modalidad Práctica Empresarial
Para Optar el Título de:
INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO
Wilfredo del Toro
Ingeniero Civil**

**DIRECTOR DE LA PRÁCTICA
Jaime Alberto Galán Villamizar
Ing. Civil
Gerente General JALGAVI INGENIEROS LTDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA, 2012**

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	14
2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	15
2.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	15
2.2 MISIÓN	15
2.3 VISIÓN.....	15
2.4 POLÍTICA DE CALIDAD	16
2.5 OBJETIVOS DE CALIDAD.....	16
3. PRESENTACIÓN DE LA OBRA	16
3.1 NOMBRE DE LA OBRA	16
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	17
3.3 LOCALIZACIÓN DE LA OBRA.....	17
3.4 ESTUDIOS PREVIOS.....	19
3.4.1 <i>Zonificación Geotécnica</i>	<i>19</i>
3.4.1.1 Problemas geotécnicos	21
3.4.2 <i>Zonificación Geológica</i>	<i>21</i>
3.4.3 <i>Sismología.....</i>	<i>23</i>
3.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL SECTOR.....	24
3.5.1 <i>Obra Propuesta para la estabilización del talud existente</i>	<i>25</i>
3.5.1.1 Pantalla Anclada	25
3.5.1.2 Revisión al diseño inicial para la pantalla con anclajes pretensados. (Construsuelos Ltda).....	25
4. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PANTALLA ANCLADA PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EXISTENTE	27

4.1	PRELIMINARES	27
4.1.1	<i>Exploración de campo y verificación de las longitudes de anclajes.....</i>	27
4.1.2	<i>Reconocimiento preliminar de las condiciones en el sitio.....</i>	37
4.1.2.1	<i>Daños en las viviendas aledañas a la casa afectada, debido a movimientos anteriores de tierra</i>	38
4.1.2.2	<i>Filtraciones existentes en el terreno.....</i>	40
4.1.3	<i>Encerramiento con tela de polipropileno verde h=2.00m</i>	44
4.1.4	<i>Localización y Replanteo.....</i>	44
4.1.5	<i>Desmonte y Limpieza</i>	48
4.1.6	<i>Demolición de estructuras existentes.....</i>	48
4.2	CORTES Y TERRAPLENES.....	50
4.2.1	<i>Excavación manual en material común</i>	53
4.2.2	<i>Excavación en Roca.....</i>	57
4.2.3	<i>Relleno en material común compactado</i>	58
4.3	CONCRETOS Y ACEROS.....	59
4.3.1	<i>Concreto de 3000 Psi para pantalla y viga de apoyo</i>	59
4.3.2	<i>Acero de refuerzo para pantalla y viga de apoyo incluida malla.....</i>	65
4.4	ANCLAJES	68
4.4.1	<i>Perforaciones</i>	70
4.4.2	<i>Lechada.....</i>	73
4.4.3	<i>Tensionamiento.....</i>	74
	CONCLUSIONES	75
	BIBLIOGRAFÍA	77

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización Zona de Estudio: Vegas de Morrórico	18
Ilustración 2 Registro de perforación	20
Ilustración 3 Panorámica del barrio Vegas de Morrórico, sector 2	22
Ilustración 4 Pantalla anclada.....	26
Ilustración 5 Muestreador doble barril para perforación	28
Ilustración 6 Torre Perforadora.....	29
Ilustración 7 Muestra extraída y sellado	29
Ilustración 8 Resultados obtenidos del sondeo 1	30
Ilustración 9 Modelo geológico-geotécnico.....	32
Ilustración 10 Descripción del espacio para el ingreso de la maquinaria al sitio .	34
Ilustración 11 Resistencia ultima de la interface suelo/lechada a lo largo de la zona del bulbo.....	35
Ilustración 12 Análisis de estabilidad del talud, condición pseudoestática con obras de mitigación	37
Ilustración 13 Plano en planta, para localización de viviendas afectadas por el Talud	37
Ilustración 14 Interior de la casa afectada por filtraciones.....	38
Ilustración 15 Anomalías antes de la intervención del Talud en la Vivienda propiedad de la señora Teresa Mora Caro.....	39
Ilustración 16 Destrucciones ocasionadas anteriormente en la casa del señor Armando Méndez.....	39
Ilustración 17 Descripción de los daños que tienen las casa de las señora Esperanza Portilla	40
Ilustración 18 Filtración de aguas negras hacia el pie del Talud	41
Ilustración 19 Tubería en mal estado que causa las filtraciones de aguas negras	41
Ilustración 20 Tubería de Cajas de inspección en mal estado.....	42
Ilustración 21 Interior de las cajas de inspección en mal estado.....	43

Ilustración 22	Lugar de las excavaciones donde llega el agua de filtración	43
Ilustración 23	Cerramiento de la obra en ventanas y entrada	44
Ilustración 24	Condiciones iniciales del sitio vista posterior	45
Ilustración 25	Estudio Topográfico	47
Ilustración 26	Limpieza del lugar para la construcción	48
Ilustración 27	Demolición de muros y cajas de inspección existentes.....	49
Ilustración 28	Compresor utilizado para la demolición de escaleras y demás estructuras existentes en la obra.....	50
Ilustración 29	Perfil obtenido del terreno en el estudio topográfico	51
Ilustración 30	Zona para la construcción de la canaleta.....	52
Ilustración 31	Excavación en el lote del señor Humberto Ravelo	53
Ilustración 32	Lote en condiciones de avanzar.....	54
Ilustración 33	Lote totalmente cubierto por deslizamientos	54
Ilustración 34	Excavación manual detrás de la vivienda afectada y disposición final de este material	55
Ilustración 35	Excavación manual detrás de la vivienda afectada y destrucción de tubería encontrada	56
Ilustración 36	Terraceo de niveles para disposición del material excavado	56
Ilustración 37	Comparativo del sitio excavado, antes y después de los derrumbes	57
Ilustración 38	Excavación en roca	58
Ilustración 39	Uso del Vibro compactador tipo Saltarín	59
Ilustración 40	Distribución de los anclajes en la pantalla.....	60
Ilustración 41	Mezcla del concreto en sitio	60
Ilustración 42	Formaleta e hidratación del 1° tramo vertical	61
Ilustración 43	Formaleta y disposición de los anclajes en la viga de apoyo	62
Ilustración 44	Uso del vibrador de concreto.....	63
Ilustración 45	Formaleta de la Viga superior	64
Ilustración 46	Primer tamo horizontal terminado	64
Ilustración 47	Refuerzo Interior.....	65

Ilustración 48 Refuerzo Exterior	66
Ilustración 49 Dimensiones de los estribos utilizados en la viga de apoyo.....	67
Ilustración 50 Relación de estribos para la viga de apoyo.....	67
Ilustración 51 Muestra de la viga de apoyo en obra.	68
Ilustración 52 Zona de bulbo del anclaje	68
Ilustración 53 Zona libre del anclaje	69
Ilustración 54 Zona de separación entre la zona de bulbo y zona libre del anclaje	69
Ilustración 55 Cables utilizados para los torones del anclaje	70
Ilustración 56 Separador de caucho	70
Ilustración 57 Canastilla de perforación con tubería.....	71
Ilustración 58 Comparación del martillos perforador antes y después de ser utilizado	71
Ilustración 59 Trackdriller en funcionamiento	72
Ilustración 60 Perforaciones inferiores con Trackdriller	72
Ilustración 61 Relleno de los anclajes con lechada	73
Ilustración 62 Tubería de PVC para el anclaje	74

Este éxito lo dedico a Dios, quien siempre ha sido mi compañero en aventuras y triunfos, a mis padres que me apoyaron incondicionalmente siendo inspiración y ejemplo a seguir en mis momentos de gloria y dificultad, a mis hermanos quienes día a día me enseñan el valor del querer y hacer, a mi sobrina hermosa quien es la razón de mi vivir; y a ti que con tú sonrisa y sabiduría le diste ese toque mágico a mi vida.

Gippsy Patricia Lizarazo Cossio

AGRADECIMIENTOS

A:

- DIOS Honra y Gloria por estar conmigo en cada instante y por la sabiduría que me diste para alcanzar una meta más en mi vida
- MIS PADRES Donald Lizarazo Barajas; Papi eres y serás siempre mi inspiración, pues tu me enseñaste el valor del querer hacer.
Sonia Patricia Cossio Jiménez; Mamita eres mi ejemplo a seguir, una mujer integra que con sus actos me enseñó que el amor es la fuerza que mueve el mundo
- MIS HERMANOS Donald Santiago, eres mi aliciente para seguir adelante, eres mi orgullo más grande.
Juan Camilo, llegaste a nuestras vidas para darnos una sonrisa
- MI SOBRINA Mariana, Regalo de Dios, tu presencia llena de alegría nuestro hogar y nuestra familia
- MI ABUELA Graciela Jiménez, Gracias por compartir tu vida y dármele de ejemplo desde mi niñez
- TÚ Llegaste a mi vida para iluminarla con tu presencia; gracias por hacer parte de mis triunfos y momentos difíciles siempre con una sonrisa
- MIS CATEDRATICOS Gracias por compartir sus conocimientos

RESUMEN

TÍTULO: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN ENTRE CRR 33 Y 40 CON CALLE 7 Y 8 QUE INCLUYE LA CALLE 7. IDENTIFICADO CON NOMENCLATURA 38-57 DEL BARRIO VEGAS DE MORRORICO SEGÚN FALLO DE ACCIÓN POPULAR 2004-2662 *

AUTOR: GIPSY PATRICIA LIZARAZO COSSIO **

PALABRAS CLAVES: Construcción de obras de mitigación, Pantalla Anclada, Control deslizamientos de Taludes

DESCRIPCIÓN:

El objetivo principal de este documento es mostrar mediante un registro fotográfico la construcción de una pantalla anclada, obra que servirá para detener el deslizamiento del talud ubicado en el barrio Vegas de Morrórico, deslizamiento que pone en peligro a la comunidad de este barrio quienes implantaron una Acción popular a la cual se le dio fallo positivo por parte de la Alcaldía de Bucaramanga con el apoyo de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga.

Las actividades realizadas durante este proceso serán fotografiadas y filmadas, documentos que servirán como soporte para realizar un video guía, el cual mostrará paso a paso cada una de las etapas constructivas de la pantalla anclada; además se incluirán algunos problemas comunes en este tipo de construcciones y seguidamente se mostrará una de las soluciones que dicho sistema constructivo puede tener y los resultados obtenidos de estudios geotécnicos junto a la manera en que estos fueron realizados en obra, conociendo paso a paso las muestras extraídas del suelo y sus cualidades. Estos estudios describen los principales problemas encontrados en esta zona, pues la capa superficial del suelo esta compuesta por una grava que corresponde a un depósito coluvial, depósito que se encuentra activo con evidencia de movimientos recientes. La principal estructura que afecta el área de estudio corresponde a la Falla de Bucaramanga, la cual separa dos grandes unidades geomorfológicas, que son el Macizo de Santander al oriente y una zona deprimida al occidente, donde se ubica la ciudad de Bucaramanga, razón por la cual es necesaria la construcción de obras de mitigación en esta zona.

*Proyecto de grado, Modalidad práctica empresarial

**Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director del proyecto: Ing. Wilfredo del Toro. Tutor por parte de la empresa: Ing. Jaime Alberto Galán Villamizar

ABSTRACT

TITLE: construction of stabilization works among crr 33 and 40 with street 7 and 8 that includes the street 7. Identified with nomenclature 38-57 of the neighborhood Morrорico Vegas according to failure of popular action 2004-2662 *

AUTHOR: GIPPSY PATRICIA LIZARAZO COSSIO **

KEYWORDS: Construction of mitigation works, Anchored Screen, Control slips of Banks

DESCRIPTION: The main objective of this document is to show by means of a photographic registration the construction of an anchored screen, it works that it will be good to stop the slip of the bank located in the neighborhood Vegas of Morrорico, slip that puts in danger to the community of this neighborhood who they implanted a popular Action to which was given positive failure on the part of the Governorship of Bucaramanga with the support of the Autonomous Regional Corporation for the defense of the Plateau of Bucaramanga.

The activities carried out during this process will be photographed and filmed, documents that will serve like support to carry out a video guides, which will show by-step each one of the constructive stages of the anchored screen; some common problems will also be included in this type of constructions and subsequently one of the solutions will be shown that constructive said system can have and the obtained results of studies geotechnical next to the way in that they were carried out in work, knowing by-step the extracted samples of the floor and their qualities.

These studies describe the main problems found in this area, because the superficial layer of the floor this compound one for a gravel that corresponds to a deposit coluvial, deposit that is active with evidence of recent movements. The main structure that it affects the study area it corresponds to the Flaw of Bucaramanga, which separates two big units geomorphological that are the Solid one from Santander to the east and a depressed area to the occident, where the city of Bucaramanga, reason for the one is located which is necessary the construction of mitigation works in this area.

*Proyecto de grado, Modalidad práctica empresarial

** Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director del proyecto: Ing. Alexis Vega Arguello. Tutor por parte de la empresa: Ing. Manuel Eduardo Vesga Moreno

1. INTRODUCCIÓN

La práctica empresarial es para un Ingeniero Civil un pequeño vistazo al mundo real.

Durante la vida universitaria el estudiante obtiene todos los recursos teóricos y técnicos para realizar obras civiles y dar soluciones a cada uno de los inconvenientes que en estas se presentan. Una vez se ha terminado este pequeño peldaño es necesario empezar a conocer y ganar experiencia, pues esta es en realidad la mayor habilidad que se puede tener al momento de construir; sin nunca dejar a un lado los conocimientos previos y la razón.

En esta práctica se tiene como objetivo adquirir todo este tipo de habilidades y experiencias al realizar la construcción de una pantalla anclada; proyecto bastante ambicioso tratándose del tipo de terreno, coluvión, que allí encontramos.

Es importante asegurarse que cada paso constructivo se realice correctamente, siempre teniendo como respaldo la norma NSR que es la que nos permite certificar un nivel seguro para los usuarios y futuros beneficiarios del proyecto, la comunidad del Barrio Vegas de Morrorico; ciudadanos que constantemente se ven afectados por grandes deslizamientos de tierra que destruye parcial o totalmente sus viviendas.

En este documento encontraremos paso a paso uno de los procedimientos existentes en la construcción de pantallas ancladas, conociendo algunos inconvenientes naturales que se pueden tener, debidos al clima u otros factores. Adicionalmente y como anexo tendremos un video que muestra estos pasos constructivos, permitiéndonos ver gráficamente la construcción de una pantalla anclada

2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA⁵

2.1 RESEÑA HISTÓRICA

Jalgavi ingenieros Ltda. Es una sociedad Limitada registrada bajo matricula 05-153861-03 del 30 de Julio del 2008, designando como Gerente al Ingeniero Civil Jaime Alberto Galán Villamizar.

2.2 MISIÓN

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes con la prestación de servicio en la construcción, mantenimiento y consultoría, con calidad competitiva, en plazos mínimos, mediante el cumplimiento oportuno de las condiciones técnicas y económicas teniendo como base de nuestro trabajo, un talento competente comprometido con la calidad y generando la rentabilidad económica.

2.3 VISIÓN

Posicionarnos en el ámbito regional y nacional como una de las mejores empresas en el área de la consultoría e interventorías y mantenernos a la vanguardia en cuanto a las nuevas tecnologías de construcción, basándonos en la especialización y capacitación de nuestro personal, respetando las normas para la conservación del medio ambiente

5 JALGAVI INGENIEROS LTDA, Plan de Calidad, Bucaramanga-Colombia, Versión 01.

2.4 POLÍTICA DE CALIDAD

Jalgavi Ingenieros Ltda, se compromete con sus cliente, proveedores y con la sociedad en general a la prestación de servicios en la construcción, mantenimientos y consultoría mejorando continuamente su sistema de gestión de calidad utilizando insumos, elementos, equipos y personal altamente calificados, cumpliendo con los requisitos del cliente así como los requisitos legales, técnicos, ambientales, de seguridad industrial y salud ocupacional.

2.5 OBJETIVOS DE CALIDAD

- Mejorar continuamente el sistema de gestión de calidad.
- Utilizar insumos, elementos y equipos de alta calidad
- Garantizar personal mantiene las competencias necesarias para la óptima ejecución de sus labores.
- Garantizar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos
- Identifica y establecer mecanismos para cumplir con los requisitos legales, técnicos, ambientales, de seguridad industrias y salud ocupacional.

3. PRESENTACIÓN DE LA OBRA

3.1 NOMBRE DE LA OBRA

Construcción obras de estabilización ubicada entre cra 33 y 40 con calle 7 y 8 que incluye el predio de la calle 7 a identificado con nomenclatura 38 -57 del barrio vegas de Morrорico según fallo de acción popular no. 2004-2662

- **Tipo de Contrato:** Selección Abreviada de Menor Cuantía
- **Número del Contrato:** 349 de 26 de Agosto de 2011
- **Entidad Contratante:** Alcaldía Municipal de Bucaramanga
- **Contratista:** JALGAVI INGENIEROS LTDA

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Debido a los continuos problemas que se han presentado en algunos sectores del municipio de Bucaramanga, influenciados por la reciente ola invernal; la Alcaldía de Bucaramanga, a través de la Secretaria de Infraestructura, atendiendo los requerimientos de la comunidad, solicitó una visita técnica al barrio Vegas de Morrорico, donde específicamente en una vivienda se han presentado algunos problemas de estabilidad y riesgo para algunas viviendas.

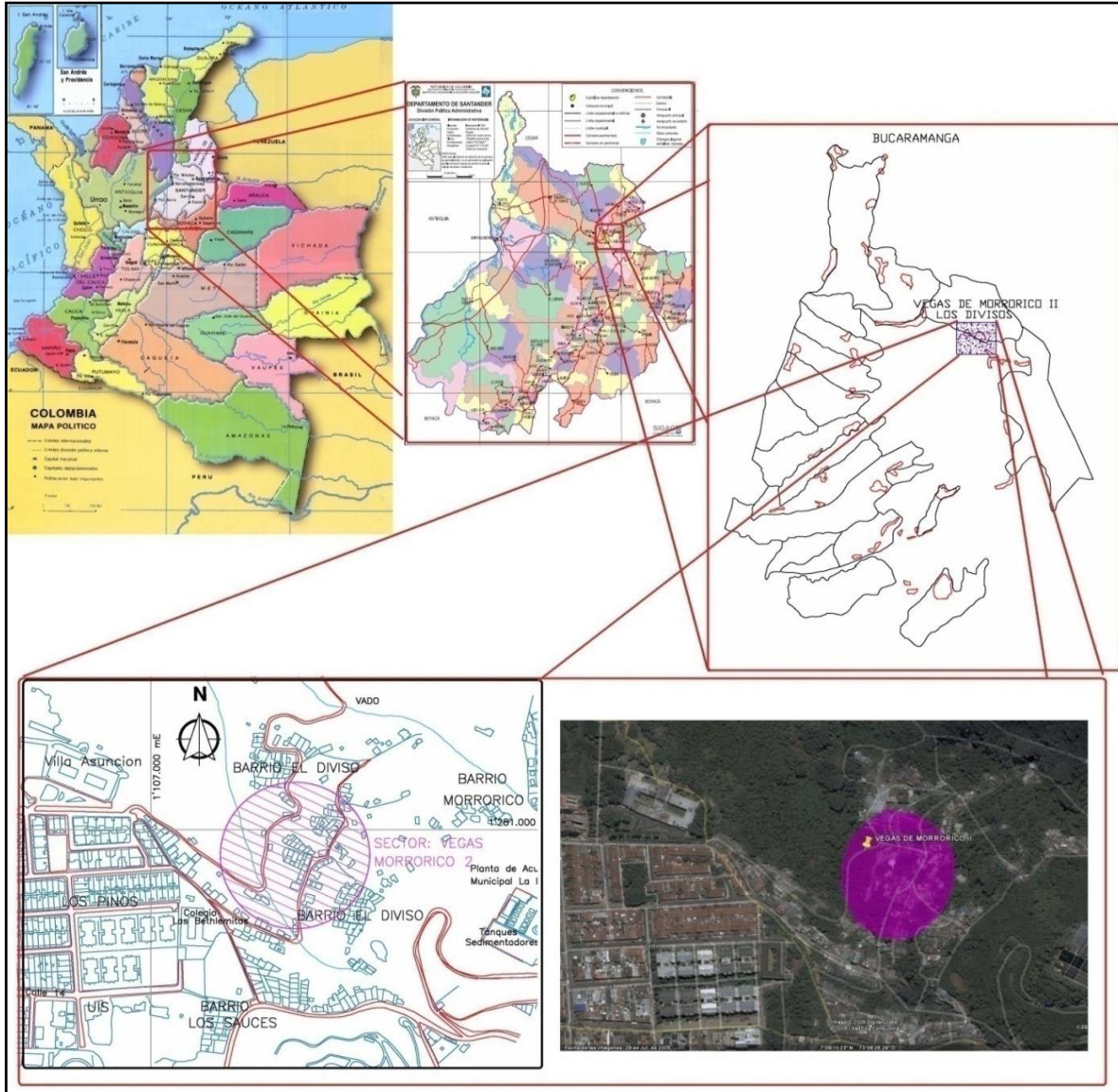
Por esta razón y para dar cumplimiento a la acción popular No. 2004-2662 del Juzgado Tercero Administrativo, el cual obliga al Municipio de Bucaramanga a realizar las obras de estabilización debido a un deslizamiento en masa de una extensión de terreno, evidenciándose daños en las redes de alcantarillado y afectando algunas viviendas. Estos deslizamientos tienen como posible causa la presencia de una caja sumidero de aguas lluvias que al parecer por la falta de limpieza, se taponó e hizo que se presentara socavación y colapso del talud.

3.3 LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

El sector Vegas de Morrорico se encuentra al Noroeste de la ciudad de Bucaramanga, siguiendo por la calle 14 en sentido oriental, pasando por el Barrio los Pinos; localizando la vivienda afectada entre las carrera 38 y 40 con calles 6 y

8, en las coordenadas X=1.107.262, Y=1.281.125 a una altura promedio de 1015 m.s.n.m.

Ilustración 1 Localización Zona de Estudio: Vegas de Morrórico



Fuente: Empresa Corporación Regional Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Estabilización vía barrio vegas de Morrórico municipio de Bucaramanga.

3.4 ESTUDIOS PREVIOS⁶

Para iniciar el proyecto fue necesario realizar diferentes estudios que permitieron conocer el terreno y saber a ciencia cierta cuales eran las dificultades geotécnicas y geológicas que el sitio tenía. De esta manera el estudio realizado se dividió así:

3.4.1 Zonificación Geotécnica

El barrio Vegas de Morrórico, se encuentra en la zona 2B, rocas ígneas y metamórficas fracturadas afectas por fallas geológicas. Los suelos son residuales con perfil de meteorización profundo a muy profundo y gran cantidad de estructuras heredadas.

Los suelos corresponden a arenas arcillosas y limosas de color claro en los sectores metamórficos y arenas arcillosas en los sectores ígneos.

En las temporadas lluviosas se forman corrientes subterráneas de agua especialmente en la zona de roca fracturada por debajo del perfil del suelo.

La mayoría de estas corrientes están controladas por las discontinuidades de las rocas y en la zona de contacto entre las rocas ígneo - metamórficas y el abanico de Bucaramanga, afloran cantidades importantes de agua presentándose niveles freáticos colgados sobre las laderas.

En el año 2010 se realizó una perforación para conocer cada una de las capas que el suelo tenía en ese momento y conocer cual era la reacción que este podía

6 Empresa Torres Ingeniería, Estudio Geotécnico vivienda ubicada en el barrio vegas de Morrórico Empresa Corporación Regional Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Estabilización vía barrio vegas de Morrórico municipio de Bucaramanga

llegar a tener si se realizaban perforaciones para introducir anclajes y cual era la profundidad que debían tener.

Ilustración 2 Registro de perforación

REGISTRO DE PERFORACION		
ESTUDIO DE ACTUALIZACIÓN DEL PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA DEPARTAMENTO DE SANTANDER		
SECTOR DE VEGAS DE MORRORICO, BUCARAMANGA		
ID: VM-03-14	COORDENADAS X: 1.107.254m Y: 1.281.057m Z: 1.025m.s.n.m	
Prof. (m)	Descripción de la capa	MUESTRAS
0	Fragmento de concreto de 15cm Base	— M1
1	No recupero	
2	Gravas medias a finas (desde 2") subredondeadas y material de relleno evidente en los fragmentos de ladrillo. Algo de arena media a fina	— M2
3	Gravas gruesas (desde 4") subredondeadas de cuarzo y esquistos principalmente	— M3
4	Fragmento de cuarzo y esquistos hornblendico muy facturado	— M4
5	Fragmentos de 2.5" de esquistos hornblendico subredondeados.	— M5
6	Fragmentos de esquistos hornblendico con micas y cuarzo secundario	— M6
7	Fragmentos de esquistos hornblendico con cuarzo subangulares hasta de 2" y arena gruesa de color gris	— M7
8	Fragmentos de esquistos hornblendico con cuarzo subangulares hasta 3" y arena arcillo gravosa color gris	— M8
9	Fragmentos de esquistos hornblendico con granates hasta 5.2m luego fragmentos de roca metamorfica con bandas melanocaticas y leucocaticas (cuarzos) subangulares	— M9
10	Fragmentos de roca metamorfica hornblendico color verde de 1" a 1 1/2" subangulares, competente	— M10
11	Fragmentos de roca metamorfica con bandas melanocaticas (hornblendo) y leucocaticas (cuarzo) subangulares desde 1 1/2"	— M11
12	Fragmento de 12cm de roca metamorfica bandeada y fragmentada, y fragmentos subangulares desde 1 1/2"	— M12
13	Arena media fina color verde	— M13
14	Fragmentos de roca metamorfica subangulares y subredondeadas desde 1 1/2"	— M14
15	Fragmento de roca metamorfica subredondeada con bandas metamorficas (hornblenda) y cuarzo	— M15
16	Arena de grano medio a fino color verde con arcilla color verde y gris	— M16
17	Fragmentos de roca metamorfica desde 3" subangulares con bandas leucocaticas (cuarzo) y melanocaticas (hornblenda)	— M17
18	Fragmentos de roca metamorfica subangulares color verde y blanco	— M18
19	Fragmentos de roca metamorfica subangulares color verde y blanco. Banda blanca de cuarzo y bandas verdes de hornblenda	— M19

Fuente: Empresa Corporación Regional Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Estabilización vía barrio vegas de Morrórico municipio de Bucaramanga

3.4.1.1 Problemas geotécnicos

Esta zona presenta una susceptibilidad muy fuerte a problemas geotécnicos entre las cuales se indican las siguientes:

- Deslizamientos masivos de los suelos residuales
- Formación de cárcavas profundas de erosión en el suelo residual
- Susceptibilidad a la denudación por eventos lluviosos de gran magnitud
- Agrietamiento cosísmico del terreno en el momento de eventos de gran magnitud
- Afectación sísmica de las construcciones

3.4.2 Zonificación Geológica

El Barrio Vegas de Morrórico se encuentra geológicamente sobre el Neis de Bucaramanga (conjunto de rocas cristalinas de edad Precámbrica que aflora al Oriente del Área Metropolitana de Bucaramanga, PEb), unidad que forma parte del Macizo de Santander, el cual se distingue por presentar relieve marcadamente sobresaliente por su elevada topografía, pendientes abruptas (entre 25° y 40°) y un patrón de drenaje dendrítico a subdendrítico y subparalelo.

En la Ilustración 3. Panorámica del barrio Vegas de Morrórico, sector 2, ubicado sobre rocas del Neis de Bucaramanga. Se observan en rojo, depósitos Coluviales (QI) y uno de los trazos del sistema de fallas de Bucaramanga

Ilustración 3 Panorámica del barrio Vegas de Morrórico, sector 2



Fuente: Empresa Corporación Regional Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Estabilización vía barrio vegas de Morrórico municipio de Bucaramanga

Esta unidad consta de rocas metamórficas de alto grado, con fábrica orientada y textura gruesa media, entre Floridablanca y Piedecuesta la foliación tiene orientación variable, indicativo de perturbaciones tectónicas severas, aunque con ligera tendencia hacia el noreste en la dirección del buzamiento de la foliación.

Está compuesta, principalmente, de neis semipelítico, neis hornbléndico, anfibolita y esquisto; incluye también zonas de migmatitas (Ward et al., 1973) y es posible la existencia de rocas cataclásticas, cerca a los planos de las fallas principales. También se han detectado pequeñas cantidades de mármol.

Se encuentran dos tipos de neis: Uno de color blanco a rosado, constituido esencialmente por plagioclasas, cuarzo y feldespato potásico (Chaparro y Guerrero 1991). Debido a su aspecto masivo y a la ausencia de estratificación, Ward et al. (1973), suponen un origen ígneo intrusivo primario y lo clasifican como Ortoneis. El otro es un paraneis, de color gris verdoso y alternancia de bandas máficas, principalmente anfibólicas y bandas félsicas cuarzo feldespáticas.

De los minerales constituyentes el único que se conserva casi inalterado es el cuarzo y la muscovita; esta última se presenta en láminas muy finas.

Los feldespatos y ferro magnesianos, por lo general, se encuentran en estado de meteorización alta.

La mayoría de afloramientos del Neis de Bucaramanga se encuentran parcialmente saprolitizados, en estado de meteorización entre moderada y alta.

Esta unidad litológica, en especial dentro de una franja aproximada de unos 500 metros paralela al sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, se presenta intensamente fracturada y es altamente susceptible a fenómenos de remoción en masa que involucran saprolito y fragmentos de roca de tamaño diverso. Los desprendimientos ocurren en las laderas o cortes de talud y la roca superficial descompuesta es variable en espesor, con un promedio entre 3 y 8 metros.

3.4.3 Sismología

La zona del área Metropolitana de Bucaramanga presenta una sismicidad fuerte con la mayoría de los eventos sísmicos, provenientes del nido sísmico de Bucaramanga.

Existen realmente en la práctica dos fuentes sismogénicas que determinan el diseño, una de fuente cercana proveniente de la falla de Bucaramanga y la falla del Suárez, y la otra fuente lejana proveniente de la falla del Piedemonte Llanero; sin embargo, los estudios sismológicos que se han realizado no son completos ni concluyentes.

El barrio Vegas de Morrórico se encuentran en una zona de amenaza sísmica alta. De acuerdo al estudio de Zonificación Sismo geotécnica Indicativa del Área

Metropolitana de Bucaramanga para el lote estudiado se recomienda un espectro de diseño correspondiente a la zona 2 del Área Metropolitana (0.30g).

3.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL SECTOR⁷

Para realizar los modelamientos de taludes se utilizaron los parámetros obtenidos de las muestras de sondeos realizados por la CDMB en el año 2010 en el sitio. Los ensayos se realizaron con las muestras recuperadas de las perforaciones: Se utilizaron los siguientes parámetros geotécnicos de acuerdo a los resultados de los laboratorios:

Tabla 1 *Propiedades del Suelo*

PROPIEDADES DEL SUELO			
SUELO	ANGULO DE FRICCIÓN	COHESIÓN (KN / cm ²)	PESO UNITARIO KN/m ³
1	30	0.	17
2	40	30	19

Fuente: Torres Ingeniería, Estudio geotécnico vivienda ubicada en el barrio vegas de Morrórico

De acuerdo a los modelos realizados con la información topográfica y las propiedades de los suelos se observa que el talud presenta factores de seguridad bajos, en los análisis estáticos se observan factores de seguridad del orden de 1.197, y los análisis dinámicos muestran que los factores de seguridad se encuentran por debajo de 1, lo cual nos indica que en caso de un sismo el talud colapsaría.

⁷ Empresa Torres Ingeniería, Estudio Geotécnico vivienda ubicada en el barrio vegas de Morrórico

Tabla 2 Análisis estático y dinámico (factores de seguridad)

ACTUAL	MORGENSTEIN PRICE	JANBU	BISHOP	FELLENIOUS
ESTÁTICO	1.113	1.098	1.215	1.212
DINÁMICO	0.956	0.864	0.856	0.943

Fuente: Torres Ingeniería, Estudio geotécnico vivienda ubicadas en el barrio vegas de Morrónico

3.5.1 Obra Propuesta para la estabilización del talud existente

3.5.1.1 Pantalla Anclada

El principal propósito de un sistema anclado es el de proporcionar a la masa de suelo, una estabilidad interna, de tal forma que sea resistente a los diferentes modos de falla. Por esta razón se plantea la construcción de una pantalla anclada. Para este caso en particular es necesario realizar pruebas de carga con el fin de determinar la resistencia máxima de los anclajes, los cuales deberán quedar embebidos en un material denso y verificar de esta manera que las cargas de trabajo sean acordes a las utilizadas en los análisis.

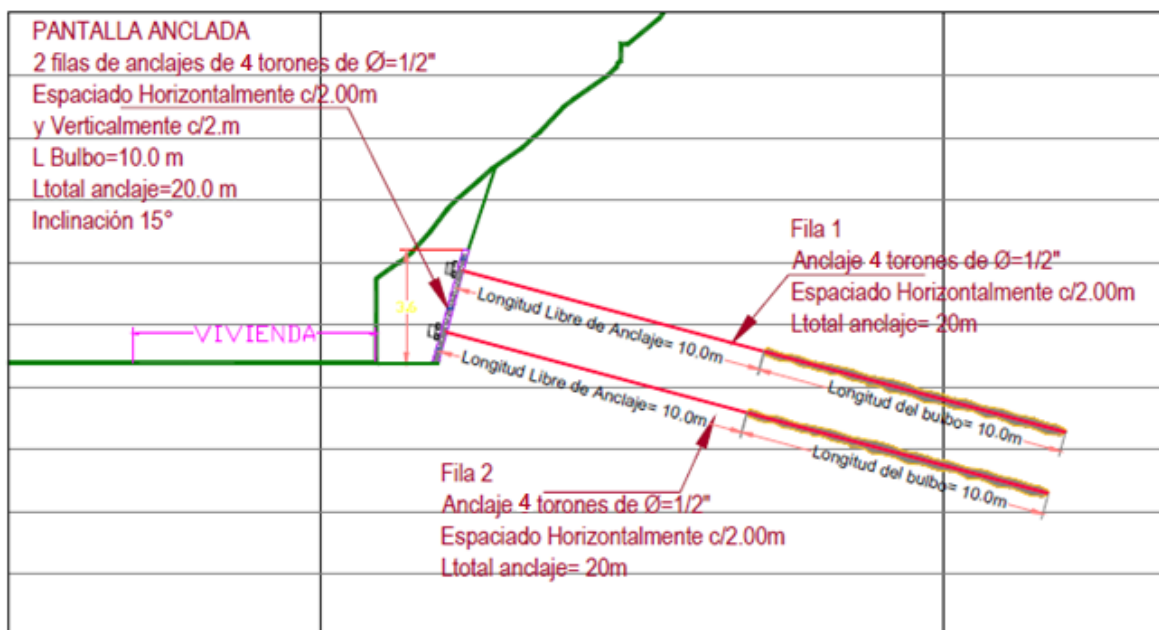
3.5.1.2 Revisión al diseño inicial para la pantalla con anclajes pretensados. (Construsuelos Ltda)

De acuerdo a reunión de campo, entre el constructor del proyecto y el supervisor de la obra por parte de la Alcaldía de Bucaramanga, se solicitó evaluar la estabilidad de la pantalla anclada, para las nuevas condiciones de campo, debido a que en el sitio se han presentado varios deslizamientos superficiales que han aumentado la altura de la pantalla de 2.4 metros iniciales a 3.6 metros, altura actual.

La pantalla anclada a construir, debe ajustarse a un altura de 3.6 metros de acuerdo a las nuevas condiciones morfológicas del talud, y se deben construir 2 filas de anclajes espaciados cada dos metros, para un total de 13 anclajes por fila, los cuales deben ir intercalados entre filas.

Los anclajes a construir están conformados por 4 torones de 1/2", tensados a 300Kn, longitud de anclaje de 10 metros, longitud del bulbo de 10 metros, diámetro de perforación de 4", inclinación de 15°

Ilustración 4 Pantalla anclada



Fuente: ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrórico.

4. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PANTALLA ANCLADA PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EXISTENTE

En esta etapa describiremos cada uno de los pasos que se tuvieron en cuenta durante el tiempo de práctica empresarial como auxiliar del residente de obra. Estas etapas son utilizadas para la correcta construcción de una pantalla anclada utilizada como obra de mitigación ante la evidente ola invernal presentada y como obra de estabilización del talud en malas condiciones.

Se tendrá en cuenta solo el estudio final como ejemplo de estudios preliminares y del terreno, puesto que el estudio inicial no se tuvo en consideración para la construcción de la pantalla cuestión.

4.1 PRELIMINARES

Estudios, exploraciones, faenas o trabajos de reconocimiento de terreno que deben realizarse para obtener todos los datos o antecedentes necesarios, ya sea para confeccionar el proyecto y los diseños de la obra como para el estudio del programa de trabajo.

4.1.1 Exploración de campo y verificación de las longitudes de anclajes

Los estudios iniciales realizados se hicieron en el año 2010. La morfología del sitio durante estos dos años cambio debido a las fuertes lluvias y derrumbes que ocurrieron en la zona. Por esta razón se realizó una exploración de campo así:

- **Exploración mediante sondeos geomecánicos**

La exploración del subsuelo se llevo a cabo mediante la ejecución de un sondeo de exploración mediante equipo de perforación con el método de percusión y rotación, utilizando muestreadores de diámetro HQ, con el objetivo de obtener

muestras representativas inalteradas para evaluar la resistencia al cortante mediante ensayos de corte directo y para los respectivos ensayos de laboratorio.

- **Muestreador Doble Barril**

Este Muestreador consta de dos tubos concéntricos. El exterior dispone de una zapata con diamantes impregnados que corta el material por rotación. El interior lleva una camisa donde la muestra queda retenida. Una trampa de hojas metálicas dificulta la salida de la muestra una vez que se ha introducido.

Ilustración 5 Muestreador doble barril para perforación



Fuente: Registro fotográfico propio

Este proceso rotatorio consiste en la perforación del suelo existente mediante tubería de diámetro HQ; proceso que va acompañado de grandes cantidades de agua que permiten una perforación más precisa y rápida. La tubería utilizada para el recubrimiento de la tubería de perforación tenía tramos de 0.60m. La tubería propia de la perforación era de tramos de 1.00 a 1.5 metros según el terreno indicara la utilización.

Ilustración 6 Torre Perforadora



Fuente: Registro Fotográfico Propio

Una vez se ha terminado el proceso de extracción se debe colocar la muestra totalmente sellada tanto en papel aluminio, manteniendo su forma y orden de salida, como en papel vinipel que mantenga la humedad de la muestra mientras llegan al laboratorio a se estudiadas.

Ilustración 7 Muestra extraída y sellado
















Fuente: Registro Fotográfico propio

Este proceso se debía realizar en un principio cada dos metros, pues la extracción era muy poca debido a que el material obtenido no se mantenía dentro del

Muestreador doble barril por ser un deposito coluvial. Una vez se pasaron los 6 a 8 metros las muestra se empezaron a extraer cada metro obteniendo grandes porciones de terreno que al final permitieron realizar un excelente estudio. Los resultados obtenidos en el sondeo dado por muestras y profundidades son:

Ilustración 8 Resultados obtenidos del sondeo 1

SONDEO No. 1			
PROF. [metros]	MUESTRA		
0.00 - 2.00		7.00 - 8.00	
2.00 - 4.00		8.00-10.00	
4.00 - 6.00		10.00-12.00	
6.00 - 7.00		12.00-14.00	
		14.00-16.00	

16.00-18.00	
18.00-20.00	
22.00-24.00	
24.00-26.00	
26.00-28.00	



Fuente: ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrónico.

- **Modelo Geotécnico definitivo⁸**

En el sondeo realizado para la caracterización geotécnica del sitio, se detectó superficialmente un estrato conformado por gravas que corresponden a un depósito coluvial; este estrato se encuentra hasta profundidades aproximadas de 6 a 8 metros. Este depósito se encuentra activo con evidencia de movimientos recientes.

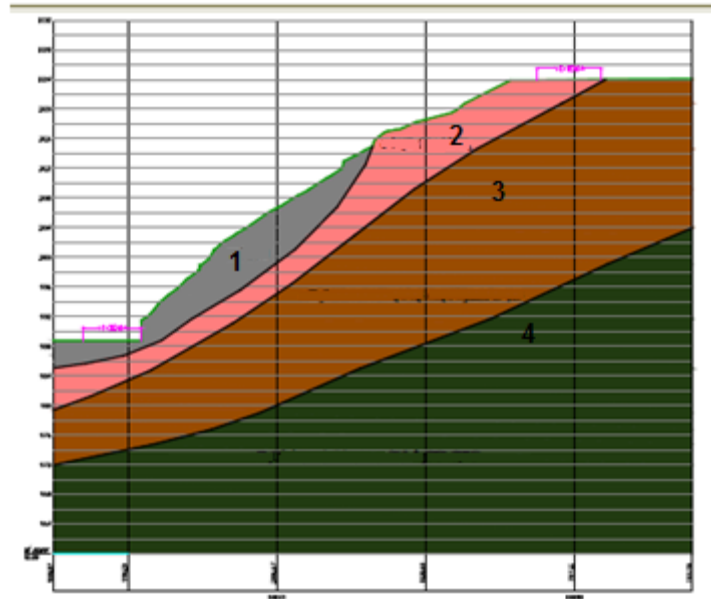
Subyaciendo este depósito se encuentran arenas que conforman los suelos residuales de la formación de Neis de Bucaramanga; este depósito se encuentra hasta profundidades variables entre 6 a 12 metros.

Subyaciendo a estos depósitos se encuentra una secuencia de arenas limosa con fragmentos rocosos pertenecientes a Rocas Blandas del Neis de Bucaramanga hasta profundidades de 20 metros. Por debajo de este estrato se encontró material rocoso de color gris y crema que corresponden a la roca Intermedia del Neis de Bucaramanga.

A partir de las exploraciones realizadas se define el siguiente modelo geológico-geotécnico:

⁸ *ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrónico*

Ilustración 9 Modelo geológico-geotécnico



Fuente: ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrórico.

Estrato 1 – Coluvión (Calculado mediante Retro Calculo)

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 17 Kn/m³

Cohesión: 18 KPa

Ø: 23°

Estrato 2– Suelo Residual

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 17.2 Kn/m³

Cohesión: 29KPa

Ø: 34°

Estrato 3 – Rocas Blandas del Neis de Bucaramanga

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 17.2 Kn/m³

Cohesión: 25 KPa

Ø: 39°

Estrato 4 – Roca Intermedia del Neis de Bucaramanga

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 25 Kn/m³

Cohesión: 437.5 KPa

Ø: 54.8°

Según lo expuesto en el modelo geotécnico del perfil estratigráfico del sitio de estudio, se propone una longitud de anclajes de 20.0 metros, para lograr que el bulbo del anclaje este embebido en las rocas blandas del Neis de Bucaramanga a una longitud mínima de 10.0 metros.

No se recomienda implementar longitudes de anclajes inferiores a 20.0 metros, debido a que estos elementos quedarían embebidos dentro de los depósitos de suelos residuales sueltos y dentro del depósito coluvial activo, adicionalmente, en estos estratos, es posible que no se desarrollen los esfuerzos de trabajo del bulbo a lo largo de la interface entre el suelo y la lechada de cemento, requeridos para las cargas de Tensionamiento de diseño.

De acuerdo a los equipos disponibles en el mercado y a los procesos constructivos que se han realizado por parte de Construsuelos Ltda, en pantallas anclada en la zona, se implementan martillos neumáticos para realizar la perforación en donde se instalan los anclajes, estos martillos perforan hasta diámetro máximo de 4" (10.0cm), en caso de requerirse diámetros mayores (20.0 cm), es necesario implementar equipos de mayor tamaño, los cuales no pueden ingresar al sitio de construcción debido a que las vías de acceso son muy reducidas y el espacio de trabajo entre la casa existente y el talud tiene un ancho útil de 3.0 metros.

Ilustración 10 Descripción del espacio para el ingreso de la maquinaria al sitio



Fuente: Registro Fotográfico propio

Por lo anterior expuesto y para las condiciones del diseño actual, se evalúa la nueva longitud el bulbo y se realiza un análisis de estabilidad para garantizar la estabilidad local de las obras proyectadas.

- **Pull – out capacidad de los anclajes**

La capacidad de los anclajes puede ser determinada mediante la siguiente expresión, de acuerdo a publicación FHWA-IF-99-015, Geotechnical Engineering Circular N°4, Anchors and Anchor Systems:

$$T = qs\pi DLb$$

Donde:

qs: es el esfuerzo de trabajo del bulbo a lo largo de la interface entre el suelo y la lechada de cemento.

D= diámetro de la perforación

Lb= longitud del bulbo

T=carga de Tensionamiento o capacidad del anclaje

Los valores del esfuerzo de trabajo del bulbo se consideran normalmente como el 50% o menos que la resistencia última.

La resistencia última del bulbo entre el suelo y la lechada de cemento del sistema del anclaje se estimó por medio de dos procedimientos:

1. De acuerdo a publicaciones FHWA-IF-99-015, Geotechnical Engineering Circular N° 4, Anchors and Anchors Systems, en el cual se presenta un rango de resistencias ultimas en función del tipo de suelo.

El perfil estratigráfico de la zona de estudio, está compuesto principalmente por arenas gravas angulares que conforman las rocas blandas del neis de Bucaramanga. De acuerdo con la Ilustración. 11, se asume un valor promedio de resistencia última de 400 Kpa (0.4 Mpa)

Ilustración 11 Resistencia ultima de la interface suelo/lechada a lo largo de la zona del bulbo.

Table 7. Presumptive average ultimate bond stress for ground/grout interface along anchor bond zone (after PTI, 1996).

Rock		Cohesive Soil		Cohesionless Soil	
Rock type	Average ultimate bond stress (MPa)	Anchor type	Average ultimate bond stress (MPa)	Anchor type	Average ultimate bond stress (MPa)
Granite and basalt	1.7 - 3.1	Gravity-grouted anchors (straight shaft)	0.03 - 0.07	Gravity-grouted anchors (straight shaft)	0.07 - 0.14
Dolomitic limestone	1.4 - 2.1	Pressure-grouted anchors (straight shaft)		Pressure-grouted anchors (straight shaft)	
Soft limestone	1.0 - 1.4	• Soft silty clay	0.03 - 0.07	• Fine-med. sand, med. dense – dense	0.08 - 0.38
Slates and hard shales	0.8 - 1.4	• Silty clay	0.03 - 0.07	• Med.-coarse sand (w/gravel), med. dense	0.11 - 0.66
Soft shales	0.2 - 0.8	• Stiff clay, med. to high plasticity	0.03 - 0.10	• Med.-coarse sand (w/gravel), dense - very dense	0.25 - 0.97
Sandstones	0.8 - 1.7	• Very stiff clay, med. to high plasticity	0.07 - 0.17	• Silty sands	0.17 - 0.41
Weathered Sandstones	0.7 - 0.8	• Stiff clay, med. plasticity	0.10 - 0.25	• Dense glacial till	0.30 - 0.52
Chalk	0.2 - 1.1	• Very stiff clay, med. plasticity	0.14 - 0.35	• Sandy gravel, med. dense-dense	0.21 - 1.38
Weathered Marl	0.15 - 0.25	• Very stiff sandy silt, med. plasticity	0.28 - 0.38	• Sandy gravel, dense-very dense	0.28 - 1.38
Concrete	1.4 - 2.8				

Fuente: FHWA-IF-99-015, Geotechnical Engineering Circular N° 4, Anchors and Anchors Systems, (after PTI, 1996)

Para la determinación de la capacidad de los anclajes se utiliza un valor de esfuerzo último de trabajo del bulbo de $q_s = 0.4 \text{ Mpa}$.

El esfuerzo de trabajo implementado en los diseños contempla un factor de seguridad de 2.0 y un espaciamiento admisible de la interface suelo/lechada a lo largo de la zona del bulbo de:

$q_{adm} = 100 \text{ Kpa}$

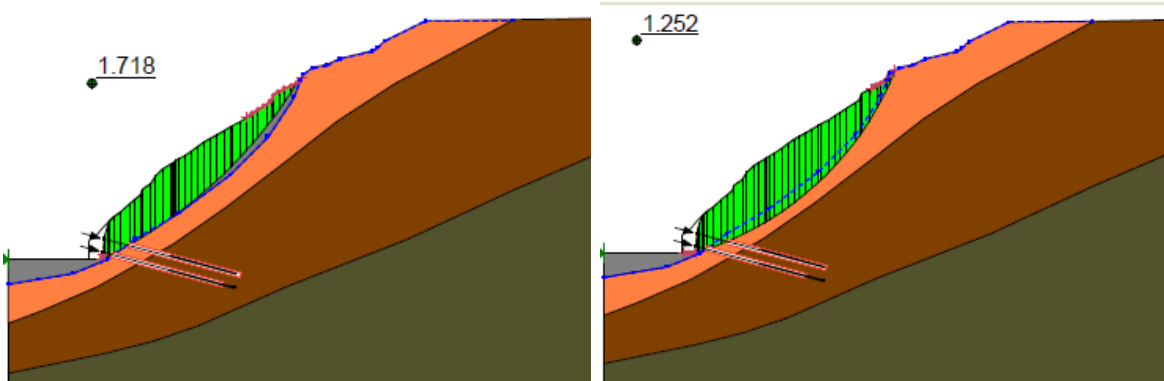
$$T = q_{adm} \pi D L_b$$
$$T(30 \text{ ton}) = \left(10 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}\right) * (\pi) * (0.10\text{m})(L_{bulbo})$$

De esta manera para un sistema de anclajes de 4 torones de 1/2" tensados a 30 toneladas se necesita un bulbo de 10.0 metros aproximadamente, embebidos en el estrato de suelo.

Con estas características de anclajes se realiza un análisis de estabilidad mediante equilibrio límite para analizar la estabilidad global del sistema de anclajes y determinar que las longitudes de anclaje o bulbos son suficientes para obtener un factor de seguridad aceptable.

En la Ilustración 12 se obtiene un factor de seguridad de 1.71, con obras de estabilización, para el escenario estático y un factor de seguridad de 1.25, con obras de estabilización, para el escenario pseudo-estático.

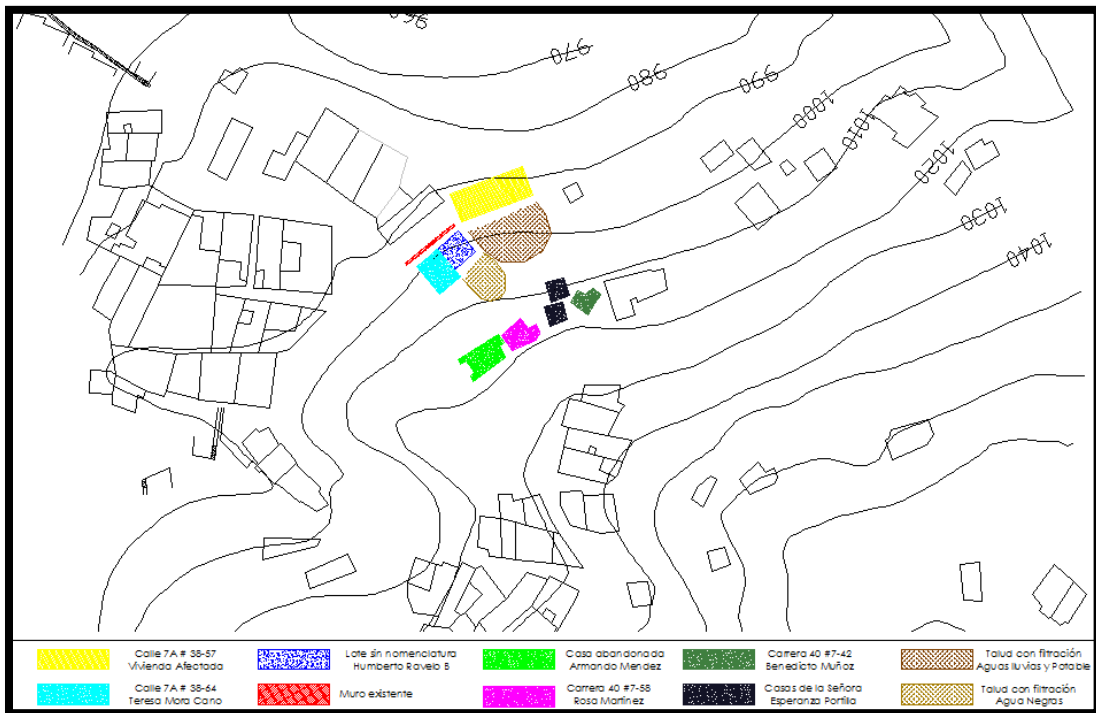
Ilustración 12 Análisis de estabilidad del talud, condición pseudoestática con obras de mitigación



Fuente: ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrórico.

4.1.2 Reconocimiento preliminar de las condiciones en el sitio

Ilustración 13 Plano en planta, para localización de viviendas afectadas por el Talud



Fuente: Elaboración propia, basado en planos topográficos de la zona

4.1.2.1 Daños en las viviendas aledañas a la casa afectada, debido a movimientos anteriores de tierra

El talud del margen superior de la casa identificada con nomenclatura calle 7A #38-57, es el sitio donde se van a realizar las obras de estabilización. Esta casa presenta serios problemas de filtraciones a lo largo del primer piso y agrietamientos en la pared del segundo piso.

Ilustración 14 Interior de la casa afectada por filtraciones



Fuente: Registro Fotográfico propio

La casa identificada con nomenclatura calle 7A #38-64 de la cual es dueña la señora Teresa Mora Caro, es la casa aledaña a la obra, que se encuentra arriba del talud. Esta casa en el segundo piso presenta fisuras tanto en el suelo como en las paredes y tienen un desplazamiento que se refleja en sus baldosas.

Ilustración 15 Anomalías antes de la intervención del Talud en la Vivienda propiedad de la señora Teresa Mora Caro



Fuente: Registro Fotográfico propio

Existe así mismo, una casa abandonada en la parte superior al lote del señor Humberto Ravelo Betancourt. Esta casa está destruida por los movimientos anteriores del suelo. El dueño de esta casa es el señor Armando Méndez.

Ilustración 16 Destrucciones ocasionadas anteriormente en la casa del señor Armando Méndez



Fuente: Registro Fotográfico propio

La casa identificada con nomenclatura Kr 40 #7-42 de la cual es dueña la señora Esperanza Portilla y cuyo viviente es el señor Benedicto Muñoz, presenta fisuras y mal estado en sus paredes y pisos. Además tenemos dos casas más, aledañas a

esta que también son de propiedad de la señora Esperanza Portilla las cuales presentan el mismo diagnóstico.

Ilustración 17 Descripción de los daños que tienen las casa de las señora Esperanza Portilla



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.1.2.2 Filtraciones existentes en el terreno

Una vez realizada la inspección del terreno, se observó que el lote que se encuentra entre las casas con nomenclatura calle 7A #38-64 y calle 7A #38-57 tiene como dueño al señor Humberto Ravelo Betancourt, presenta filtraciones provenientes de la casa abandonada del señor Armando Méndez la cual esta inmediatamente arriba y en donde las conexiones de la tubería de aguas negras no están en buenas condiciones, genera constantemente derrumbes y emisión de fuertes olores.

Ilustración 18 Filtración de aguas negras hacia el pie del Talud



Fuente: Registro Fotográfico propio

El señor Armando Méndez dueño de la casa abandonada proveniente de estas filtraciones ya está informado de las condiciones en que se encuentran las tuberías y a la fecha no ha hecho ninguna modificación en estas para evitar el problema presente.

Ilustración 19 Tubería en mal estado que causa las filtraciones de aguas negras



Fuente: Registro Fotográfico propio

Filtraciones en las cajas de inspección existentes

Durante el recorrido en la parte superior de la casa identificada con nomenclatura calle 7A #38-57, lugar donde se está realizando la obra de estabilización, se encontró que existen residuos de la obra de alcantarillado realizada por el EMPAS, en donde se identificó que existen cajas de inspección que no están en funcionamiento y a las cuales siguen llegando agua potable y por presentar mal estado, se están convirtiendo en recolectoras de aguas lluvias.

Ilustración 20 Tubería de Cajas de inspección en mal estado



Fuente: Registro Fotográfico propio

Observando la conexión dos (2) NO se encuentra en uso (por esta razón se está filtrando parte de agua al talud). Igualmente observando la siguiente caja de inspección encontramos que esta presenta humedad y en algunas ocasiones flujo de agua.

Ilustración 21 Interior de las cajas de inspección en mal estado



Fuente: Registro Fotográfico propio

Estas aguas se filtran diariamente al talud en donde se está trabajando y genera constantes derrumbes que afecta el flujo normal de la obra.

Ilustración 22 Lugar de las excavaciones donde llega el agua de filtración



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.1.3 Encerramiento con tela de polipropileno verde h=2.00m

Este tipo de actividades se realiza al iniciar la obra para prevenir el riesgo de que personas ajenas entren al sitio de construcción. Cada uno de los obreros, maestros e ingenieros están trabajando bajo el amparo de un seguro contra todo riesgo; seguro que las personas ajena a la obra no tienen. Es necesario aislar totalmente la obra para evitar accidentes a los vecinos.

Este aislamiento se hace con tela de polipropileno de altura igual o superior a los 2.00 metros. Generalmente va sujeta a listones de madera y en ocasiones que lo ameriten de alta seguridad irán con malla. En este caso se necesitó cubrir también las ventanas existentes de la casa afectada pues el polvo proveniente de la obra estaba ingresando a la vivienda

Ilustración 23 Cerramiento de la obra en ventanas y entrada



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.1.4 Localización y Replanteo

Al inicio de la obra se realizó un estudio del terreno y un estudio topográfico para identificar el terreno existente; tomando atenta nota de las condiciones iniciales de

las viviendas aledañas al sitio de ejecución de las actividades objeto de este contrato.

Bajo este proceso de localización y replanteo se trazo una cota inicial de excavación la cual nos indicaba una remoción de masa de aproximadamente 362.24m³ de tierra. Base sobre la cual se empezó a realizar el terraceo del terreno. Las condiciones iniciales detrás de la vivienda eran bastantes críticas. La casa esta construida en dos niveles; un primer piso de 2.20 metros de alta, incluida la placa de entrepiso y un segundo piso en desnivel desde su parte posterior que alcanza los 2.60 metros de alto hasta alcanzar en la parte delantera una altura máxima de 2.00 metros. En la Ilustración. 24 podemos observar que en la parte posterior la casa esta sepultada casi hasta la placa de entrepiso, y en la parte delantera esta sepultada gran parte del segundo piso.

Ilustración 24 Condiciones iniciales del sitio vista posterior



Fuente: Registro Fotográfico propio

El terreno es un dato esencial para la construcción de la obra y su conocimiento tiene una importancia primordial. Su naturaleza y su capacidad portante condicionan el sistema de cimentación y a menudo el tipo de la obra; su dureza influye en la forma de ejecución y el precio de costo.

Se distinguen los terrenos rocosos y los terrenos sueltos, en cada uno de estos tipos, existen grados correspondientes a diferentes durezas. Es de conocimiento general que los terrenos sueltos tienen una capacidad portante reducida y por lo tanto exigen cimentaciones complicadas y a veces costosas. Los terrenos rocosos son difíciles de extraer y exigen para su extracción una disgregación previa, lo que significa un costo elevado en las excavaciones, pero en cambio, se prestan para la construcción de cimentaciones en construcciones sencillas y económicas.

Los estudios geológicos de la zona indicaran los posibles terrenos a encontrar, sobre esta base se podrá elaborar un sondeo o toma de muestras de la zona. Si todos estos trabajos no se realizan con la debida supervisión, podrán dar datos erróneos y por lo tanto será más costoso volver a realizar los estudios.

En general, una obra se proyecta tratando de aprovechar, en lo posible, los materiales de la zona. El estudio geológico indicará los materiales existentes y su calidad, así como también la posibilidad de encontrar aguas subterráneas que pueden servir para el abastecimiento de la obra o que puedan interferir con la ejecución de las excavaciones.

Para el estudio del proyecto será necesario ejecutar diversos trabajos topográficos en la zona donde se realizará la obra, así mismo, el estudio topográfico ofrecerá información correcta sobre la mejor zona para la ubicación de los campamentos que servirán de habitación para obreros, oficinas, bodegas, etc.

Ilustración 25 Estudio Topográfico



Fuente: Registro Fotográfico propio

Por otra parte, fuera de los planos topográficos de la zona en que se ubicarán las obras, el ingeniero necesitará también planos topográficos adyacentes, esto para elegir el trazado más conveniente de los caminos de acceso a las distintas labores que comprende la obra, las zonas de abastecimiento de materiales, los puntos de depósitos de excedentes de las excavaciones, para la ubicación de las líneas de transmisión de energía, de teléfonos, etc.

Vale aclarar, que cuando se realiza un trabajo de topografía se obtienen datos importantes de lo que significa todo el terreno de la obra y también terrenos adyacentes, pero también es recomendable complementar toda esta información con una inspección presencial de la zona.

4.1.5 Desmonte y Limpieza

Consiste en la limpieza del terreno y el desmonte necesario para realizar la obra amparada por el contrato de acuerdo a las especificaciones. La zona a limpiar y desmontar deberá ser el área delimitada como el talud a estabilizar.

La limpieza y desmonte consistirá en limpiar el área de todos los matorrales u otras vegetaciones y hojas secas, así como la eliminación de todo el material proveniente de las operaciones de limpieza y desmonte.

La herramienta menor mas utilizada para este tipo de tareas seria el machete para ramas y pasto de pequeño tamaño, y para arboles o grandes matorrales se podría realizar un macaneado con guadañadora generando como beneficio un mayor rendimiento en la obra.

Ilustración 26 Limpieza del lugar para la construcción



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.1.6 Demolición de estructuras existentes

Para iniciar las labores de construcción en muchas ocasiones es necesario efectuar la demolición de algunas estructuras existentes en el sitio de trabajo. Este

trabajo es necesario para que el sitio donde se van a realizar futuras excavaciones y posteriores construcciones este totalmente libre y apto al momento de realizar las primeras estructuras; que en este caso seria la pantalla anclada.

La herramienta menor mas utilizada para este tipo de demoliciones de bajo nivel o manual son: palas para extraer la tierra, pica para derribar parcialmente algunas estructuras, carretillas para el desplazamiento de estos residuos y en caso de que el sitio sea de difícil acceso baldes o cuñetes que generan el mismo tipo de servicio pero con la desventaja del poco rendimiento.

Ilustración 27 Demolición de muros y cajas de inspección existentes



Fuente: Registro Fotográfico propio

Para las demoliciones de grandes estructuras como muros de contención se utilizo un compresor marca ATLAS COPCO y un (1) martillo cuya potencia alcanza los 185 pies cúbicos. Se realizó la demolición total del muro existente en la parte superior del talud, el cual era soporte para una vía peatonal existente y que fue deslizada por el movimiento de tierra. Además se realizó la respectiva demolición a unas cajas de inspección en mampostería y recubiertas en concreto las cuales a su vez habían cambiado su sitio inicial de construcción debido al deslizamiento del talud.

Ilustración 28 Compresor utilizado para la demolición de escaleras y demás estructuras existentes en la obra



Fuente: Registro Fotográfico propio

Los materiales residuales de este tipo de actividades deben dárseles una disposición correcta; llevándolos al botadero autorizado más cercano, simultáneamente con las demoliciones

4.2 CORTES Y TERRAPLENES

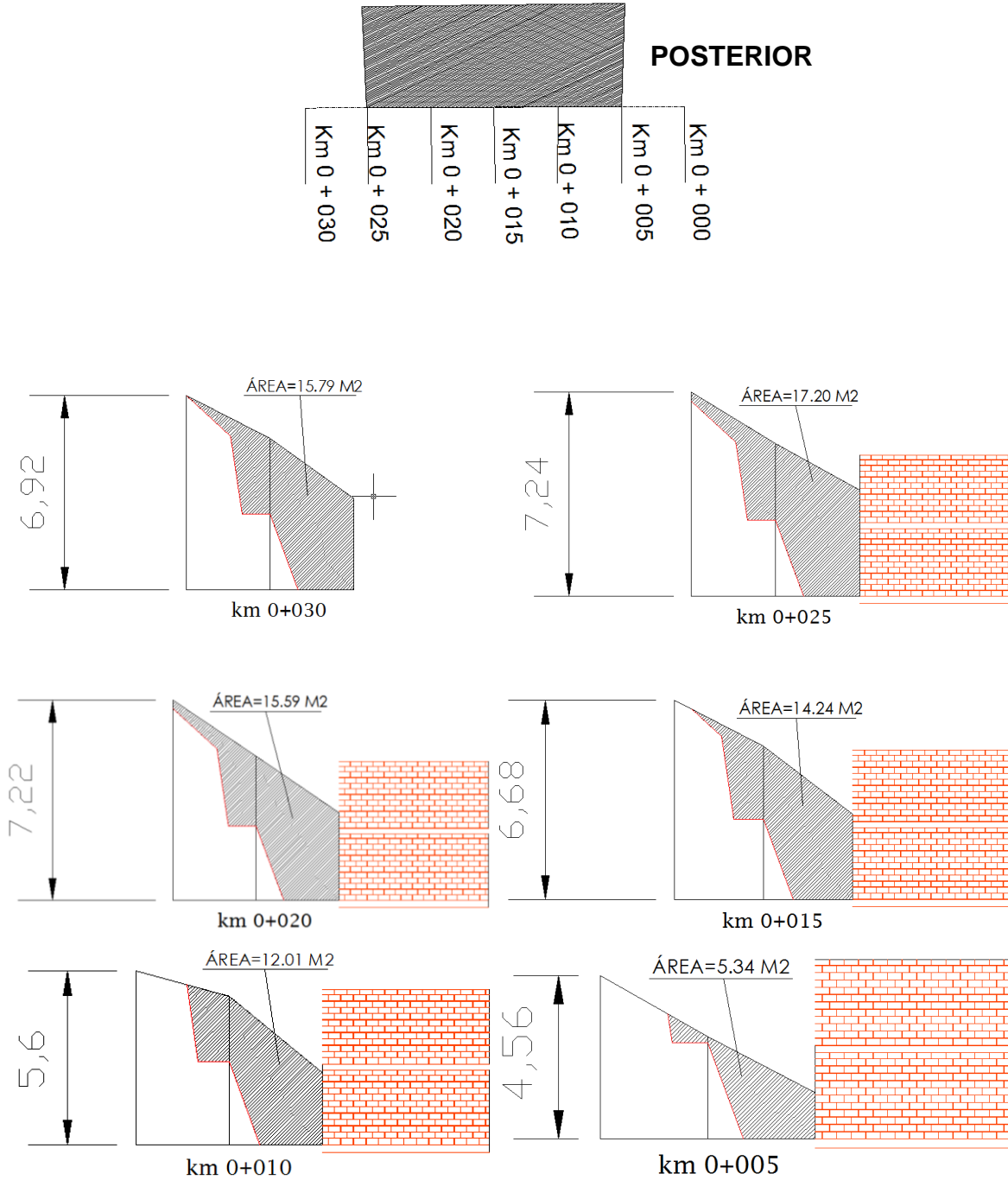
En esta etapa del proyecto ya tenemos una idea de lo que queremos como zona constructiva. Es por esto que bajo el estudio topográfico tomado se obtuvo que el volumen de excavación perfilado sería el siguiente:

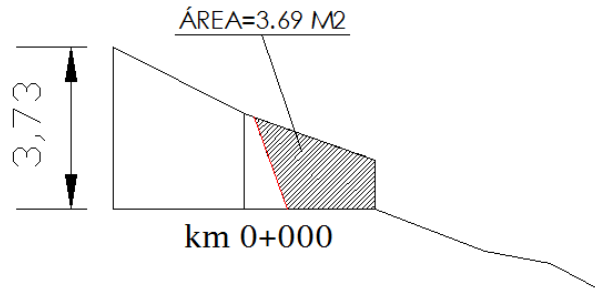
Resultado Topográficos

Ilustración 29 Perfil obtenido del terreno en el estudio topográfico

Vivienda Afectada

POSTERIOR





Fuente: Registro Fotográfico propio

En la gran mayoría de proyectos se busca que el volumen de corte sea cercano al de terraplén. Pero en esta ocasión el volumen de corte será prácticamente un 90% y el volumen de compactación será aproximado al 10%, puesto que es necesario liberar la vivienda afectada del peso que esta generando el gran volumen de tierra que esta sosteniendo debido a los deslizamientos ocasionados. Se debe tener en cuenta que la pantalla estará ubicada a 0.50m sobre el nivel del primer piso de la casa y a 3.00 metros de distancia de la residencia. Directamente al borde de la casa se hará una pequeña excavación a nivel del primer piso para construir una pequeña canaleta que permita el flujo libre del agua sin afectar continuamente en forma de filtraciones las paredes del primer piso de la vivienda.

Ilustración 30 Zona para la construcción de la canaleta



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.2.1 Excavación manual en material común

Esta excavación se realizará desde el lote contiguo del señor Humberto Ravelo, obteniendo de esta manera espacio para introducir el equipo necesario para la excavación en roca. Además se debe generar el espacio suficiente para carretear el material desde la parte posterior de la vivienda hasta la parte delantera.

Ilustración 31 Excavación en el lote del señor Humberto Ravelo



Fuente: Registro Fotográfico propio

Esta excavación no se tenía prevista en un principio por no ser zona aferente a la vivienda afectada. Debido a diferentes problemas climáticos y de estabilización del terreno fue necesario excavar este lote 3 veces, pues los constantes derrumbes y deslizamientos obstaculizaban el paso de maquinaria y equipo hacia la parte trasera de la vivienda.

En Ilustración. 32 podemos observar que el lote está prácticamente listo para avanzar.

Ilustración 32 Lote en condiciones de avanzar



Fuente: Registro Fotográfico propio

En la Ilustración. 33 se observa que deslizamientos han obstruido el avance de las excavaciones hacia el lugar donde estará construida la pantalla.

Ilustración 33 Lote totalmente cubierto por deslizamientos



Fuente: Registro Fotográfico propio

Luego de 3 intentos se logro que el terreno se estabilizara y se avanzo a la siguiente etapa de la excavación.

La excavación se iba a realizar inicialmente al nivel del segundo piso hasta llegar a la parte posterior de la vivienda. El espacio comprendido entre la casa y el talud sería de 3.0 metros desde el muro de la casa, para logra la entrada de maquinaria y equipo.

Este avance se hizo utilizando herramienta menor, tal como palas para la extracción, picas para derribar parcialmente el talud y carretillas para el transporte del material excavado hasta la volqueta, la cual generaría la disposición final del material en el botadero autorizado mas cercano.

Ilustración 34 *Excavación manual detrás de la vivienda afectada y disposición final de este material*



Fuente: Registro Fotográfico propio

A medida que se fue ingresando al terreno constructivo y se fue realizando la excavación, las cajas de inspección y sus accesorios fueron apareciendo, pues estos fueron derribados por el deslizamiento del talud hasta quedar a menos de 3.00 metros de la casa. En total se encontraron 4 cajas de inspección las cuales fueron demolidas y retiradas del sitio.

Ilustración 35 Excavación manual detrás de la vivienda afectada y destrucción de tubería encontrada



Fuente: Registro Fotográfico propio

Una vez se realizó la primera etapa de la excavación que consistía en llegar hasta la parte de atrás de la vivienda a nivel de la placa de entre piso del segundo piso, se inició la segunda etapa de excavación la cual llega a 0.50 metros sobre el nivel del primer piso. Esta vez la excavación se ejecutará desde la parte posterior hasta la parte delantera de la residencia. Esta segunda etapa de excavación se realizará terraceda como lo podemos observar en la Ilustración. 36, para evitar más derrumbes.

Ilustración 36 Terraceo de niveles para disposición del material excavado



Fuente: Registro Fotográfico propio

Debido a los constantes deslizamientos de tierra provenientes del talud fue necesario realizar la excavación de la segunda etapa dos veces. Las fuertes lluvias y la ola invernal que sufrió la ciudad de Bucaramanga en el mes de noviembre y diciembre generaron inestabilidad en el talud.

Ilustración 37 Comparativo del sitio excavado, antes y después de los derrumbes



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.2.2 Excavación en Roca

El volumen de excavación de roca se acerca a los 12 m³, esta excavación se realizó con compresor y martillo que alcanza los 185 pies cúbicos.

Las excavaciones se realizaron en la parte posterior de la vivienda, en donde se encontró parte de un muro de contención que estaba cubierto haciendo las veces de mitigador al deslizamiento del talud; era aproximadamente de 0.40 metros de ancho y 6 metros de largo, con 0.50 metros de alto y algunas escaleras que colindaban con el muro.

Ilustración 38 *Excavación en roca*



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.2.3 Relleno en material común compactado

El relleno en material común se realizó con la colocación de capas de material de rellenos en los sitios en donde el nivel de excavación fue demasiado profundo, pues debido a los constantes derrumbes del talud la cota cero del proyecto que estaba proyectada a 0.50 metros sobre el nivel del primer piso se hizo poco visible.

Los rellenos se construyeron por capas sucesivas con un máximo de 0.10 metros y en todo el ancho dado desde el muro de la casa hasta el talud y con la correspondiente sección longitudinal. Cada capa se compacto completamente antes de colocar la capa siguiente. Si se hubieran usado piedras en relleno, estas deberían distribuirse cuidadosamente y los intersticios entre ellos debían llenarse con el material más fino tendiendo a formar una capa densa y compacta, pero en este caso las piedras eran de un tamaño aproximado entre 0.05 metros y 0.15 metros lo cual facilito la compactación. En los últimos centímetros no se colocó ni

piedras ni terrones que se rompieran fácilmente. Se utilizó el material mas fino de la excavación para generar una mayor compactación.

Ninguna de las capas se construyo con más de 10 centímetros de espesor y se compacto por todo el ancho de la sección. Esto se hizo buscando que no se causara ningún esfuerzo indebido para evitar deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se coloco.

Ilustración 39 *Uso del Vibro compactador tipo Saltarín*



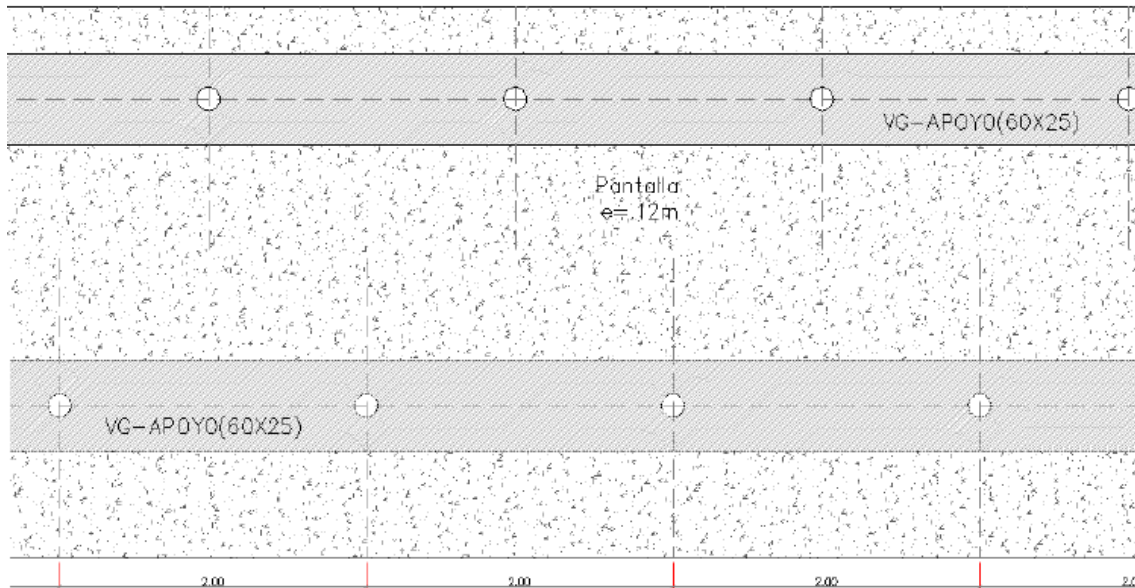
Fuente: Registro Fotográfico propio

4.3 CONCRETOS Y ACEROS

4.3.1 Concreto de 3000 Psi para pantalla y viga de apoyo

Esta pantalla tendrá unas dimensiones de 25 metros de longitud, 3.6 metros de altura y 0.12metros de ancho. Además irá inclinada a 15° acomodándose al contorno de la superficie del talud. La viga a su vez estará puesta como soporte a las dos líneas de anclajes y tendrá dimensiones de 0.60 metros de altura, 25 metros de largo y 0.25 metros de ancho contados fuera de la pantalla.

Ilustración 40 Distribución de los anclajes en la pantalla



Fuente: ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrórico

El concreto utilizado en la pantalla y viga de apoyo es de 3000 Psi, con una dosificación de 1:2:3, mezclado en sitio debido a que se va a fundir por tramos máximos de 5 metros lineales abarcando de 2 a 3 anclajes por línea, tomando al final entre 4 y 5 en total. La viga de apoyo se hará simultáneamente con la construcción de la pantalla.

Ilustración 41 Mezcla del concreto en sitio



Fuente: Registro Fotográfico propio

El proceso constructivo se inicia con la demarcación del sitio en donde se va a colocar la base de la pantalla. Se organizan los aceros los cuales explicaremos mas adelante y se acomodan las formaletas en línea horizontal, ocupando los 5 metros de longitud previstos para cada uno de los tramos horizontales de fundido y de alto se toma la altura de la formaleta (para cada tramo horizontal de 5 metros, se tienen 5 tramos verticales divididos por la existencia de las vigas de apoyo). Seguidamente se asegura la formaleta con los paraleles y se inicia el vertido del concreto con baldes hasta los 0.70 metros de altura donde se inicia la primera viga de apoyo. Se funde hasta esta altura para poder modificar la formaleta y acomodarla al ancho y alto de la primera viga de apoyo.

Ilustración 42 Formaleta e hidratación del 1° tramo vertical



Fuente: Registro Fotográfico propio

Una vez se ha removido la formaleta del primer tramo vertical de 0.70 metros de altura es importante realizar la saturación de esta zona de 8 a 10 días para evitar que se generen agrietamientos por exposición solar y evaporación del agua existente en la estructura debido a la deshidratación que genera fisuras en el concreto disminuyendo su vida útil. En caso de ser necesario por temperaturas altas se pueden utilizar productos artificiales como el Antisol, el cual crea una

capa protectora de tes grasosa que impermeabiliza el concreto evitando que el agua se evapore de la estructura.

Para el segundo tramo vertical se debe colocar la formaleta para la primera viga de refuerzo la cual va de 0.70 metros hasta 1.30 metros de altura, lugar en donde van los anclajes y se debe verter el concreto de manera que este no impida el tensionamiento de los anclajes al final del proceso, ni la distribución de los Subdrenes.

Ilustración 43 Formaleta y disposición de los anclajes en la viga de apoyo



Fuente: Registro Fotográfico propio

Como se puede observar en las Ilustración. 43 los anclajes están recubiertos por tubería de PVC que los protege de cualquier contacto con el concreto. Además vemos que la formaleta en los tramos en donde van los anclajes es de madera, permitiendo que el anclaje salga de la formaleta (Ilustración. 43 izquierda) y en la

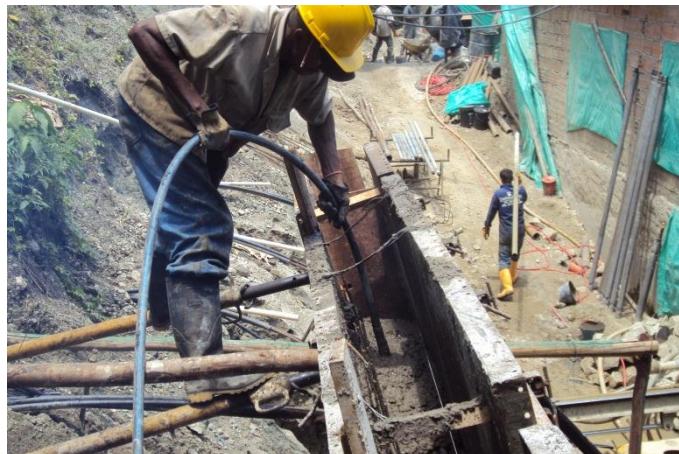
parte interna (Ilustración. 43 derecha) se haga un sellamiento provisional para que no se contamine el anclaje.

Esto dará como resultado que al momento de realizar los tensionamientos de los anclajes no se tenga ninguna obstrucción por vertido de concreto.

Para estos dos primeros tramos solo fue necesario colocar formaleta en la parte delantera de la pantalla, pues la superficie del terreno era apta para esto. Desde la altura de 1.30 a 3.60 es necesario colocar formaleta en ambos lados de la pantalla para obtener dimensiones correctas y evitar el desperdicio de la mezcla.

El tercer tramo vertical va desde 1.30 metros hasta 2.70 metros de altura, lugar en donde inicia la segunda viga de apoyo. Este tercer tramos tiene las misma dimensiones del primero en cuanto al ancho; 0.12 metros. En estos tramos es necesario utilizar un vibrador para concreto, el cual permite la reacomodación de este dentro de la formaleta, pues la malla y el acero hacen difícil el paso del concreto hasta algunos sitios debido al triturado y arena que la mezcla contiene.

Ilustración 44 *Uso del vibrador de concreto*



Fuente: Registro Fotográfico propio

El cuarto tramo vertical va de 2.70 metros hasta 3.30 metros, lugar en donde va situada la segunda viga de apoyo. Este tramo incluye formaleta metálica y

formaleta de madera la cual permite que los anclajes salgan y no se contaminen de la mezcla.

Ilustración 45 Formaleta de la Viga superior



Fuente: Registro Fotográfico propio

El ultimo tramo va desde 3.30 metros hasta 3.60 metros. Este es el ultimo tramo vertical construido, formando así el primer tramo horizontal de 5 metros de longitud y 3.60 metros de altura.

Ilustración 46 Primer tramo horizontal terminado



Fuente: Registro Fotográfico propio

Una vez terminado este proceso, los siguientes 5 tramos se harán constructivamente de la misma manera hasta completar la totalidad de la pantalla de 25 metros.

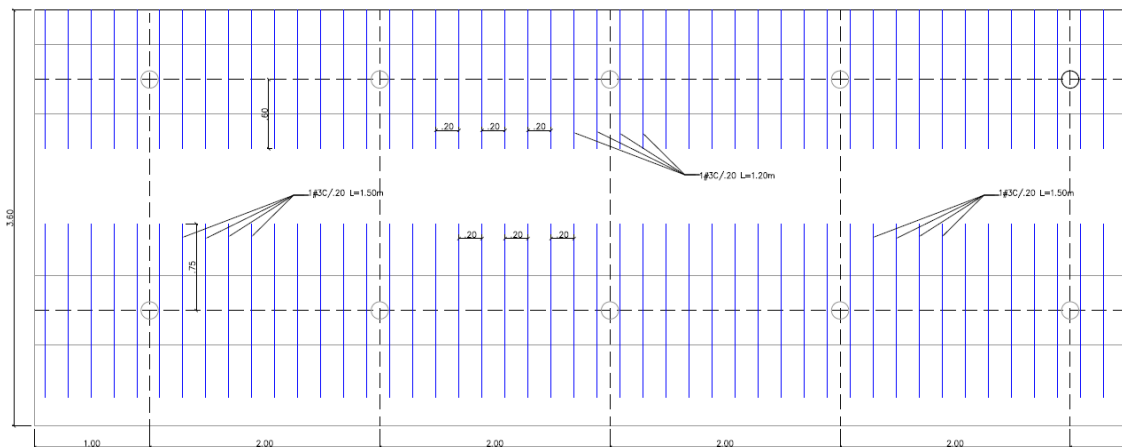
4.3.2 Acero de refuerzo para pantalla y viga de apoyo incluida malla

El acero de refuerzo utilizado en la pantalla anclada estará dividido en refuerzo interior y refuerzo exterior.

El refuerzo interior se realizo con varilla de 3/8" y longitud de 1.20 y 1.50 metros. En la parte inferior de la pantalla el acero inicia a los 0.25 metros de altura hasta los 1.75 metros, de manera vertical y a un espaciamiento de 0.20 metros entre cada una, siendo en total 250 varillas de 3/8" que equivalen a 210 kilogramos.

En la parte superior de la pantalla las varillas van desde el extremo superior hasta completar 1.20 metros de manera vertical, a un espaciamiento de 0.20 metros, entre cada una, siendo en total 250 varillas de 3/8" que equivalen a 168 kilogramos.

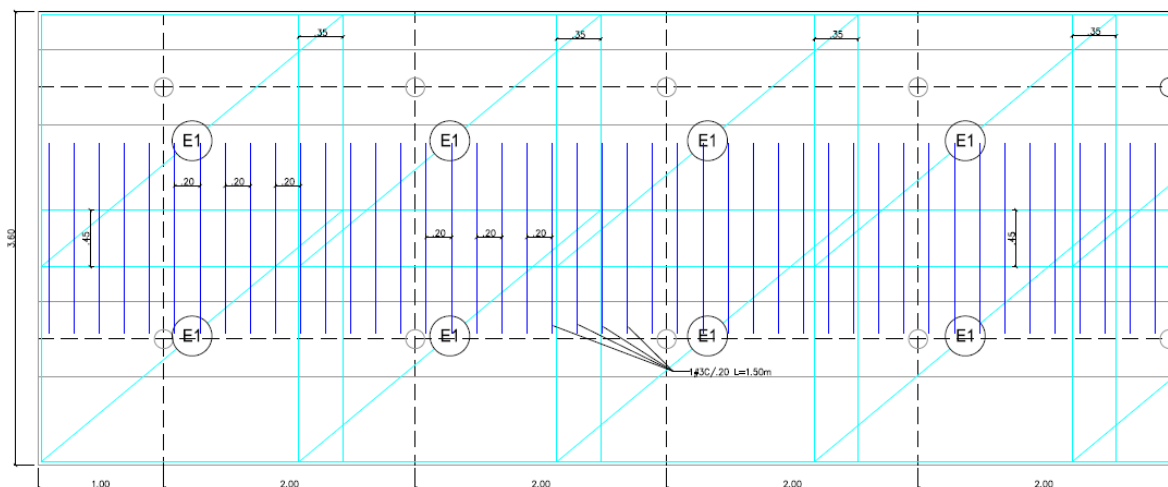
Ilustración 47 Refuerzo Interior



Fuente: ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrónico.

El refuerzo exterior esta compuesto por varillas de 3/8" de longitud 1.50 metros ubicadas a partir de 1.00 metro de altura de la pantalla, y cada 0.20 metros de espaciamiento entre ellas, dando como total 250 varillas de 3/8" equivalentes a 210 kilogramos. Además de este acero, el refuerzo exterior cuenta con malla electro soldada de 2.40 metros lo longitud y 2.00 metros de altura y un espaciamiento entre huecos de 0.06 metros. Esta malla va con traslapos horizontales de 0.35 metros y verticales de 0.45 metros, para un total de 24 mallas electro soldadas en la pantalla.

Ilustración 48 Refuerzo Exterior



Fuente: ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrónico.

Las vigas de apoyo vienen con refuerzo en la cara interna y refuerzo en la cara externa.

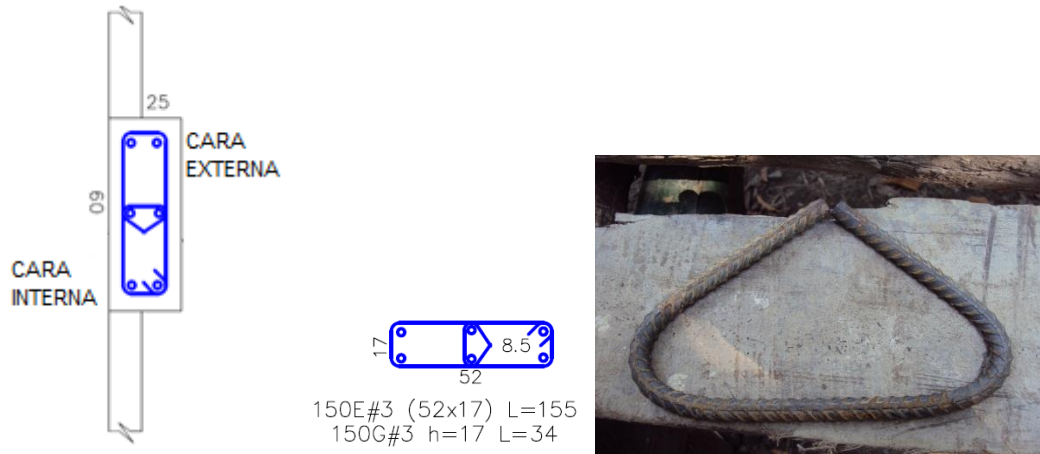
El refuerzo de la cara interna esta dado por 3 varillas de 5/8" con una longitud de 6.00 metros (3#5 L=6.00), 2 varillas de 5/8" con una longitud de 8.70 metros (2#5 L=8.70), 2 varillas de 5/8" con una longitud de 8.70 metros (2#5 L=8.70), y 3

varillas de 5/8" con una longitud de 4.20 metros (3#5 L= 4.20), con traslapos de 0.30 metros.

El refuerzo de la cara exterior esta dado por 3 varillas de 5/8" con una longitud de 4.50 metros (3#5 L=4.50), 3 varillas de 5/8" con una longitud de 8.90 metros (2#5 L=8.90), 3 varillas de 5/8" con una longitud de 8.70 metros (3#5 L=8.70), y 3 varillas de 5/8" con una longitud de 5.60 metros (3#5 L= 5.60), con traslapos de 0.30 metros.

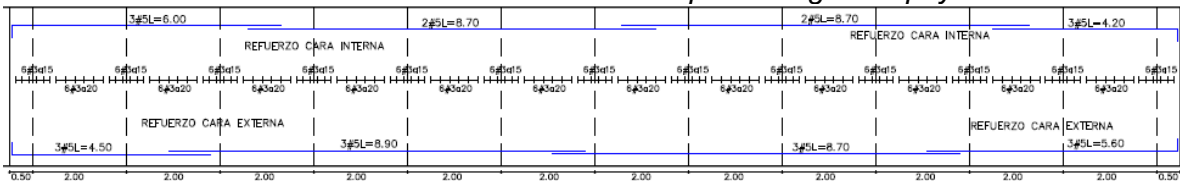
Además cuenta con 150 estribos de 3/8" de longitud 1.55 metros y 150 estribos de 3/8" de longitud 0.34 metros y altura 0.17 metros.

Ilustración 49 Dimensiones de los estribos utilizados en la viga de apoyo



Fuente: Elaboración propia, información basada en informe de Construsuelos Ltda.

Ilustración 50 Relación de estribos para la viga de apoyo



Fuente: ConstruSuelos Ltda, exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrongo.

Ilustración 51 Muestra de la viga de apoyo en obra.



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.4 ANCLAJES

Un anclaje pretensado es un elemento estructural instalado en suelo o roca, utilizado para transmitir cargas de tensión al terreno. Los anclajes pueden ser barras de acero macizas o huecas (*autoperforantes*) y de cables de acero. Estos elementos se introducen al terreno a través de una perforación que es rellenada parcialmente con una lechada de cemento.

En lo que se refiere a anclajes directos al elemento estructural conformado por un bulbo de concreto, un tendón de acero y la cabeza del anclaje; estos y otros componentes del sistema de anclaje propuesto están en la Ilustración. 4.

Zona de Bulbo: Es la parte del anclaje solidaria al terreno en profundidad, encargada de transferir los esfuerzos al mismo y se encuentra ubicada detrás de la línea de falla del terreno.

Ilustración 52 Zona de bulbo del anclaje



Fuente: Registro Fotográfico propio

Zona libre: Es la parte del anclaje en la que la armadura se encuentra aislada del terreno que la rodea y se encuentra delante de la línea de falla del terreno.

Ilustración 53 Zona libre del anclaje



Fuente: Registro Fotográfico propio

Sello impermeable: El anclaje está compuesto por una zona de bulbo y una longitud libre, el sello impermeable separa estas dos zonas.

Ilustración 54 Zona de separación entre la zona de bulbo y zona libre del anclaje



Fuente: Registro Fotográfico propio

Torón: Cable o cables que transmiten la tensión del punto de apoyo (pantalla) hasta el suelo o roca. Se utiliza torón de ½" de diámetro. Al hacer el pedido de los cables se debe tener en cuenta que se requiere una longitud adicional de por lo menos 1.00 metros, para poder efectuar el tensionamiento.

Ilustración 55 Cables utilizados para los torones del anclaje



Fuente: Registro Fotográfico propio

Separadores: Elemento de caucho que permite mantener alineados los torones y separan la tubería de PVC del cable, permitiendo el flujo de lechada alrededor de éstos.

Ilustración 56 Separador de caucho



Fuente: Registro Fotográfico propio

Lechada: La lechada protege el acero pretensado en la zona libre y en la zona del bulbo, y puede ser cemento o resina en poliéster.

4.4.1 Perforaciones

Se hacen agujeros en el talud de 0.10 metros de diámetro, con profundidad de 20 metros según el estudio realizado. Con un ángulo de 15°. Al inicio las perforaciones se hicieron con una perforadora de canastilla.

Esta maquinaria funciona a presión de aire. La tubería consta de un taladro con cabeza diamantada y seguidamente tubería hueca que permitía la expulsión de la tierra realizada por la perforación.

Ilustración 57 Canastilla de perforación con tubería



Fuente: Registro Fotográfico propio

Ilustración 58 Comparación del martillos perforador antes y después de ser utilizado



Fuente: Registro Fotográfico propio

A medida que se profundizaba la perforación, el terreno ejercía demasiada presión sobre la tubería, evitando que la maquinaria pudiera avanzar. El suelo era demasiado suelto y se derrumbaba constantemente dentro de la perforación retrasando el trabajo y haciendo que la maquina fuera sometida a altas presiones para ser sacada.

Debido a este tipo de inconvenientes, fue necesario cambiar de maquina y empezar a trabajar con una Trackdriller. La cual ejercía mayor presión funcionando bajo el mismo principio de rotación al perforar con expulsión de tierra por aire.

Ilustración 59 Trackdriller en funcionamiento



Fuente: Registro Fotográfico propio

Para los anclajes realizados en la viga de apoyo superior el Trackdriller funciono perfectamente tanto en espacio como en rendimiento. El problema se tuvo al momento de realizar las perforaciones inferiores en donde la maquina no tenia espacio suficiente para trabajar. La solución fue hacer pequeñas excavaciones en los sitios demarcados para los anclajes y así permitir que la maquina ganara unos centímetros de espacio para perforar.

Ilustración 60 Perforaciones inferiores con Trackdriller



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.4.2 Lechada

El agujero se llena con lechada de cemento, o de mortero, introduciendo una manquera y retirándola hacia la superficie conforme se llena el mismo con la lechada, tratando en lo posible que no quede aire atrapado. Esta lechada para la fundición de anclajes consistirá en la mezcla de cemento y agua que deberá tener a la ruptura, una resistencia a la compresión no confinada de 3500 Psi como mínimo a los 28 días de curado.

Ilustración 61 Relleno de los anclajes con lechada



Fuente: Registro Fotográfico propio

La tubería de PVC que se tiene en la zona del bulbo es diferente a la que se tiene en la zona libre.

En la zona de bulbo la tubería tiene unos agujeros realizados con taladro cada 0.20 metros, los cuales son tapados con neumático. Al momento de introducir la lechada dentro de los anclajes estos son llenados sin presión hasta conseguir el llenado total, seguidamente se genera presión al llenado rompiendo el neumático y permitiendo que el anclaje se llene de abajo hacia arriba sin penetración de tierra u otros materiales que puedan contaminar la lechada dentro y fuera del anclaje.

En la zona libre la tubería de PVC no tiene agujeros, pues en este espacio no se genera ningún tipo de tensionamiento y no es necesario que la lechada este fuera y dentro del anclaje.

Ilustración 62 Tubería de PVC para el anclaje



Fuente: Registro Fotográfico propio

4.4.3 Tensionamiento

El tensionamiento de los anclajes fue una etapa que a la fecha no se ha podido concluir debido a las fuertes lluvias que se han presentado en la zona. Los últimos 5 metros de pantalla no se han construido y por tanto el tensionamiento no se a realizado, pues es necesario que toda la pantalla este construida para evitar agrietamientos en la estructura. Se espera que durante los próximos 15 días se realice el tensionamiento y este pueda incluirse en el video final.

CONCLUSIONES

Al momento de iniciar la practica empresarial como auxiliar de Residente de Obra, el conocimiento adquirido en la universidad fue primordial para desempeñar cada una de las funciones delegadas. Estos conocimientos le permiten al estudiante encaminar el proyecto de manera ética y profesional cumpliendo cada uno de los requisitos pedidos por el contratista.

La pantalla anclada fue construida de manera satisfactoria generando seguridad a un talud que venia presentando problemas de estabilidad y deslizamientos desde antes del año 2004, fallas que estaban afectando a toda la comunidad del Barrio Vegas de Morrongo, pues sus viviendas y vidas estaban constantemente puestas en peligro.

Dentro de la obra el aprendizaje se dividió en dos partes:

1. El manejo de personal permite abrir puertas a nuevos conocimientos y glosarios constructivos por parte de los trabajadores que mas adelante serán primordiales al momento de enfrentar nuevas obras.
2. El manejo administrativo de una obra que consiste en la entrega de informes y actas de obra, manteniendo sumo cuidado en el gasto y justificación de cada uno de los materiales entregados en cada jornada laboral.

Estos dos aspectos fueron la base para lograr que el proyecto se llevara a cabalidad y con gran éxito tanto en la parte laboral como educativa.

El conocimiento obtenido después de esta práctica, permite como Ingeniero Civil descubrir nuevos horizontes. Trabajar como auxiliar de Residente de Obra, consistió en profundizar aspectos constructivos que como estudiantes no podemos disfrutar ni experimentar.

Estar en cada una de las etapas de la construcción de la pantalla anclada utilizada como medida de mitigación a los constantes deslizamientos del Talud existente, llega a ser una experiencia enriquecedora, en donde se conoce el verdadero manejo de una obra y se aprende a sobrellevar los problemas que diariamente se tienen en la obra, estas son experiencias que con el tiempo van a ir aumentando, generando mejores soluciones ante problemas de mayor magnitud en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

CONSTRUSUELOS LTDA, Investigación de campo. En: Exploración de campo y evaluación de las longitudes de los anclajes para las obras de estabilización que se adelantan en la ladera posterior de la vivienda afectada ubicada en el barrio vegas de Morrорico. 2012. 9-28 p.

CORPORACIÓN REGIONAL AUTÓNOMA PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA (CDMB), Descripción General. En: Estabilización vía barrio vegas de Morrорico municipio de Bucaramanga. 2011. 11-26 p.

TORRES INGENIERÍA, Estudios previos. En: Estudio Geotécnico vivienda ubicada en el barrio vegas de Morrорico. 2010. 7-28 p.