

**Estudio de Vulnerabilidad Desde el Área de Gestión del Riesgo del Municipio de
Vélez - Santander**

Pedrozo Badillo Juan Diego

Universidad de Santander

Facultad de Ingenierías

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

**Estudio de Vulnerabilidad Desde el Área de Gestión del Riesgo del Municipio de
Vélez - Santander**

Pedrozo Badillo Juan Diego

**Trabajo de Grado Para Optar el Título de
Ingeniero Civil**

Director

Rondón Ordóñez Jaime

Ingeniero Civil

Universidad de Santander

Facultad de Ingenierías

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

Página de Aceptación**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
ACTAS DE SUSTENTACIÓN DE
TRABAJO DE GRADO**

Siendo las 9:30 a.m. del día 8 del mes de junio de 2022, se reunieron en la Sede Campus Universitario de Lagos del Cacique, sala audiovisuales 05 edificio Arhuaco, el estudiante que a continuación se menciona para hacer la sustentación pública de su proyecto de grado y optar al Título de: **INGENIERO CIVIL**.

1. AUTOR: JUAN DIEGO PEDROZO BADILLO Código:01170201025

2. TÍTULO: "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DESDE EL ÁREA DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ-SANTANDER".

3. DIRECTOR PROYECTO DE GRADO: JAIME RONDÓN ORDÓÑEZ

**4. JURADO CALIFICADOR: MAYA SIAN CAYCEDO GARCÍA
JOSÉ DANIEL ARDILA REY**

5. MODALIDAD: PRÁCTICA EMPRESARIAL

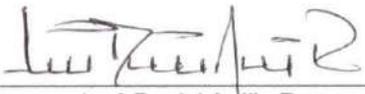
Después de escuchar la sustentación, el jurado, tomando en cuenta la coherencia con las áreas del conocimiento involucradas en el perfil de la carrera y la evaluación general del proceso de elaboración del Proyecto de Grado, asigna el siguiente concepto valorativo a dicho Proyecto de Grado:

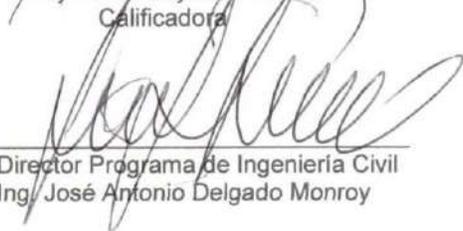
OBSERVACIÓN: Por tratarse de una práctica empresarial – actividad de campo, no se presenta el nombre y la firma del director de trabajo de grado.

Nota: 4.4 (Cuatro punto Cuatro)

En constancia firman:


Maya Sian Caycedo García
Calificadora


José Daniel Ardila Rey
Calificador


Director Programa de Ingeniería Civil
Ing. José Antonio Delgado Monroy

Transcriptor: Carlos Mario Tabora Galeano

Dedicatoria

Este proyecto de grado está dedicado a mi madre Luz Marina Pedrozo Badillo a quien quiero darle las gracias por todas aquellas pequeñas cosas que hizo por mí a lo largo de su vida, gracias madre por haber compartido conmigo durante nueve meses tu espacio y por haber soportado valientemente todo el dolor que en su momento implicó para ti darme la vida; gracias por tu tiempo y dedicación, gracias por tus miles de cuidado, gracias por tus útiles consejos para que yo aprendiera con tu experiencia, gracias por enseñarme tantas cosas porque gracias a eso crezco cada día.

También dedico este trabajo a una gran persona y amigo quien se encuentra en los cielos, a ti Jesús Alfredo Rojas Hernández doy gracias por enseñarme a dar y compartir sin importar si la otra persona merecía recibir porque con tu ejemplo aprendí a entender a los demás y a desearles siempre lo mejor gracias por enseñarme a ser paciente, gracias por brindarme tu mano cuando la necesite sin esperar nada a cambio, gracias, aunque ausente estés tu recuerdo siempre me acompaña.

Juan Diego Pedrozo Badillo.

Agradecimientos

Me siento muy orgulloso de poder hacer mención de todos a quienes agradezco el poder llegar al cumplimiento de esta meta tan anhelada que es mi título profesional a través de este trabajo de prácticas empresariales, en honor a tal orgullo deseo expresar mi agradecimiento con los siguientes; doy gracias primordialmente a Dios por dame la voluntad, las fuerzas y medios de seguir adelante en este proyecto de vida, de segunda mano me siento agradecido con mi familia que está compuesta por mi madre y docente Luz Marina Pedrozo Badillo, mi hermana e ingeniera ambiental María Fernanda Rojas Pedrozo y Gran Amigo y ex docente Jesús Alfredo Rojas Hernández quienes fueron y serán los pilares de mi educación y superación personal.

Agradezco a una gran parte del cuerpo de docentes de la universidad de Santander por darme las pautas, responsabilidad, carácter, propósitos y conocimientos de como ejercer y de ser un buen ingeniero hablando profesionalmente y éticamente, teniendo en cuenta que estamos para brindar un buen servicio a la comunidad con la finalidad de mejorar la calidad de vida en los lugares que lleguemos a ejercer nuestra labor; también agradezco de corazón a la ingeniera María Liliana Meneses y al Ingeniero German Acevedo quienes fueron garantes de ofrecerme su apoyo y de tomar cariño a esta cerrera que es la ingeniera civil.

Doy gracias a la administración del municipio de Vélez Santander por darme la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales, esto con el propósito de adquirir conocimiento y experiencia, para crecer cada vez más como ingeniero y como persona, principalmente me siento agradecido con la secretaria de la planeación que es la ingeniera Adriana Patricia Rodríguez Medellín quien fue mi tutora y la responsable de darme otro punto de vista respecto a que podemos realizar el cambio de una comunidad siempre y cuando sea de forma honesta, sin necesidad de tener una preferencia o posición política; también doy gracias

por convalidar su sabiduría de una manera comprensible y paciente; es de mi agrado mencionar a las personas pertenecientes a esta oficina que también influyeron en este proceso de aprendizaje y quienes me acogieron y brindaron sus conocimientos como lo son los ingenieros Édison, Gonzalo Tirado, Jerson Ayala, las ingenieras Laura Pinzón, Angélica Niño, Natalia Barbosa y la doctora Alejandra Cepeda.

Juan Diego Pedrozo Badillo.

Tabla de Contenido

	pág.
Introducción	19
1. Objetivos.....	22
1.1 Objetivo General.....	22
1.2 Objetivos Específicos.....	22
2. Marco Teórico.....	23
2.1 Información de la Empresa	23
2.2 Marco Legal.....	24
2.3 Marco Conceptual.....	25
2.3.1 <i>Concepto de un Talud y sus Características</i>	25
2.3.2 <i>Clasificación de los Movimientos</i>	26
2.3.2.1 Desprendimientos o Colapso.	26
2.3.2.2 Vuelco.	27
2.3.2.3 Deslizamiento.	27
2.3.2.4 Flujos.....	28
2.3.3 <i>Caracterización del Movimiento de Tierra</i>	29
2.3.3.1 Tipo de Material.....	29
2.3.3.2 Humedad.	30
2.3.3.3 Secuencia de Repetición.	30
2.3.3.4 Estilo.	30
2.3.3.5 Estado de Actividad.	31
2.3.4 <i>Formas de la Superficie de Falla</i>	32

2.3.4.1 Superficie de Falla Circular de pie.	32
2.3.4.2 Superficie de Falla Circular Profunda.....	32
2.3.4.3 Superficie De Falla Plana.....	33
2.3.5 Formas de Contención de un Talud.....	34
2.3.5.1 Muros de Gravedad.....	35
2.3.5.2 Muros en Voladizo o Ménsula.....	36
2.3.5.3 Muros Contrafuerte.....	37
2.3.6.1 Factor de Seguridad Contra el Volcamiento.....	38
2.3.6.2 Factor de Seguridad Contra el Deslizamiento.....	38
2.3.7 Empuje Activo.....	39
2.3.8 Empuje Pasivo.....	39
2.3.9. Formas de Agotamiento de los Muros.....	39
3. Definición de Términos.....	42
4. Metodología.....	43
4.1 Momento 1 Visitas e Inspección de Gestión del Riesgo.....	43
4.1.1 Localización del Proyecto.....	43
4.1.2 Generalidades de la Práctica.....	44
4.1.3 Desarrollo del Proyecto.....	45
4.2 Momento 2. Inspección y Control de Viviendas en Riesgo de Colapso.....	48
4.2.1 Localización.....	48
4.2.2 Generalidades de la Práctica.....	49
4.2.2.1 Diagnósticos Geotécnicos y Antecedentes.....	50
4.2.2.2 Finalidad del Proyecto.....	51

4.2.2.3 Diseño de la Pantalla Anclada con sus Respectivos Drenes.....	51
4.2.2.4 Obras de Contención a Utilizar en el Proyecto.....	52
4.2.2.5 Manejo de Erosión.....	52
4.2.2.6 Manejo de Sub-Drenaje.....	52
4.2.2.7 Manejo de la Escorrentía.....	53
4.2.3 <i>Desarrollo del Proyecto</i>	54
4.2.4 <i>Registro Fotográfico</i>	56
5. Análisis de Resultados.....	72
6. Conclusiones.....	85
7. Recomendaciones.....	87
Referencias Bibliográficas.....	88
Apéndices.....	90

Tabla de Figuras

Figura 1 Ubicación del Municipio de Vélez - Santander.....	19
Figura 2 Alcaldía Municipal de Vélez.....	23
Figura 3 Mecanismo de Desprendimiento y Colapso.....	26
Figura 4 Mecanismo de Vuelco por Flexión y Desplome	27
Figura 5 Tipos de Deslizamientos	28
Figura 6 Movimientos de Flujo	29
Figura 7 Estados de Actividad del Terreno	31
Figura 8 Falla Circular de pie	32
Figura 9 Falla Circular Profunda	33
Figura 10 Falla Plana	33
Figura 11 Designación de Muro de Contención	34
Figura 12 Muro de Gravedad de Diferentes Materiales	36
Figura 13 Muro en Voladizo.....	37
Figura 14 Muro Contrafuerte en Perfil Transversal e Interno	37
Figura 15 Formas de Agotamiento de los Muros	40
Figura 16 Formas de Agotamiento de los Muros	41
Figura 17 Ubicación Visita - Corregimiento Alto Jordán.....	43
Figura 18 Estructura del Plan Para la Prevención y Mitigación del Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa.....	47
Figura 19 Ubicación Talud Barrio Santa Teresita	48
Figura 20 Perímetro del Talud a Intervenir	50
Figura 21 Diseño de Pantalla con Anclajes	51

Figura 22 Diseño Viga Cabezal.....	52
Figura 23 Manejo de Drenajes.....	53
Figura 24 Drenaje en Sección Transversal	54
Figura 25 Visita de Inspección de la UNGRD	56
Figura 26 Visita de Inspección de la UNGRD	56
Figura 27 Visita de inspección de la UNGRD.....	57
Figura 28 Visita de inspección de la UNGRD.....	57
Figura 29 Comité con los Contratistas y la UNGRD.....	58
Figura 30 Comité con los Contratistas y la UNGRD.....	58
Figura 31 Comité con los Contratistas y la UNGRD.....	59
Figura 32 Máquina Perforadora y Agrietamiento.....	59
Figura 33 Medición de Grietas	60
Figura 34 Medición de Grietas	60
Figura 35 Visita Técnica del pie de la Zona a Intervenir.....	61
Figura 36 Visita Técnica del pie de la Zona A Intervenir	62
Figura 37 Recolector de las Aguas Provenientes del Talud	63
Figura 38 Visita de Inspección al Talud	64
Figura 39 Revisión de Actas de Vecindad.....	64
Figura 40 Revisión de Actas de Vecindad.....	65
Figura 41 Visita al Talud	65
Figura 42 Visita al Talud	66
Figura 43 Revisión de Actas de Vecindad.....	66
Figura 44 Revisión de Actas de Vecindad.....	67

Figura 45 Revisión de Actas de Vecindad.....	67
Figura 46 Revisión de Actas de Vecindad.....	68
Figura 47 Revisión de Actas de Vecindad.....	68
Figura 48 Revisión de Actas de Vecindad.....	69
Figura 49 Revisión de Actas de Vecindad.....	69
Figura 50 Revisión de Actas de Vecindad.....	70
Figura 51 Revisión de Actas de Vecindad.....	70
Figura 52 Revisión de Actas de Vecindad.....	71
Figura 53 Zona de las Visitas	72
Figura 54 Gráfica del Tipo de Visita	73
Figura 55 Gráfica de Factor de Deslizamiento	74
Figura 56 Gráfica de Clasificación de Movimiento.....	75
Figura 57 Gráfica Humedad del Suelo	76
Figura 58 Gráfica Secuencia de Repetición.....	76
Figura 59 Gráfica Estilo de Deslizamiento.....	77
Figura 60 Gráfica Estado de Actividad.....	78
Figura 61 Gráfica Superficie de Falla.....	78
Figura 62 Nivel de Grietas en Estructuras	79
Figura 63 Nivel de Humedad en Estructuras	80
Figura 64 Filtraciones	80
Figura 65 Solución a Familias Afectadas por Deslizamiento.....	81
Figura 66 Cumplimiento de Norma NSR-10.....	82
Figura 67 Nivel de Vulnerabilidad	83

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Marco Legal</i>	24
Tabla 2 <i>Factores de Seguridad Indirectos Mínimos</i>	38
Tabla 3 <i>Objeto del Proyecto</i>	49

Lista de Apéndices

Apéndice A. Informes Técnicos de Gestión del Riesgo del Municipio de Vélez – Santander, Realizados en la Práctica Empresarial Parte 1.....	90
Apéndice B. Informes Técnicos de Gestión del Riesgo del Municipio de Vélez - Santander, Realizados en la Práctica Empresarial Parte 2.....	90
Apéndice C. Registro Fotográfico de Visitas y Reuniones de Gestión del Riesgo del Municipio de Vélez – Santander.	90
Apéndice D. Certificados Generados Para la Empresa Unión Temporal VELMAC.	90
Apéndice E. Autorización Para Usar Informes de Gestión de Riesgo Pertenciente a las Prácticas Empresariales del Municipio de Vélez – Santander.	90
Apéndice F. Misión Visión de la Alcaldía del Municipio de Vélez- Santander.....	90
Apéndice G. Inventario de identificación de Vulnerabilidad Vélez - Santander.....	90

Resumen

Título

Estudio de Vulnerabilidad Desde el Área de Gestión del Riesgo del Municipio de Vélez - Santander

Autor

Pedrozo Badillo Juan Diego

Palabras Clave

Gestión, Riesgo, Talud, Inestabilidad.

Descripción

En este libro de prácticas empresariales tiene como propósito describir el proceso del cómo fue realizada la inspección en predios afectados con el fin de identificar, evaluar y recomendar en el área de gestión del riesgo del municipio de Vélez – Santander; teniendo en cuenta que el territorio municipal está sometido a fuertes olas de invierno, inestabilidad del terreno, niveles freáticos encontrados a pocas distancia de la cota rasante generando saturación en los suelos y posiblemente provocando deslizamiento en remoción en masa.

Para efectuar estas prácticas se debió contemplar ciertos criterios técnicos previos a cualquier salida de campo, los cuales estos conocimientos permitieron resolver los objetivos planteados en este proyecto sobre temas relacionados a lo que es la gestión del riesgo y en que consiste, también a que se refieren con un talud, sus tipos de movimientos, los factores a los que se encuentra expuesto, los tipos de muros más comunes de contención que se pueden implementar, los tipos de empujes, factor de seguridad contra el volcamiento, las formas de agotamiento de un muro, entre otros temas a tocar.

Las actividades ejecutadas en las pasantías consistían en la realización de visitas de inspección a zonas urbanas y rurales con el fin visualizar e identificar la vulnerabilidad a la que está sometida la población que están solicitando la visita ocular, luego de conocer el riesgo al que está sometido se procederá a realizar un informe técnico en donde se explica a detalle los aspectos de la visita y será remitido a comité de gestión del riesgo; se deja en evidencia la metodología, registro fotográfico de las acciones llevadas a cabo en la Secretaria de Planeación del municipio Vélez y con sus respectivas características de las actividades que se ejecutaron a través de los apéndice.

Abstract

Title

Vulnerability Study from the Risk Management Area of the Municipality of Vélez - Santander

Author

Pedrozo Badillo Juan Diego

Key Words

Management, Risk, Slope, Instability.

Description

The purpose of this book of business practices is to describe the process of how the inspection was carried out on affected properties in order to identify, evaluate and recommend in the area of risk management in the municipality of Vélez - Santander; taking into account that the municipal territory is subjected to strong winter waves, terrain instability, water table found a few distance from the ground level, generating saturation in the soil and possibly causing landslide in mass removal.

To carry out these practices, it was necessary to contemplate certain technical criteria prior to any field trip, which this knowledge allowed to resolve the objectives set in this project on issues related to what risk management is and what it consists of, also what they refer to. with a slope, its types of movements, the factors to which it is exposed, the most common types of retaining walls that can be implemented, the types of thrusts, safety factor against overturning, the forms of exhaustion of a wall, among other topics to touch.

The activities carried out in the internships consisted of carrying out inspection visits to urban and rural areas to visualize and identify the vulnerability to which the population requesting the eye visit is subjected, after knowing the risk to which it is subjected. A technical

report will be made where the aspects of the visit are explained in detail and will be sent to the risk management committee; the methodology, photographic record of the actions carried out in the Planning Secretariat of the Vélez municipality and with their respective characteristics of the activities that were executed through the appendices are left in evidence.

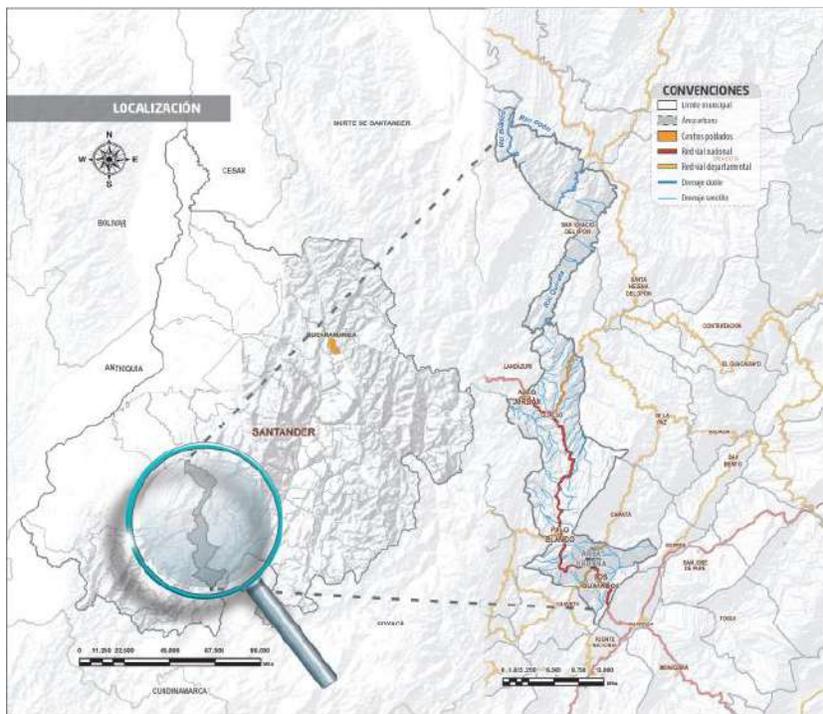
Introducción

La presente práctica empresarial tiene como finalidad brindar apoyo a la Secretaria de Planeación del municipio de Vélez – Santander, específicamente en el área de gestión del riesgo; siendo esta una acción determinante y fundamental para mitigar las múltiples problemáticas en la que se encuentra expuesta actualmente la población veleña, tanto en la zona rural como en la urbana.

Como se observa en la figura 1, el municipio de Vélez se encuentra localizado en el sur del departamento de Santander; el área urbana se ubica al sur del territorio municipal, en las vertientes orientales de la serranía Vélez – La Paz, sobre la vía nacional que comunica los municipios de Barbosa y Landázuri.

Figura 1

Ubicación del Municipio de Vélez - Santander



Nota. Tomado de (Luis & Moncayo, 2017).

Vélez actualmente no presenta fallas geológicas importantes, pero se encuentra directamente afectada por la falla Suárez, que se extiende aproximadamente a una longitud de 170 km; la cual deja en alerta al territorio municipal de alguna amenaza por movimientos en masa en diversas zonas de la región. La administración municipal cuenta con un esquema de ordenamiento territorial en donde plantea acciones de prevención respecto al control de amenazas ya sea estructurales, deslizamiento en masa de tierra, mejoramiento de vivienda debido a daños generados por fenómenos naturales, reubicación de familias, entre otros; estos planes de control se realizaron con el fin de garantizar la protección y salvaguardar a la comunidad que se encuentra ubicadas en zonas de alta peligrosidad.

Para ejecutar los planes de prevención que están planteados en el EOT del municipio, se requiere la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de las viviendas que en ellas se encuentran, con el propósito que puedan ser atendidas mediante una adecuada Gestión del Riesgo, la cual solo es posible alcanzarlo con un conocimiento previo y pleno de las causas que la producen, una distribución especial de la posibilidad de ocurrencia de los eventos y sus consecuencias.

Teniendo claro lo mencionado anteriormente se procedió a ejecutar actividades en la Secretaría de Planeación a lo que respecta a visitas técnicas que consistía en la verificación e inspección de vulnerabilidad a la que pudiesen estar sometidos la comunidad ya sea por fenómenos naturales o estructurales, en donde se procede a realizar un informe técnico en la que se hará descripción a detalle de la problemática en cada visita, cuya visita será examinada directamente por la secretaria de planeación quien dará la aprobación de notificar a la persona afectada sobre la respuesta plasmada en el informe; dependiendo del riesgo en el que se

encuentra será remitido al comité de gestión del riesgo del municipio para que así puedan recibir una ayuda por parte de la administración municipal.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Efectuar informes técnicos realizando visitas de inspección con el fin de identificar, evaluar y mitigar el peligro desde el departamento de gestión del riesgo del municipio de Vélez – Santander.

1.2 Objetivos Específicos

Realizar visitas técnicas que permitan conocer y determinar los riesgos inminentes de la población afectada.

Llevar a cabo la elaboración y control de informes, actas de visitas con sus correspondientes notificaciones, que serán examinados por la Secretaria de Planeación del municipio del Vélez – Santander.

Efectuar base de datos de vulnerabilidad y clasificación de remoción en masa de las visitas realizadas.

2. Marco Teórico

2.1 Información de la Empresa

La alcaldía municipal es quién está a cargo de coordinar la ejecución en el territorio de los programas focalizados y proyectados de las entidades y esquemas territoriales que intervienen en el municipio, como fortalecimiento al plan de trabajo a ejecutar durante la administración de un alcalde (Para conocer más sobre la misión y visión de la empresa ver el apéndice F).

Empresa: Alcaldía Municipal de Vélez - Santander (Secretaría de Planeación)

NIT: 890.205.776-6

Dirección: Calle 9 No.2-37 Vélez

Teléfono: 3105516290

Correo: planeacion@velez-santander.gov.co

Representante legal: Angélica Santamaría (Alcaldesa).

Tutor de las prácticas: Adriana Patricia Rodríguez Medellín (Secretaria De Planeación).

Figura 2

Alcaldía Municipal de Vélez



Nota. Tomado de (Vélez, Santander - Viajar En Verano, n.d.)

2.2 Marco Legal

En la tabla 1 se evidencia el marco legal de la normatividad usadas en la pasantía.

Tabla 1

Marco Legal

No.	Sigla	Normatividad	Objeto de la norma
1	NSR-10 DEL 2010	El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente	Reglamento colombiano encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable
2	NSR-10 DEL 2010	Título H- Estudios Geotécnicos	Establecer criterios para realizar estudios geotécnicos de edificaciones, basadas en la investigación del subsuelo y las características arquitectónicas y estructurales de las edificaciones con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes y la definición de espectros de diseño sismo resistente, para soportar los efectos por sismos y por amenazas geotécnicas desfavorables.
3	Ley 1523 del 2012	Política del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres	Orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.
4	Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT)	Plan municipal de gestión del riesgo de desastres del 2014	Instrumento mediante el cual el municipio prioriza, formula, programa y hace seguimiento a la ejecución de las acciones que concretan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo de desastres

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 *Concepto de un Talud y sus Características.*

Para los ingenieros civiles un talud es la pendiente que se crea en un muro de tierra, que puede que a simple vista se note la inclinación, además de estar constituido por el mismo tipo de suelo que se encuentra alrededor, a menos que sea un talud creado por personas y no de manera natural; un punto importante para un talud es la estabilización ya que puede llegar a ser de alto riesgo para el ser humano un talud inestable, también se tiene en cuenta a la hora de llevar a cabo un proyecto que se pueda ver afectado por un talud ya sea un edificio, una carretera, etc. Algunas maneras de realizar esta estabilización puede ser el recubrimiento de roca, plantación de zona vegetal (debe ser de cierto tipo específico), también con muros de contención.(J. Pérez & A. Gardey, 2014)

Los taludes son afectados por ciertos factores:

- Factor antrópico: Este factor está relacionado con las acciones del ser humano con referencia a la naturaleza ya sea de manera directa o indirecta.
- Factores geotécnicos: Este factor está relacionado con el movimiento mecánico al que se encuentra sujeto el terreno.
- Factores hidrogeológicos: Este factor está relacionado con la cantidad de agua se contiene el talud, ya sea por lluvias o por absorción de agua.
- Factores geométricos: Este factor está relacionado con las dimensiones del talud, como, por ejemplo: la pendiente, la altura, etc.
- Factores geológicos: Este factor está relacionado con las estratificaciones del terreno, así como el tipo del terreno y su composición.

- Factor tiempo: Este factor está relacionado con el clima, si es lluvioso o es clima de sequía, clima húmedo, mucho viento, etc.

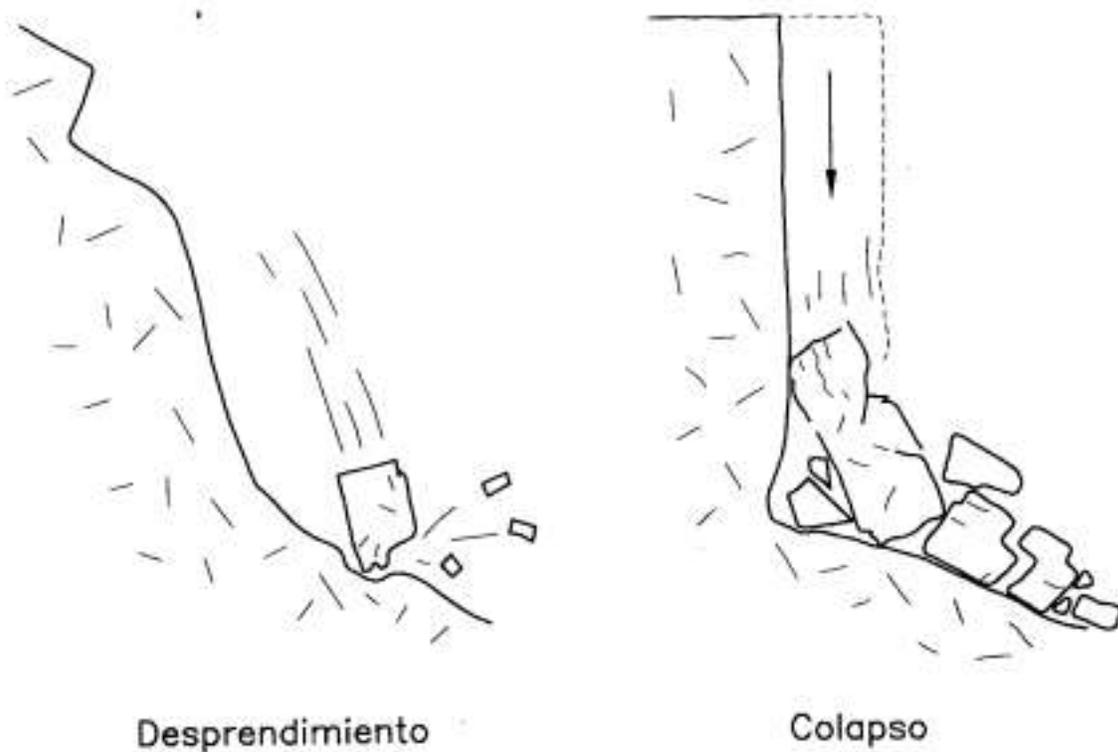
2.3.2 Clasificación de los Movimientos.

La clasificación de movimientos permite determinar la manera y el estilo del deslizamiento de material ocurrido, teniendo este conocimiento se puede llegar a mitigar a través de un plan de ordenamiento según la clasificación del movimiento.

2.3.2.1 Desprendimientos o Colapso. Este tipo de movimiento es evidente la separación de una parte del talud que puede ser pequeña o grande en caso de ser grande se le denomina colapso.

Figura 3

Mecanismo de Desprendimiento y Colapso

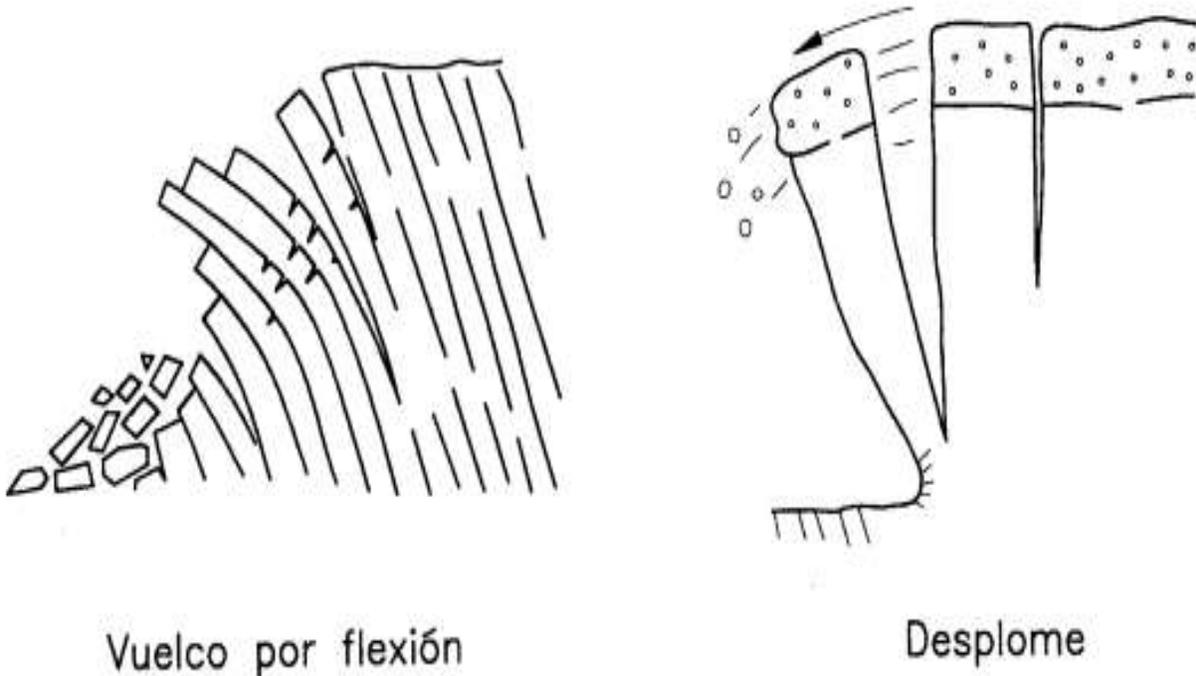


Nota. Tomado de (Corominas, 2004).

2.3.2.2 Vuelco. Este tipo de movimiento es presentado en terrenos rocosos y se ve el volcamiento de una columna de material. Puede ser vuelco por flexión o vuelco por desplome.

Figura 4

Mecanismo de Vuelco por Flexión y Desplome

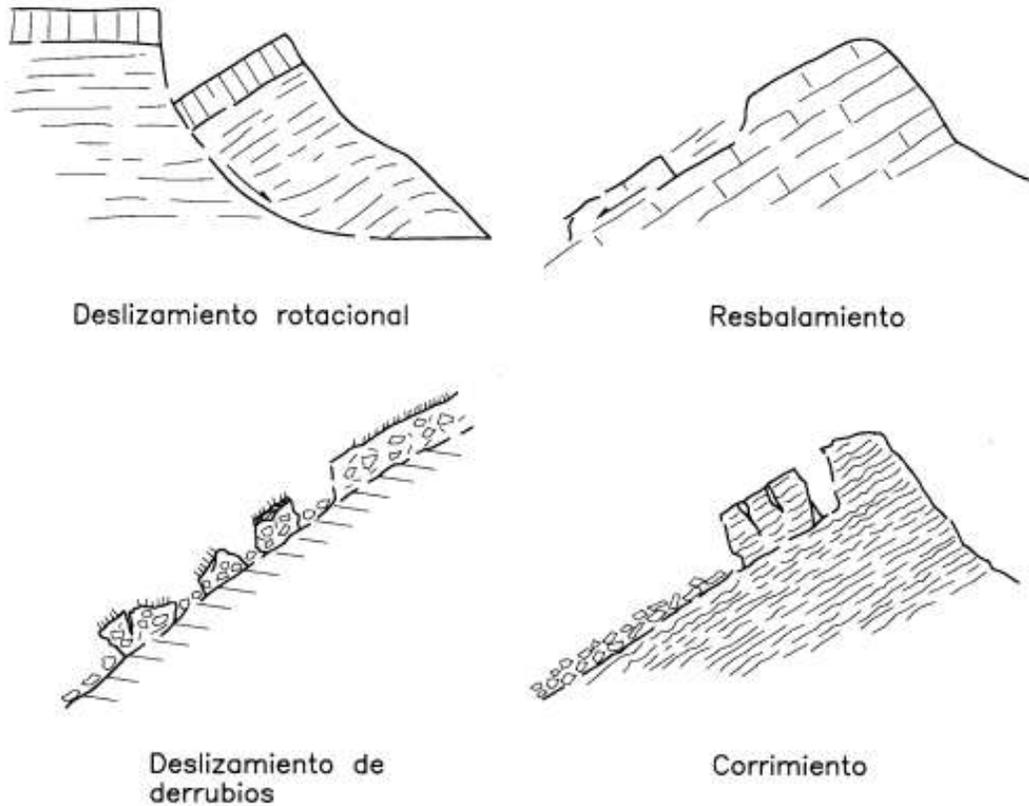


Nota. Tomado de (Corominas, 2004).

2.3.2.3 Deslizamiento. Este tipo de movimiento es el más común a la hora de afectar un talud, y es producido al momento de superar la resistencia al corte del material del talud.

Además, podemos encontrar dos tipos de deslizamientos: rotacional y traslacional.

- Rotacional: Es un deslizamiento que ocurre de forma cóncava de manera interna.
- Traslacional: Es un deslizamiento que ocurre de forma externa, y puede presentarse de varias maneras, por ejemplo: resbalamiento, corrimiento, deslizamiento de derrubios.

Figura 5*Tipos de Deslizamientos*

Nota. Tomado de (Corominas, 2004)

2.3.2.4 Flujos. En este tipo de movimiento el factor principal es el contenido de agua que contenga el suelo, además que tipo de movimiento produce diferentes tipos de flujos como los son: reptación (movimiento muy lento difícil de apreciar a simple vista), coladas de tierra (movimiento lento de tierra y roca), solifluxión (movimiento de pequeñas proporciones), corriente de derrubios (movimientos rápidos de material), golpe de arena (movimiento de material producido por colapso) y avalanchas (movimiento de cantidades enormes de materiales a gran velocidad).(Corominas, 2004)

Figura 6*Movimientos de Flujo*

Nota. Tomado de (Corominas, 2004)

2.3.3 Caracterización del Movimiento de Tierra.**2.3.3.1 Tipo de Material.**

- **Roca:** Es la roca dura y firme que se encuentra intacta en un lugar antes de un movimiento.

- **Residuos:** El suelo que contiene una significativa cantidad de material grueso.

Además, si más del 20% del material en peso es mayor a dos milímetros de diámetro equivalente es residuo. (Geología, 2006)

- **Tierra:** Si más del 80% de las partículas son menores a 2 milímetros se considera tierra.

2.3.3.2 Humedad.

- Seco: La tierra no posee humedad.
- Húmedo: La tierra contiene una cantidad baja de agua.
- Mojado: La tierra contiene agua de manera considerable.
- Muy mojado: La tierra contiene mucha agua.

2.3.3.3 Secuencia de Repetición.

- Progresivo: La superficie de falla se extiende en el mismo sentido al movimiento.
- Retrogresivo: La superficie de falla se extiende en dirección contraria al movimiento.
- Ampliándose: Se superficie de falla se esparce en sentido de los laterales del terreno.
- Alargándose: La superficie de falla se extiende adicionando material en movimiento.
- Disminuyendo: El material en movimiento va disminuyendo.

2.3.3.4 Estilo.

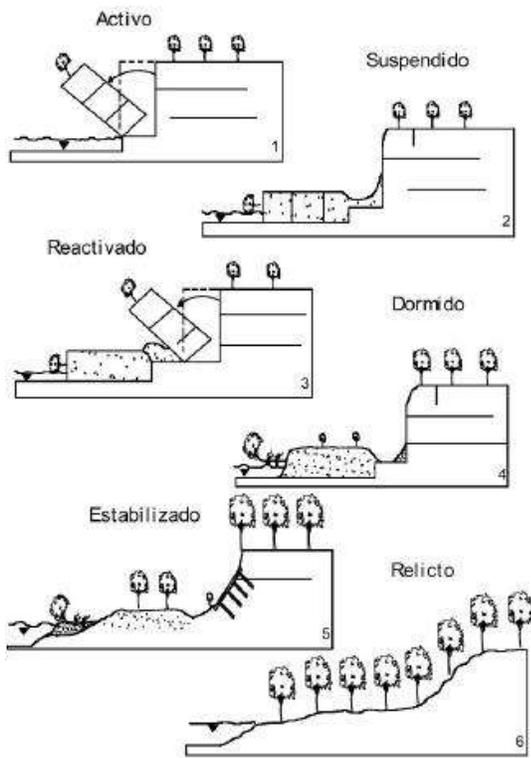
- Complejo: Es aquel deslizamiento que contiene al menos dos tipos de movimiento.
- Compuesto: Es aquel deslizamiento en el que se observan diferentes tipos de movimiento al tiempo en diferentes puntos.
- Múltiple: Es aquel deslizamiento que presenta movimientos repetitivos del mismo tipo.
- Sencillo: Es aquel deslizamiento que solo presenta un tipo de movimiento.

2.3.3.5 Estado de Actividad.

- Activo: Un deslizamiento con movimiento en el instante.
- Reactivo: Un deslizamiento que luego de estar estático comienza a estar en movimiento.
- Suspendido: Deslizamientos que han estado activos pero que en el instante está inactivo.
- Inactivo: Deslizamiento que ha dejado de estar activo.
- Dormidos: Deslizamientos que de momento están inactivos.
- Estabilizado: Deslizamiento suspendido o controlado mediante obras.
- Relicto: Deslizamiento que puede haber ocurrido mucho tiempo atrás.

Figura 7

Estados de Actividad del Terreno



Nota. Tomado de (Das, 2008).

2.3.4 Formas de la Superficie de Falla.

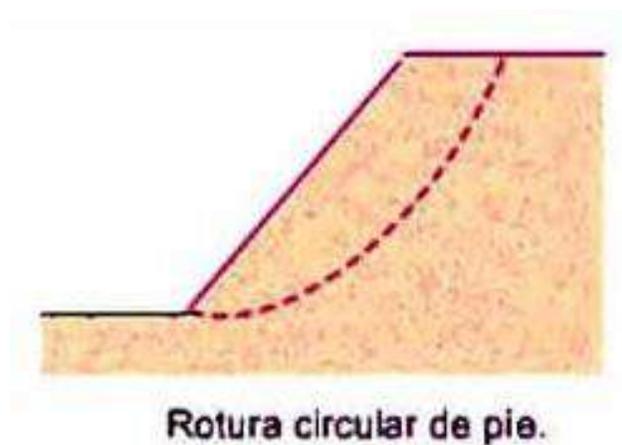
Los taludes en suelos rompen generalmente a favor de superficies curvas, con forma diversa condicionada por la morfología y estratigrafía del talud.

2.3.4.1 Superficie de Falla Circular de pie.

Es la falla más frecuente que puede ser aproximadamente circular, se da cuando este está formado por terrenos homogéneos o por varios estratos de propiedades geotécnicas homogéneas.

Figura 8

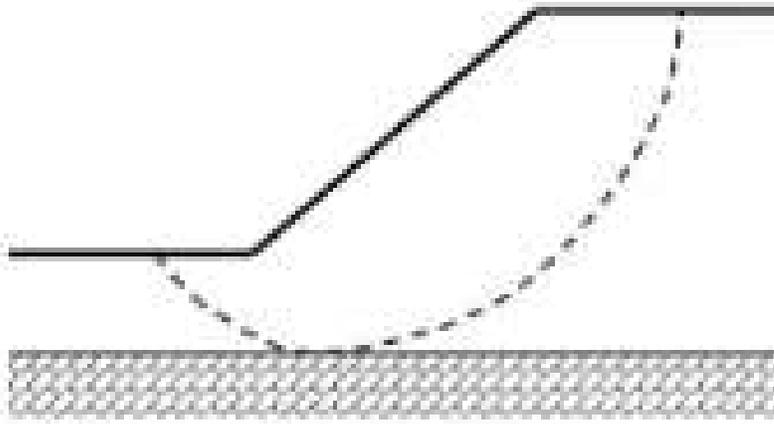
Falla Circular de pie



Nota. Tomado de (GEOLOGIAWEB, 2010)

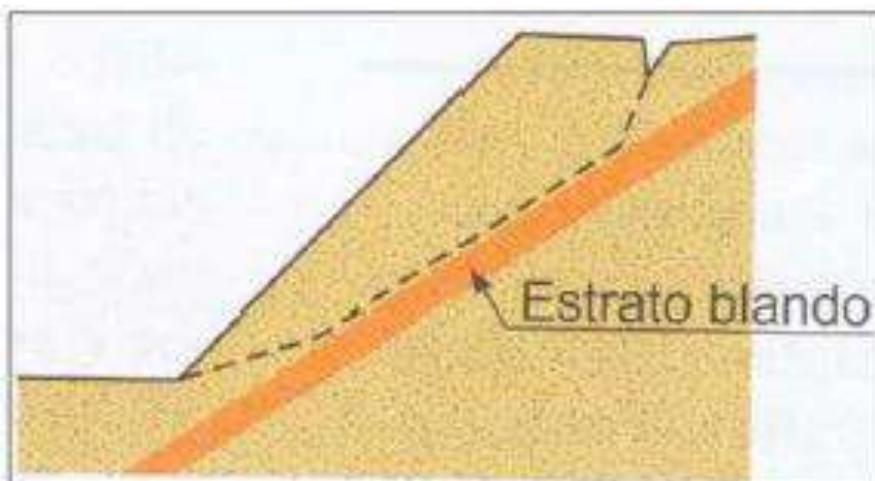
La rotura se genera a lo largo de una superficie de deslizamiento por la parte interna siguiendo la línea de menor resistencia, por ende se comprende que este tipo de rotura se hace cuando no hay forma de determinar la familia de discontinuidades que controla la inestabilidad del talud.(Díaz & Civil, 2009).

2.3.4.2 Superficie de Falla Circular Profunda. Este tipo falla consta de las mismas características que la falla circular de pie, la diferencia de esta falla es la profundidad en la que se genera y la velocidad en la que se desliza el material sobre el talud, en esta superficie de falla la velocidad de deslizamiento es menor.

Figura 9*Falla Circular Profunda*

Nota. Tomado de (GEOLOGIAWEB, 2010)

2.3.4.3 Superficie de Falla Plana. La superficie de falla de los taludes en los suelos a favor de un único plano en forma paralela a dicho talud, son prácticamente inexistentes, aunque este diseño puede ser válido en el caso de laderas naturales con recubrimientos de suelos sobre rocas (Suárez Díaz, n.d.).

Figura 10*Falla Plana*

Nota. Tomado de (GEOLOGIAWEB, 2010)

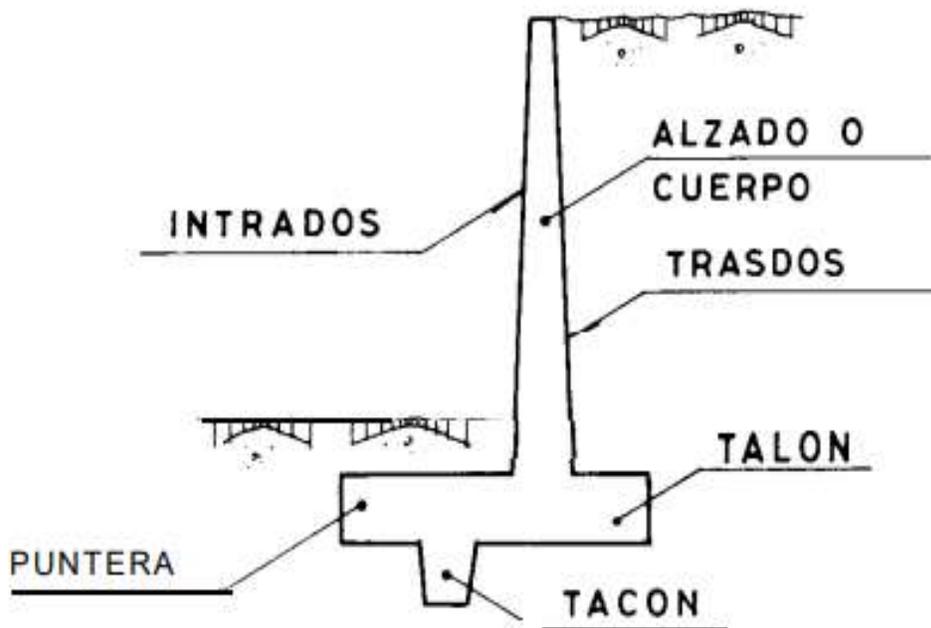
2.3.5 Formas de Contención de un Talud.

Un muro de contención y pantallas ancladas son una estructura que está diseñado para delimitar el movimiento de tierra o bien sea agua, por ende, es diseñado teniendo en cuenta que debe soportar el empuje de tierra o agua; por lo general estos muros están contruidos de concreto reforzado y está sujeto a ciertas variables como los son: los parámetros de deformación de materiales parámetros de resistencia, proceso constructivo, materiales (*Muros de Contención: Definición y Características – Arcux, n.d.*)

Siempre se debe tener conocimiento de cuáles son las partes de un muro de contención.

Figura 11

Designación de Muro de Contención



Nota. Tomado de (Calavera, 1987)

Donde:

- Alzada o cuerpo: es el cuerpo fundido encima de los cimientos.

- Intradós: es la cara externa del muro de contención.
- Trasdós: es la cara interna del muro de contención.
- Talón: cimiento que se encuentra debajo del trasdós.
- Puntera: cimiento que se encuentra debajo del intradós.
- Tacón: parte de la cimentación que tiene como función dar estabilidad.

Una de las maneras de identificar los muros de contención es diferenciarlos por su función (contener tierra o líquido), diseño (si tiene o no tiene talón, o talón y puntera), como es más común encontrar por tipo de construcción (por gravedad, semi-gravedad, voladizo, con contrafuerte o anclaje).

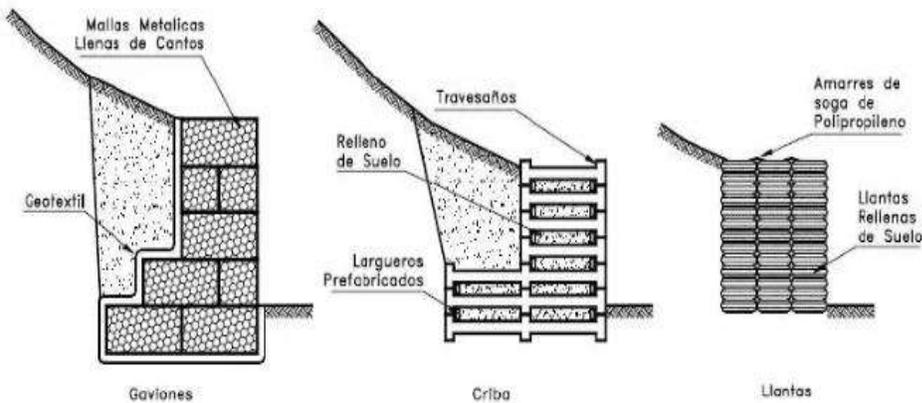
Los muros de contención que hoy en día conocemos no siempre fueron de esa manera, muchos de los que aún se conservan son de materiales como piedra y adobe, hay evidencias de que existieron morteros anteriores al hormigón desde más o menos el antiguo Egipto. En sitios donde no se podía utilizar piedras ya fuera por lo complicada de conseguir o lo costosa o lo escasa se comenzó a utilizar el material que hoy en día conocemos como adobe o también los muros de tapia pisada. Al adicional acero se posibilita la construcción con hormigón armado. La construcción en muros de mampostería o piedra eran construidos hasta aproximadamente finales del siglo XIX, ya que después de esto se comenzaron a ver las construcciones en gran masa de muros de concreto armado (*Historia de Los Muros de Contención / PDF / Ingeniero Civil / Ingeniería de Edificación, n.d.*)

2.3.5.1 Muros de Gravedad. Son muros de gran masa y depende principalmente de su propio peso para poder asegurar la estabilidad, este tipo de muro se realiza comúnmente de concreto ciclópeo, de rocas, criba y llantas; este muro no lleva ningún tipo de refuerzo. Los

muros de gravedad son económicos para alturas no superiores de 3 m a 3.5 metros de alto aproximadamente (chuchon, n.d.)

Figura 12

Muro de Gravedad de Diferentes Materiales



Nota. Tomado de (chuchon, n.d.)

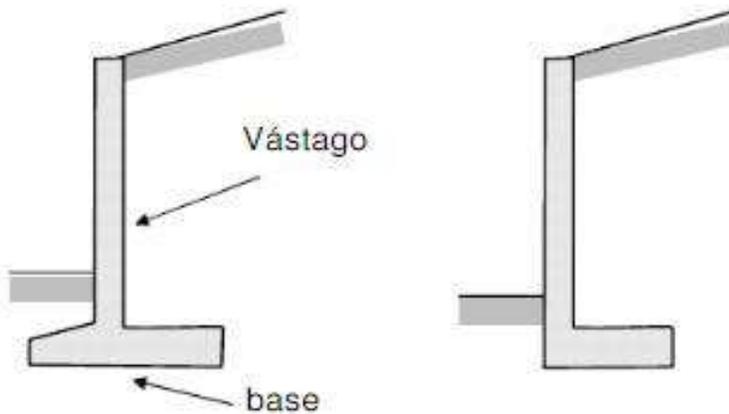
Los muros de gravedad por gaviones es una estructura de contención compuesta por canastas rectangulares de mallas de alambre de acero rellenas de rocas, los gaviones soportan movimientos sin pérdida de eficiencia, es de construcción sencilla y económica. Los muros criba son estructuras de contención constituidas por una escala rellena de material granular compactado por los travesaños que hacen generar la estabilidad con la compactación mencionada anteriormente. El muro de contención de llantas es la reutilización de los neumáticos desgastados que sirven para anclar con firmeza y resistencia este muro, son fáciles de construir y ayudan en el reciclaje de los elementos utilizados.

2.3.5.2 Muros en Voladizo o Ménsula. Este tipo de muro resiste el empuje de tierra por medio de la acción en voladizo de una pantalla vertical empotrada en una loza horizontal, generalmente estos tipos de muros en voladizos son económicos para alturas menores de 6 metros de altura; la forma más usual de ver estos muros es en una T o L, utilizan parte del relleno

para asegurar la estabilidad y por ende es tipo de uso con mayor uso en obras de contención (Ordoñez, n.d.).

Figura 13

Muro en Voladizo

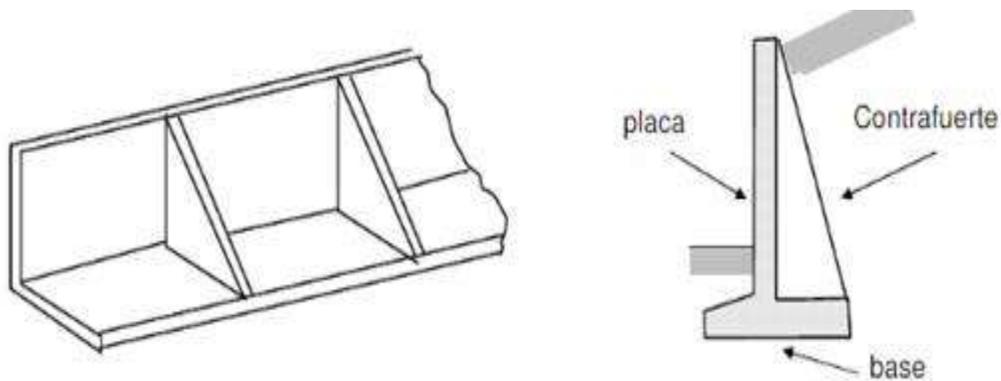


Nota. Tomado de (Ordoñez, n.d.)

2.3.5.3 Muros Contrafuerte. Son los que están conformados por placas verticales que se apoyan que se soportan sobre grandes voladizos, estos se encuentran separados regularmente por unas aletas que hace denominar a este muro contrafuerte, este muro es conveniente cuando las alturas son superiores a 6 metros aproximadamente (Díaz & Civil, 2009)

Figura 14

Muro Contrafuerte en Perfil Transversal e Interno



Nota. Tomado de (Ordoñez, n.d.)

Para la ejecución de este modelo de contención de tierra se pueden colocar en la cara interior de la pantalla en contacto con la tierra o en la cara exterior donde estéticamente no es muy conveniente; estos muros representan un cambio un avance de los muros en voladizo, ya que al aumentar la altura de la pantalla de contención también lo hace el espesor de la pantalla.

2.3.6 Factor de Seguridad.

2.3.6.1 Factor de Seguridad Contra el Volcamiento. El factor de seguridad contra el volcamiento es un rango de valor que una estructura debe cumplir para contra arrestar las presiones pasivas y activas que se puedan generar en ella; para evitar este tipo de volcamientos de infraestructuras la normativa colombiana de construcción que es la NSR-10 estableció que el factor de seguridad contra el volcamiento debe ser mayor o igual a 3.00 como lo indica la tabla H.6.9-1 de factores de seguridad indirectos mínimos del título H (NSR-10, 2010).

Tabla 2

Factores de Seguridad Indirectos Mínimos

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente/ Momento Actuante Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≥ 3.00 $\leq 1/6$	≥ 3.00 $\leq 1/6$	Diseño Diseño	≥ 2.00 $\leq 1/4$
Capacidad portante	Iguales a H.4.1			

Nota. Tomado de (NSR-10, 2010)

2.3.6.2 Factor de Seguridad Contra el Deslizamiento. Lo que hace que el muro no se deslice es la fuerza de rozamiento que se genera entre el muro y el suelo de cimentación, esta seguridad de deslizamiento se puede aumentar si la cimentación del muro sea lo más rugosa para

poder tener mayor adherencia; el factor de seguridad contra el deslizamiento debe ser mayor a 1.60.(NSR-10, 2010)

2.3.7 Empuje Activo.

El empuje activo es la presión lateral ejercido por el suelo en la parte interior de la estructura, cuando la pared oscila lo suficientemente hacia afuera del espacio que limitaba la tensión del suelo esto significa que está fallando por extenderse.

2.3.8 Empuje Pasivo.

En los empujes pasivos Rankine y Coulomb manifiestan diferentes puntos de vista; Rankine generalmente no valora la presión pasiva, porque en la mayoría de las ocasiones el rumbo de la fuerza pasiva es tomada de manera incorrecta, por el contrario Coulomb sobre valora la presión pasiva, esto se debe al erro de asumir un crecimiento muy rápido con el aumento de valores de ángulo de la pared muro – suelo (Díaz & Civil, 2009)

Dado que la supuesta superficie de falla del suelo no es recta sino curva, la estimación real del empuje pasivo de acuerdo Coulomb es mayor que el real, específicamente para valores de β que es el ángulo de terreno arriba del muro y para que la presión pasiva se efectuó en su totalidad se requieren movimientos importantes del muro.

2.3.9. Formas de Agotamiento de los Muros.

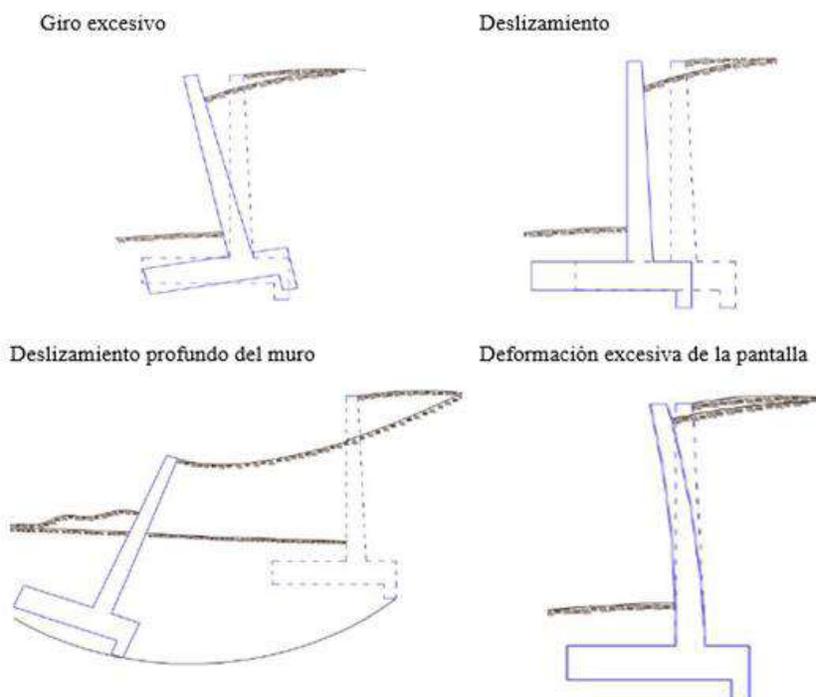
Es uno de los estudios de casos que debemos de controlar al momento del diseño del muro y durante la ejecución de las pruebas en el software ya que la vida útil del muro deberá evitar las siguientes formas de agotamiento:

- Giro excesivo: reblandecimiento del terreno bajo la puntera por corriente de agua inadecuado del drenaje
- Deslizamiento: movimiento lateral del muro

- Deslizamiento profundo del muro: Esta acción es debida a la forma de la superficie de movimiento a una profundidad considerable, de forma regularmente circular. Este tipo de deslizamiento se presenta si existe una capa del subsuelo blando.
- Deformación excesiva de la pantalla: esto se genera cuando los muros son muy esbeltos y la presión de tierra genera esta deformación.
- Rotura por flexión: Esta ruptura puede generarse en la pantalla, el dedo o talón. Las cuantías de los muros generalmente son bajas, la pre – rotura son observables en la cara interna del muro por ende no se logra identificar un tipo de síntoma de aviso de esta rotura.
- Rotura por esfuerzo rasante: Esta rotura se genera en la zona máxima de momento flector y de máximo esfuerzo cortante.

Figura 15

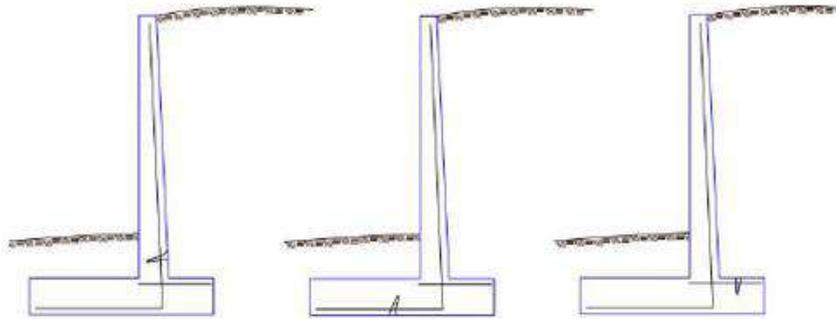
Formas de Agotamiento de los Muros



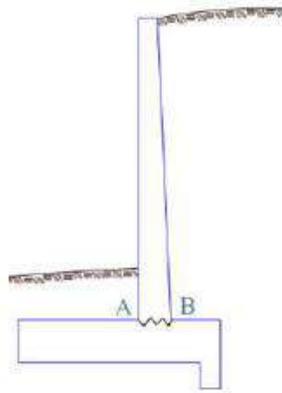
Nota. Tomado de (Suárez Díaz, n.d.)

Figura 16*Formas de Agotamiento de los Muros*

Rotura por flexión



Rotura por esfuerzo rasante

*Nota.* Tomado de (Suárez Díaz, n.d.)

3. Definición de Términos

- Factor de seguridad contra el deslizamiento: Indica el valor mínimo que debe cumplir el diseño un muro de contención o pantalla anclada para garantizar la estabilización de la ladera.
- Intradós: Es la parte exterior de un muro de contención.
- Superficie de falla: Manera en cómo se genera un deslizamiento de remoción en masa de tierra, ya que consta diversas formas de superficies fallas.
- Volcamiento: Es un tipo de deslizamiento que ocurre manera a flexión o por colapso.
- Reptación: Hace referencia a un deslizamiento de material de una manera lenta y difícil de observar a simple vista.
- EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial, la cual tiene como finalidad transformar y planificar a la comunidad de dicho municipio con base a mejoramiento de calidad de vida y desarrollo integral.
- Colindante: Límites comunes con otro ya sea terrenos o construcciones.

4. Metodología

La pasantía se desarrolló en dos temas, Momento uno hace referencia a visitas e inspección de gestión del riesgo y Momento dos verificación y control de viviendas en riesgo de colapso. Estas modalidades se describen en detalle más adelante.

Nota: Los certificados y autorizaciones generadas en el momento 2 está presente en el Apéndice D y E.

4.1 Momento 1 Visitas e Inspección de Gestión del Riesgo

4.1.1 Localización del Proyecto.

Figura 17

Ubicación Visita - Corregimiento Alto Jordán



Nota. Adaptado de Google Earth.

En la figura 17 se visualiza la localización del proyecto en el Corregimiento alto Jordán del municipio de Vélez, Santander con coordenadas $6^{\circ}12' 16''\text{N}-73^{\circ} 44' 55''\text{W}$ se realiza la visita en virtud de la solicitud radicada por la señora Abigail Mateus Caicedo a través del oficio 202200000000163-E, Genaro Serrano Fontecha e Isabel Serrano Fontecha de manera escrita.

Esta es una ubicación de las treinta (38) visitas realizadas en las prácticas empresariales en diferentes zonas del municipio; para el presente proyecto se muestra las acciones ejecutadas en una de ellas y las demás se muestran en los apéndices A, B, C.

4.1.2 Generalidades de la Práctica.

Para realizar las actividades de este momento 1 primero se debía tener en cuenta los aspectos del suelo, del ambiente y climáticos para llevar a cabo las visitas a la comunidad.

El casco urbano y zonas rurales se ha desarrollado bajo condiciones desfavorables, esto debido a la presencia de suelos superficiales blandos o sueltos, que están compuestos con un alto nivel de humedad llegando al límite de saturación de estos suelos; la característica del terreno mencionado anteriormente se encuentra en un estado de poca resistencia con posibilidades de fluir al incrementar la cantidad de agua ya existente, esto con lleva a producir deformaciones y deslizamientos sobre rocas lodosas que están presentes en el terreno municipal.

En el terreno veleño el proceso de falla más común y predominante son los deslizamientos trasnacionales, la cual pueden estar enlazados o acompañados de movimientos de masa por reptación o flujos.

Geológicamente, el área urbana de Vélez se encuentra en su totalidad sobre rocas sedimentarias carbonatadas y esencialmente lodosas, pertenecientes a la unidad lito estratigráfica conocida como formación Paja.

Sobre tales rocas se observan perfiles de meteorización, compuestos por suelos residuales, depósitos coluviales y aluviales; la formación Paja está conformada por limolitas y arcillolitas grisáceas con laminación plano-paralela y fisiles, características que, junto con las variaciones volumétricas de la fracción arcillosa, en respuesta a los cambios de humedad climática, favorecen procesos de meteorización mecánica y química, erosión, micro desprendimientos o deslizamientos planares. A nivel superficial, esta formación se encuentra principalmente recubierta por suelos residuales finos, mediamente susceptibles a movimientos en masa. (Luis & Moncayo, 2017)

Teniendo claro lo anterior, el área urbana del municipio se encuentra una relación entre las características de la roca-suelo y los depósitos coluviales en donde está sujeto a un alto nivel de inestabilidad.

4.1.3 Desarrollo del Proyecto.

Para realizar la evaluación por amenaza ya sea por movimientos en masa o afectación directamente en la estructura de las viviendas, el practicante hizo un estudio previo teniendo presente lo siguientes aspectos:

- El nivel de amenaza de la zona a la que se va a realizar la visita, si es amenaza media, alta o muy alta; esto con el fin de tener presente las características del terreno y realizar un diagnóstico acorde a lo que se vaya observando en la inspección de la visita ocular.
- Durante la visita se debe tener en cuenta la siguientes acciones: Identificar el estado de los elementos estructurales y no estructurales, fisuras o agrietamientos en los muros, filtraciones e infiltraciones en las tuberías, deterioro de los acabados, entre pisos, cubiertas entre otros componentes que sea pertenecientes al predio que se esté manifestando afectaciones.

- Se efectúa actas de visitas en donde se tome las observaciones de lo que está ocurriendo en el predio a visitar, esto con la finalidad de generar una constancia de la inspección a la propiedad y respuesta a la solicitud radicada por el propietario en la oficina de planeación.
- Las actas mencionadas anteriormente deberán estar firmada por el afectado.
- Teniendo la información relevante de la problemática de cada visita plasmada en las actas se procedió generar un informe técnico donde se manifiesta a detalle de lo ocurrido en cada visita con su correspondiente recomendación o conclusión.
- Luego se remite directamente a la secretaria de planeación del municipio (la tutora) quien examinará y aprobará los informes técnicos que se lleguen a realizar, en caso de observaciones el informe será devuelto con el propósito de realizar su debidas correcciones.
- Al ser aprobados los informes técnicos se notifica directamente a los afectados de cada visita la respuesta o recomendación que se halla destinado en cada informe.
- De los informes que se hayan generado se selecciona a las personas que se encuentran en alta vulnerabilidad para que sea socializada en el comité general del departamento de gestión del riesgo.
- Durante el comité con el departamento de gestión del riesgo se determina una alternativa para solventar o mitigar las afectaciones de las personas que se encuentran en alta vulnerabilidad.

El municipio de Vélez cuenta con una estructura del plan para la prevención y la mitigación del riesgo por fenómenos de remoción en masa en el área urbana según el EOT, por tal motivo se debe aplicar y tener en cuenta este plan de prevención al momento de realizar cada visita de acuerdo con las indicaciones de la secretaria de planeación; esta estructura consiste en:

Figura 18

Estructura del Plan Para la Prevención y Mitigación del Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa



Nota. Tomado de (Plan MUNICIPAL DE GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES .Pdf, 2014)

4.2 Momento 2. Inspección y Control de Viviendas en Riesgo de Colapso

4.2.1 Localización.

Figura 19

Ubicación Talud Barrio Santa Teresita



Nota. Adaptado de Google Earth.

Como se muestra en la figura 19 el área de ejecución se encuentra dentro del municipio de Vélez en el departamento de Santander, más específicamente el talud o ladera baja de los barrios Santa Teresita, Ricaurte y San Andresito, sobre la margen izquierda de la vía Nacional 62 que comunica a Barbosa con Vélez.

4.2.2 Generalidades de la Práctica.

Tabla 3

Objeto del Proyecto

Contrato:	9677-ppal001-1200-2021
Objeto:	Realizar la intervención correctiva para mitigar el riesgo por movimientos de remoción en masa, mediante la construcción de obras geotécnicas de prevención, mitigación y estabilización, talud o ladera baja de los barrios Santa Teresita, Ricaurte y San Andresito, municipio de Vélez, departamento de Santander.
Entidad contratante:	UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE (UNGRD).
Valor inicial:	12.959.055.890.00
Plazo:	Ocho (8) meses
Contratista:	UNIÓN TEMPORAL VELMAC R.L. William Gerardo Jaimes Oviedo
Interventor del contrato:	CONSORCIO INTER OBRAS VÉLEZ 2021 R.L. José Neyith Contreras Sandoval
Fecha de iniciación:	07 de diciembre del 2021
Fecha Para Terminar:	07 de agosto del 2022

Nota. Adaptado Secretaría de Planeación.

La obra fue otorgada directamente por la unidad nacional para la gestión del riesgo de desastre (UNGRD), por el motivo que el municipio de Vélez ha declarado cinco puntos de alta inestabilidad y peligrosidad dentro del casco urbano en años anteriores, teniendo cuenta estas zonas de inestabilidad se determinó que el sector del barrio Santa Teresita se es necesario la ejecución de una pantalla anclada con sus respectivos drenes.

Siendo esta obra financiada directamente por UNGRD, la alcaldía municipal solo constará como veeduría durante todo el proceso de ejecución del proyecto y como apoyo en el proceso de certificados, permisos y procesos que estén al alcance de la administración municipal

y de la oficina de planeación, esto con el fin de garantizar la calidad de vida de la comunidad que puede llegar ser afectada y de agilizar el proceso constructivo de la pantalla anclada.

Figura 20

Perímetro del Talud a Intervenir



Nota. Adaptado de Secretaría de Planeación del Municipio de Vélez

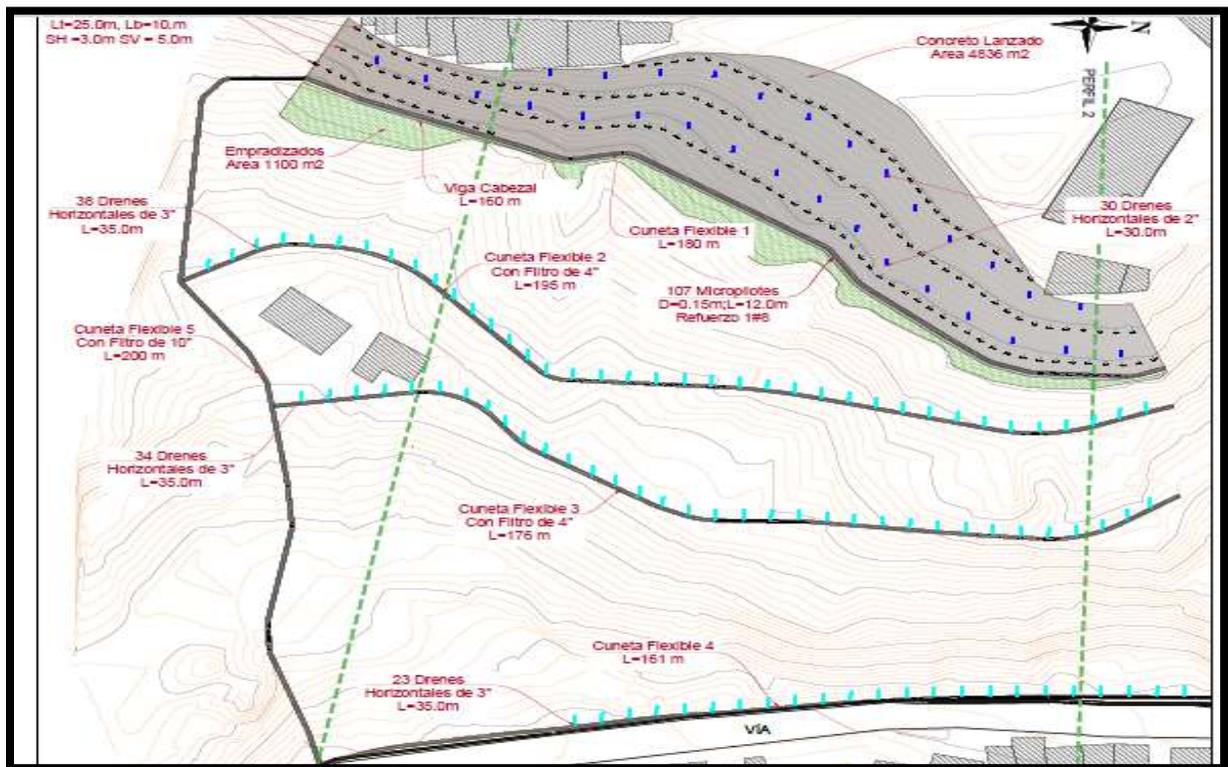
4.2.2.1 Diagnósticos Geotécnicos y Antecedentes. El área de proyecto presenta la problemática de un movimiento en masa con características de un deslizamiento complejo, donde se evidencia hundimiento, reptación y propagación lateral, con actividad progresiva y avance retrogresivo sobre la ladera empinada a la vía de acceso al casco urbano del Municipio de Vélez en sentido Sur-Norte desde el Municipio de Barbosa, la cual corresponde a la vía Nacional 62 que comunica con Barbosa Santander y con la capital Bogotá; la cual presenta varios mecanismos de ruptura tipo rotacional y planar.

4.2.2.2 Finalidad del Proyecto. Consiste en la implementación de obras de prevención, mitigación y estabilización, talud o ladera baja de los barrios Santa Teresita, Ricaurte y San Andresito, municipio de Vélez, Santander; Igualmente se observan elementos geomorfológicos visibles del deslizamiento como su corona, fisuras y escarpes, sobre el cuerpo encontramos fisuras longitudinales y depresiones, estableciéndose como posibles factores condicionantes a la presencia de rocas blandas tipo y suelo residuales con un alto grado de meteorización que produce una pérdida de resistencia al esfuerzo cortante de estos materiales producto de altas precipitaciones e infiltración.

4.2.2.3 Diseño de la Pantalla Anclada con sus Respectivos Drenes.

Figura 21

Diseño de Pantalla con Anclajes

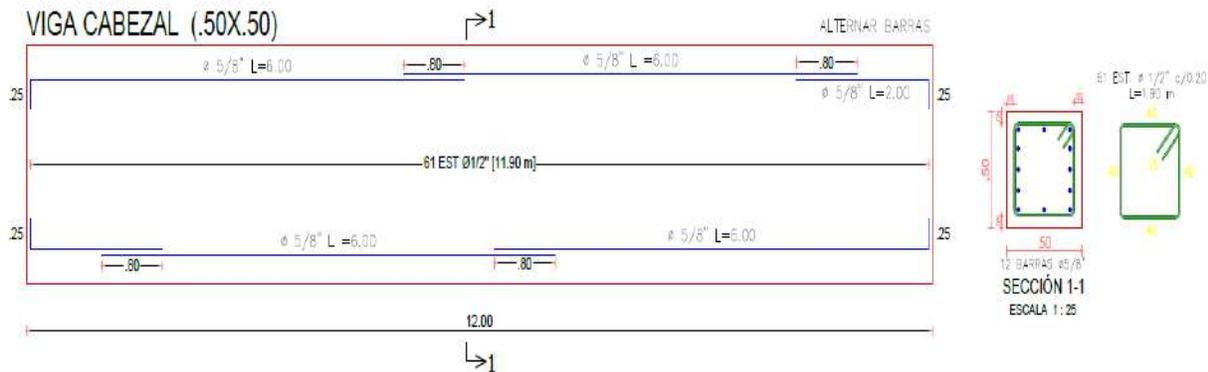


Nota. Tomado de Secretaría de Planeación del Municipio de Vélez

4.2.2.4 Obras de Contención a Utilizar en el Proyecto. Con el fin de mitigar la amenaza y disminuir el riesgo en la que se encuentran las estructuras los contratistas propone en la corona del talud una fila de micropilotes unidos por una viga cabezal. Los micropilotes se plantean de 0.15 metros de diámetro y 12.0 metros de longitud. Como obra adicional y con el fin de estabilizar toda el área del talud, se presentan anclajes de 30 toneladas cada 5.0 metros en sentido vertical y horizontal.

Figura 22

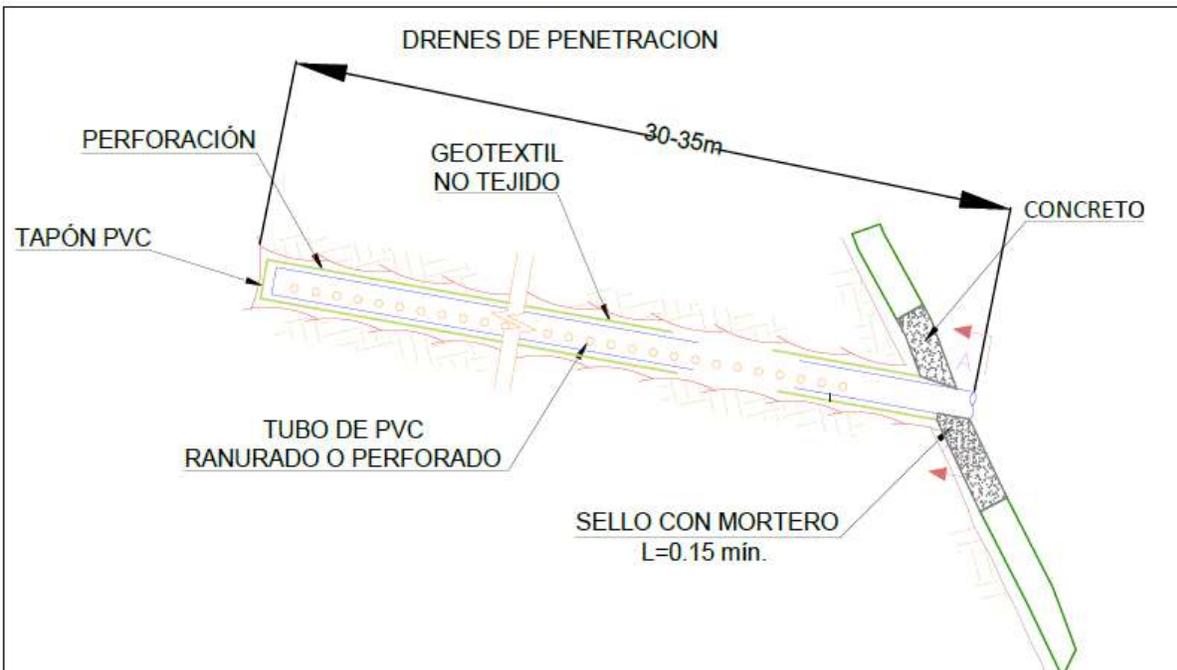
Diseño Viga Cabezal



Nota. Tomado de Secretaría de Planeación del Municipio de Vélez

4.2.2.5 Manejo de Erosión. Con el fin de proteger el talud contra la erosión, se recomienda la instalación de concreto lanzado de 0.10 metros de espesor con refuerzo de malla electrosoldada.

4.2.2.6 Manejo de Sub-Drenaje. Para disminuir la probabilidad de que se presenten niveles freáticos superficiales, que disminuyan los esfuerzos efectivos y aumenten la probabilidad de falla del talud, se propone la construcción de una red de drenes horizontales 2 pulgadas diámetro y de 18.0 metros de longitud en la parte superior donde se proyecta el concreto lanzado y una red de drenes horizontales de 3 pulgadas de diámetro y 35.0 metros de longitud en la parte baja y media del talud.

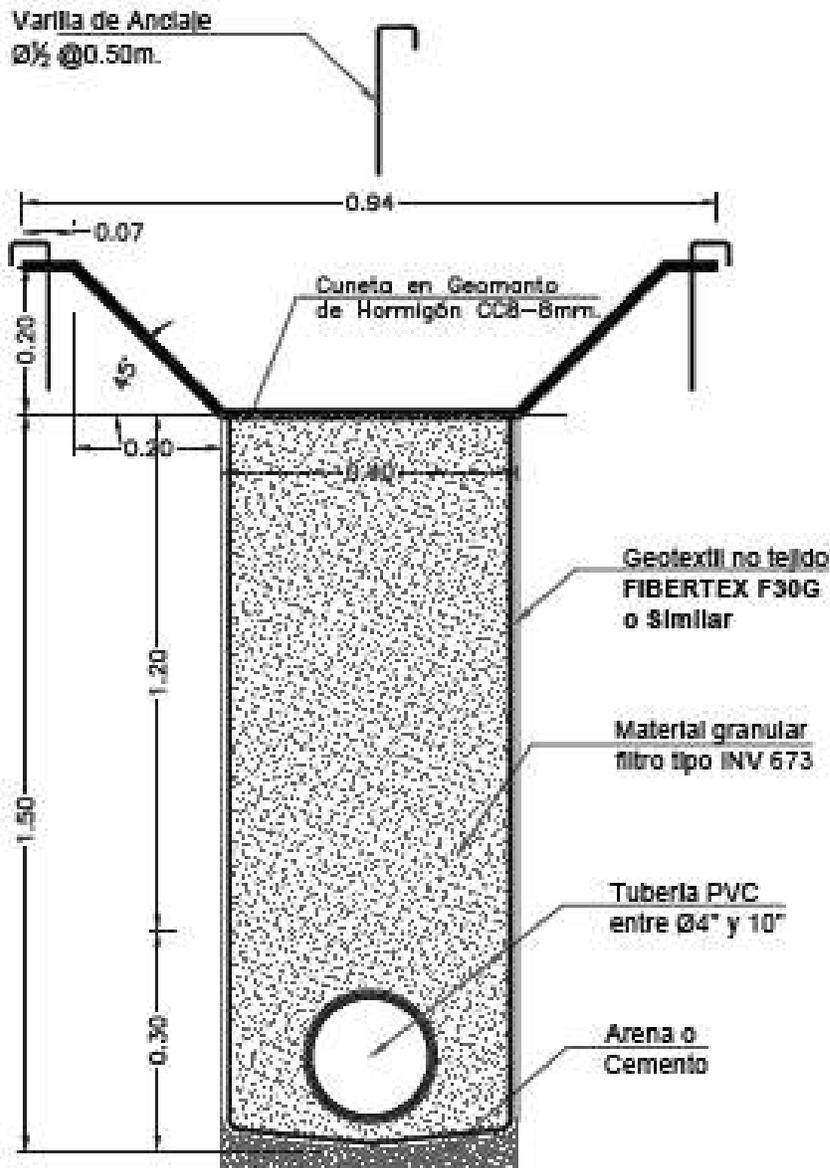
Figura 23*Manejo de Drenajes*

Nota. Tomado de Secretaría de Planeación del Municipio de Vélez

4.2.2.7 Manejo de la Escorrentía. Para el manejo de las aguas de escorrentía recomendaron construir un canal en la corona y base del talud con las siguientes características:

Aconsejaron en construir el canal en Concrete Canvas (Manto de hormigón) hace parte de una nueva clasificación de materiales para la construcción que se denominan Mantos Geosintéticos Compuestos de Cemento (MGCC).

Es un tejido flexible impregnado de concreto que se endurece cuando se hidrata, formando una delgada y durable superficie a prueba de agua y fuego. Esencialmente, es concreto en un rollo. El manto de referencia CC8™ es el material recomendado para la mayoría de las aplicaciones de drenaje.

Figura 24*Drenaje en Sección Transversal*

Nota. Tomado de Secretaría de Planeación del Municipio de Vélez

4.2.3 Desarrollo del Proyecto.

En este proyecto la Secretaria de Planeación me designó las actividades de inspección y control de viviendas de posible colapso con el fin de ayudar y servir a la empresa Unión

Temporal VELMAC en agilizar los certificados de autorización para la intervención de la vía Barbosa – Vélez, autorización para el PMT (Plan de Manejo de Transito), permisos para la conexión y captación de las aguas que van a prevenir del talud.

También se realiza acompañamiento y supervisión a los contratistas en cada una de las viviendas que se encuentran ubicadas en la corona del talud y a las que están alrededor de esta zona inestable, con el propósito de levantar actas de vecindad las cuales tienen como finalidad tener a detalle el estado del sistema estructural a la que está sometida la vivienda antes de iniciar con las perforaciones en el talud para los anclajes y los micro pilotes, en estas actas llevan su respectivo registro fotográfico desde las fachadas de la vivienda y su interior.

En el momento que los contratistas iniciaran con las perforaciones se realizaron actas de seguimiento teniendo como registro las actas de vecindad anteriormente mencionada en donde se plasma cualquier tipo de afectación, agrietamiento o patología en la vivienda, así mismo se efectuaron las respectivas mediciones del tamaño de los agrietamientos que habían cedido debido a las vibraciones generadas por las perforaciones; recolectando estas nuevas actas se procedió a hacer seguimientos cada dos (2) días a estas viviendas pero ya no con el acta de vecindad inicial sino de la última acta de seguimiento para tener la información de que tanto se extendido la grieta o la casa como tal.

Nota: Se hace la aclaración de que estos documentos no se pudieron anexar en el presente proyecto dado que los contratistas no autorizaron hacer uso de material de las actas mencionadas.

Por otra parte, se ha efectuado socializaciones con UNGRD quienes son los contratantes de esta obra, la empresa Unión Temporal VELMAC y la alcaldesa del municipio de Vélez, esto con el fin de dar informe en el estado que se encuentra el proyecto y como lo ha aceptado la comunidad que se beneficiara de esta obra civil.

4.2.4 Registro Fotográfico.

- Socialización con la alcaldesa del municipio de Vélez, la ingeniera representante de la Unidad Nacional de para la Gestión del Riesgo de Desastre (UNGRD) y la empresa Unión Temporal VELMAC. Ver Figuras de la 25 a la 31.

Figura 25

Visita de Inspección de la UNGRD



Figura 26

Visita de Inspección de la UNGRD



Figura 27

Visita de inspección de la UNGRD



Figura 28

Visita de inspección de la UNGRD



Figura 29

Comité con los Contratistas y la UNGRD

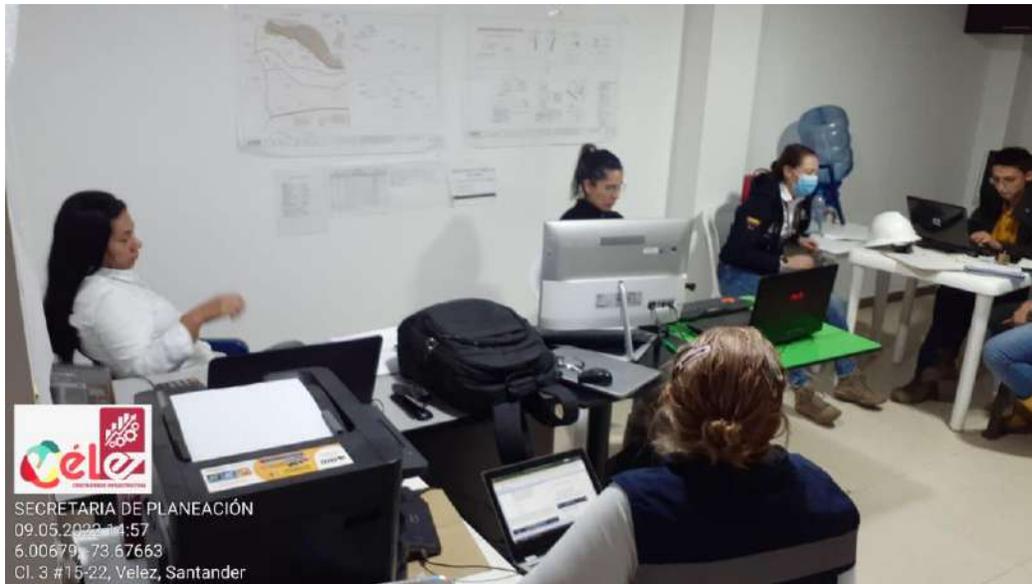


Figura 30

Comité con los Contratistas y la UNGRD



Figura 31

Comité con los Contratistas y la UNGRD



- Evidencia de Seguimiento en el momento de realizar perforaciones en el talud para el micropilotes. Se muestra únicamente registro fotográfico sin incluir las actas dado que el contratista no autorizó como se dijo anteriormente.

Figura 32

Máquina Perforadora y Agrietamiento



Figura 33

Medición de Grietas



Figura 34

Medición de Grietas



- Visita e inspección al talud sobre la cantidad de agua que está escurriendo, demostrando la importancia de la estabilización y drenaje de la ladera.

Figura 35

Visita Técnica del pie de la Zona a Intervenir



Figura 36

Visita Técnica del pie de la Zona A Intervenir



Figura 37

Recolector de las Aguas Provenientes del Talud



- Verificación y revisión de Actas de Vecindad realizadas por la empresa Unión Temporal VELMAC.

Figura 38

Visita de Inspección al Talud



Figura 39

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 40

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 41

Visita al Talud



Figura 42

Visita al Talud



Figura 43

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 44

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 45

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 46

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 47

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 48

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 49

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 50

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 51

Revisión de Actas de Vecindad



Figura 52

Revisión de Actas de Vecindad



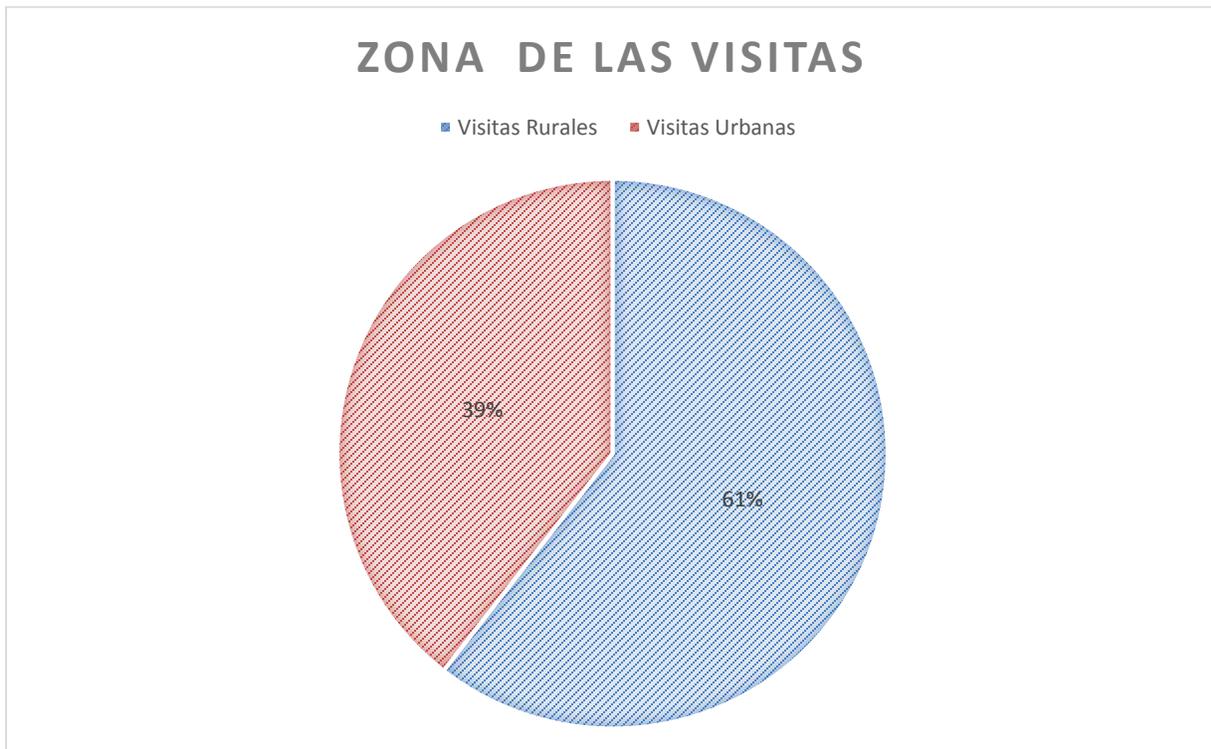
5. Análisis de Resultados

El total de visitas efectuadas en la Secretaría de Planeación del municipio de Vélez-Santander fue de treinta y ocho (38), en donde diecinueve (19) de estas visitas son dirigidas al departamento de gestión del riesgo que involucra remoción en masa; lo que respecta a las dieciocho (18) visitas restantes son correspondientes a la oficina de inspección de policía ya que eran quejas y peticiones de esta dependencia. El porcentaje de visitas realizadas en zonas rurales (23 Visitas) y urbanas (15 visitas) está dada por la figura 53.

Nota: La base de datos generada y usada para tener los datos porcentuales en el análisis de resultados está presente en el Apéndice G.

Figura 53

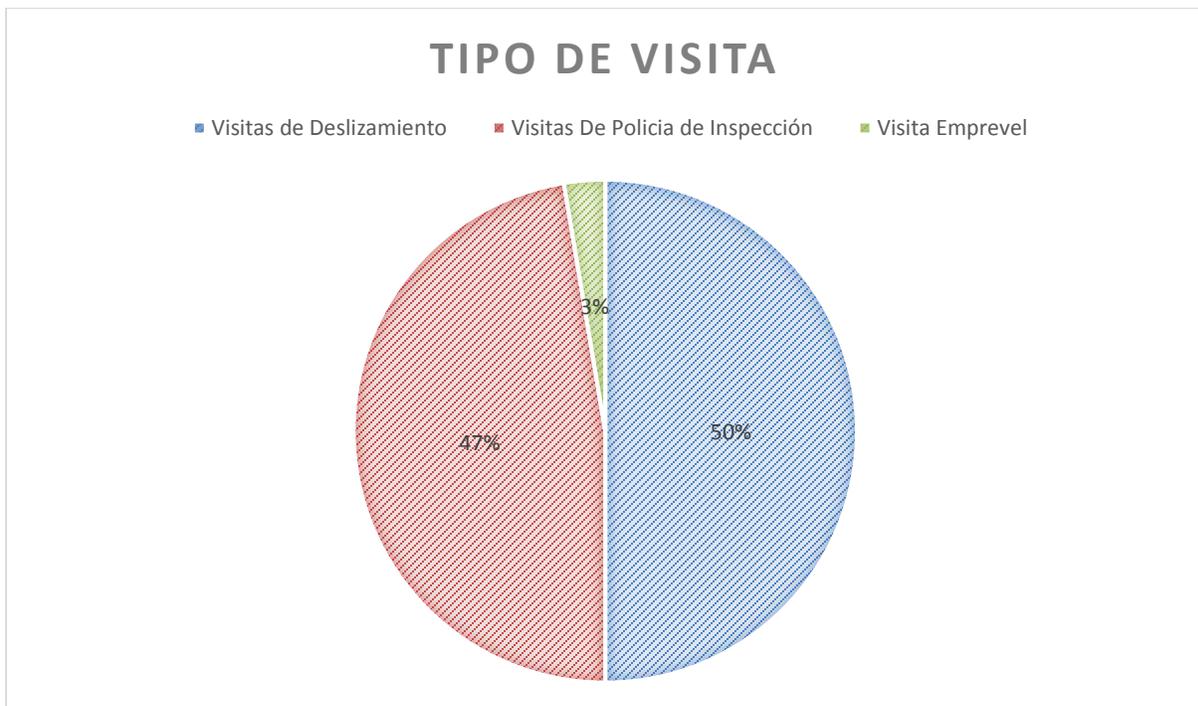
Zona de las Visitas



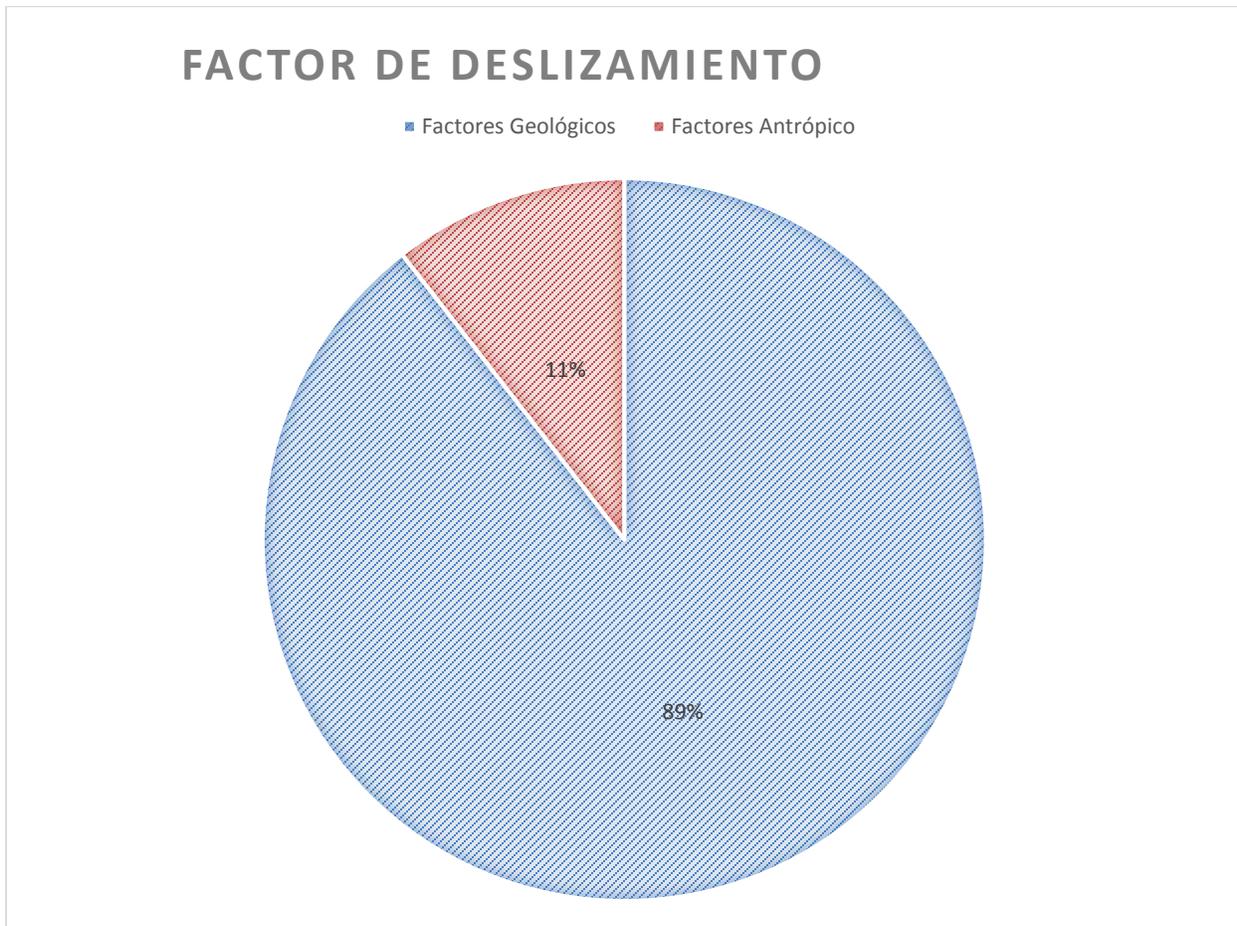
En general el 50% de estas visitas de inspección eran respectivamente por situaciones de remoción en masa, quienes se hacían responsable de esta calamidad era el departamento de gestión del riesgo del municipio; el 47% se dirigía a la oficina de inspección de policía ya que en momento de realizar las visitas la problemática que contemplaban no dependía de un riesgo inminente sino de dificultades de los solicitantes y sus colindantes y el 3% hace referencia a visitas direccionadas a la empresa EMPREVEL quienes son el acueducto del municipio y en el momento es una empresa privada que está a cargo del sistema de alcantarillado a lo que respecta en mantenimiento e intervenciones. Ver figura 54.

Figura 54

Gráfica del Tipo de Visita

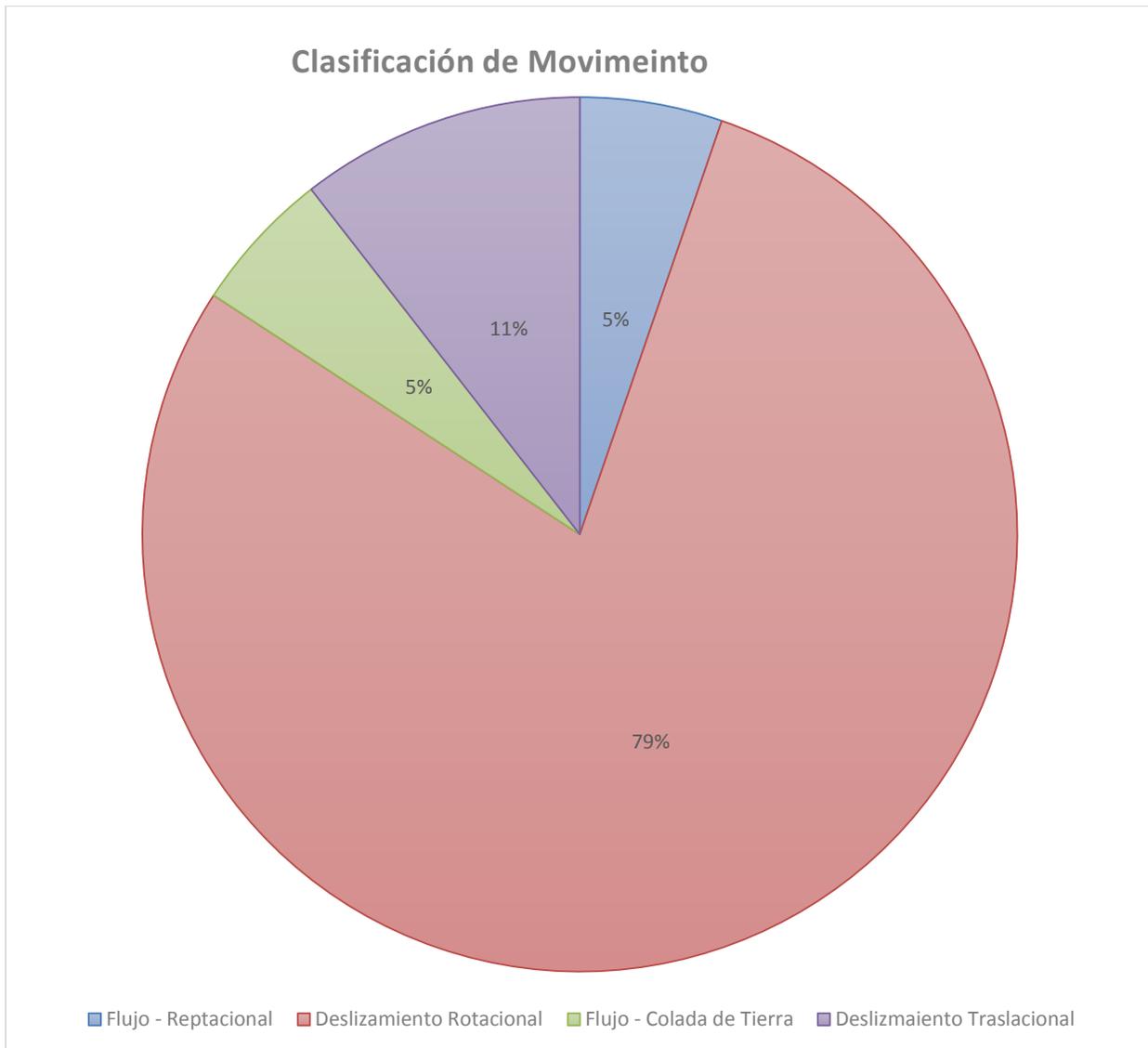


Durante el proceso identificación factor de deslizamiento el más común en esta muestra de visitas son los factores geológicos y factores antrópicos, estos factores antrópicos es a causa de la intervención humana quienes provocan estos derrumbes. Ver figura 55.

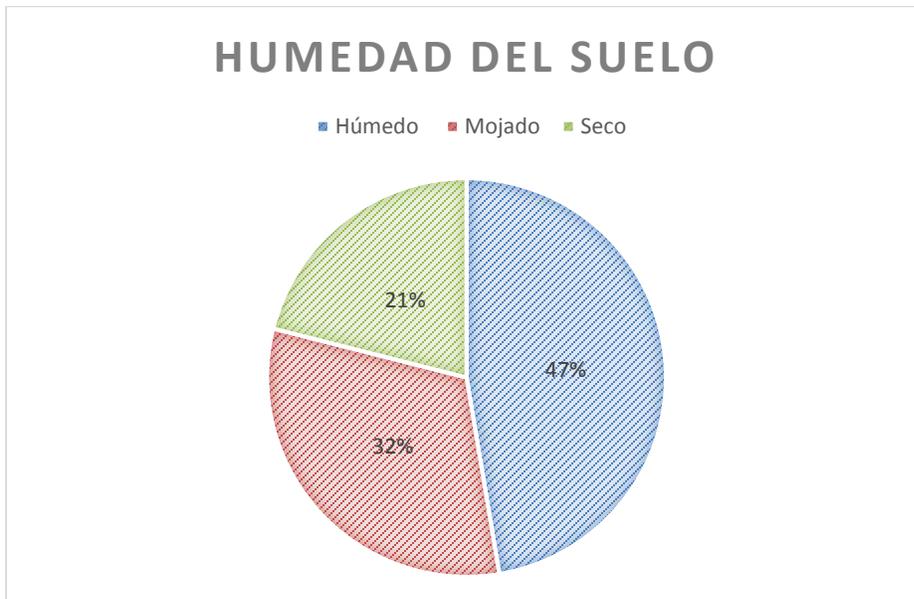
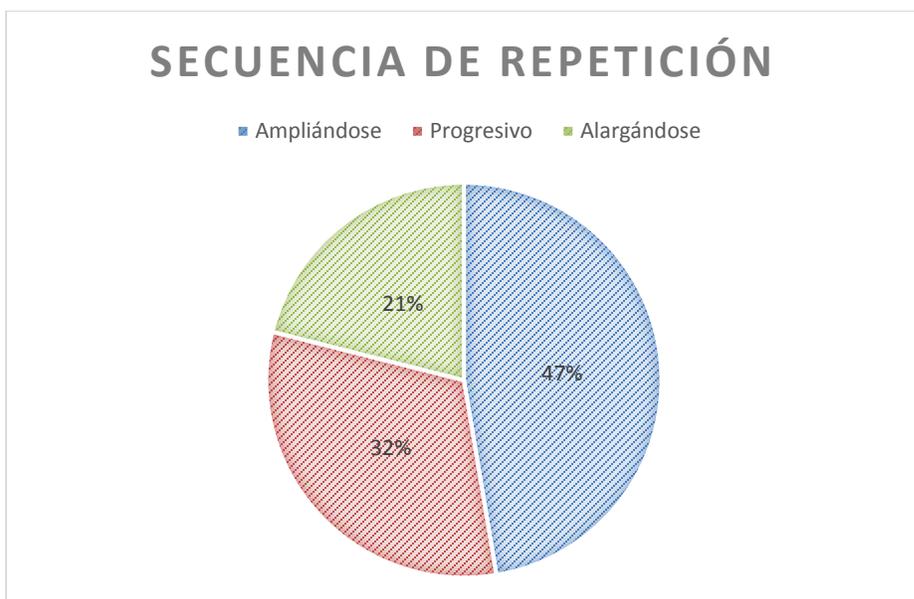
Figura 55*Gráfica de Factor de Deslizamiento*

Se logra identificar cuatro (4) tipos de clasificación de movimientos en donde el más común corresponde a los deslizamientos Rotacional (79%), traslacional (11%), Flujo Reptacional (5%) y Colada de Tierra (5%).

El porcentaje del deslizamiento Rotacional indica que la tierra y la vegetación están siendo gravemente afectadas por el agua y las fuertes lluvias provocadas por la temporada de invierno. Ver figura 56.

Figura 56*Gráfica de Clasificación de Movimiento*

Se encontró en las visitas de deslizamientos el suelo húmedo, mojado y seco en el que tiene mayor dominio es el suelo húmedo presentes en la remoción en masa (ver figura 57.) y la ampliación era la secuencia de repetición más frecuentes en estos deslizamientos, abarcando secuencias de tipo progresivo y alargándose (Ver figura 58).

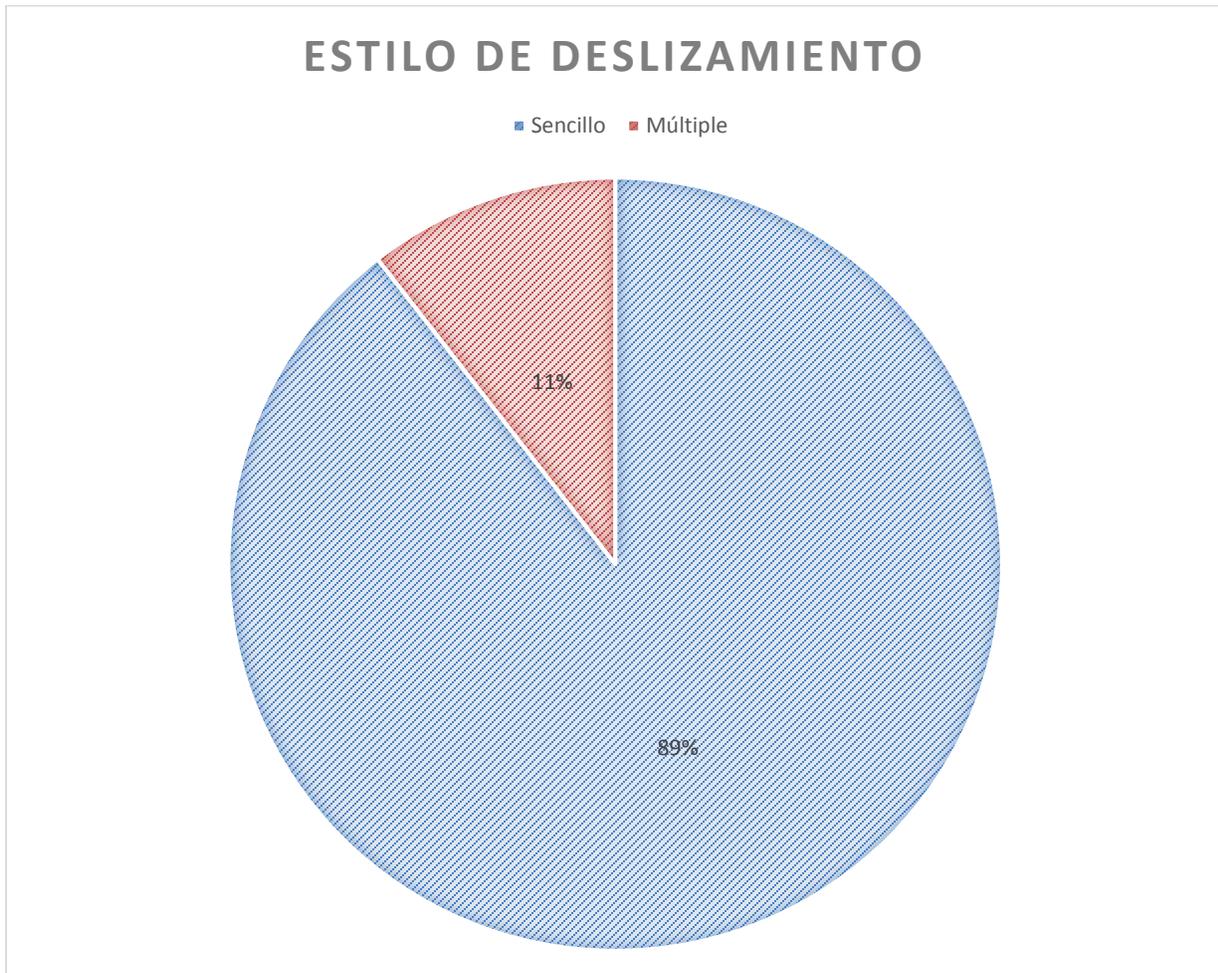
Figura 57*Gráfica Humedad del Suelo***Figura 58***Gráfica Secuencia de Repetición*

Se visualizó estilos de deslizamientos tipo Sencillo y Múltiple, en donde en un 89% es estilo sencillo y el más común ya que consta de un solo tipo de remoción en masa y el múltiple

consta de un 11% quien se puede referenciar varios deslizamientos de magnitud pequeña, pero del mismo tipo de remoción en masa distribuido a lo largo de la zona inestable. (Ver figura 59)

Figura 59

Gráfica Estilo de Deslizamiento



El estado de actividad de corrimiento que se detectó en las visitas es Inactivo que solo ocurre una sola vez y queda inactivo; lo que respecta a un cuarto de las inspecciones sobresalió el estado suspendido que en el momento está inactivo, pero en diferentes horas del día se generan nuevamente la remoción en masa de manera lenta. (Ver figura 60)

Figura 60

Gráfica Estado de Actividad

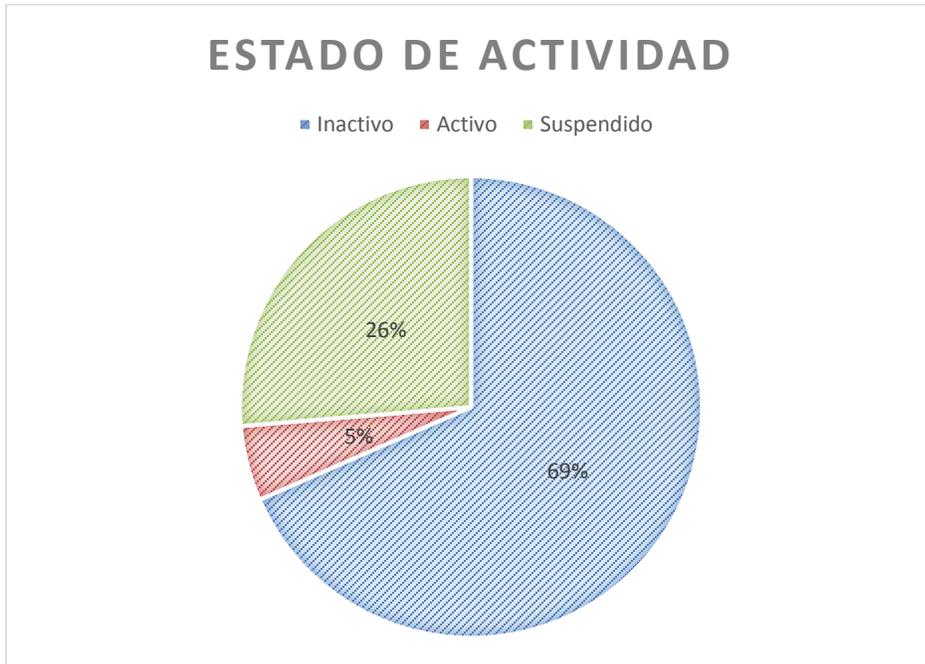
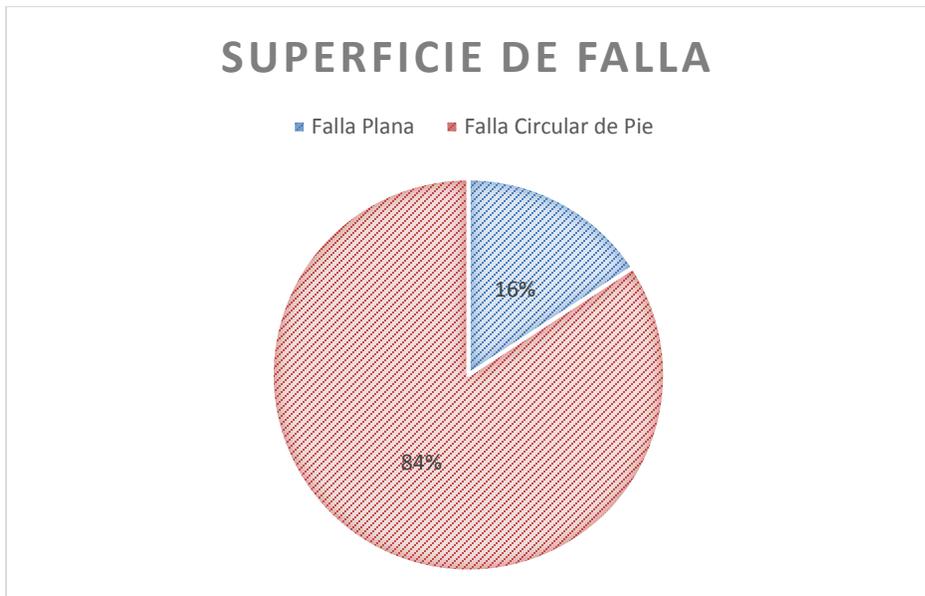


Figura 61

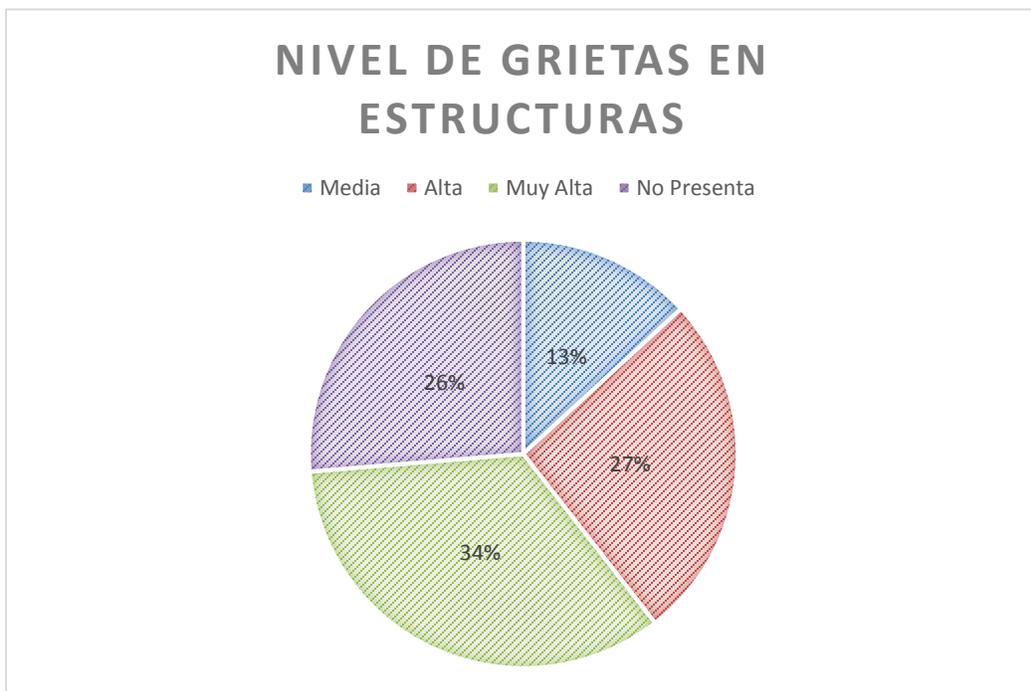
Gráfica Superficie de Falla



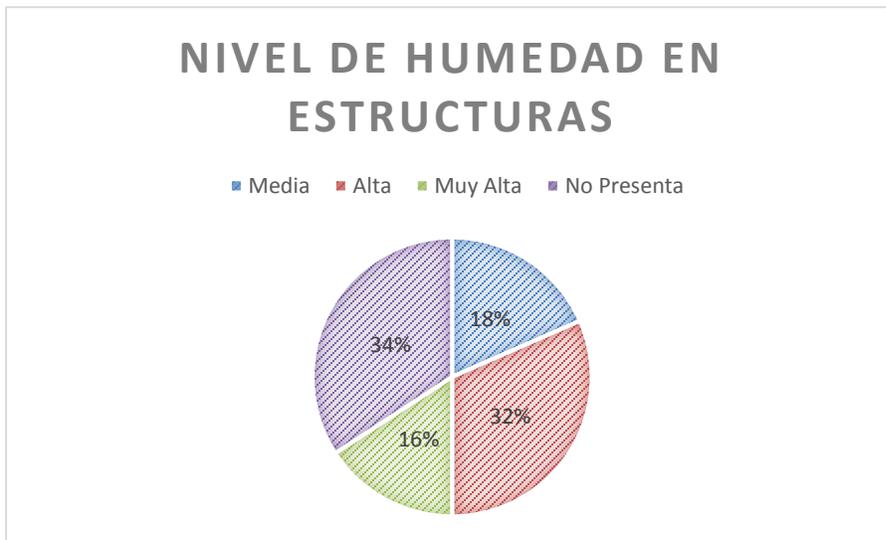
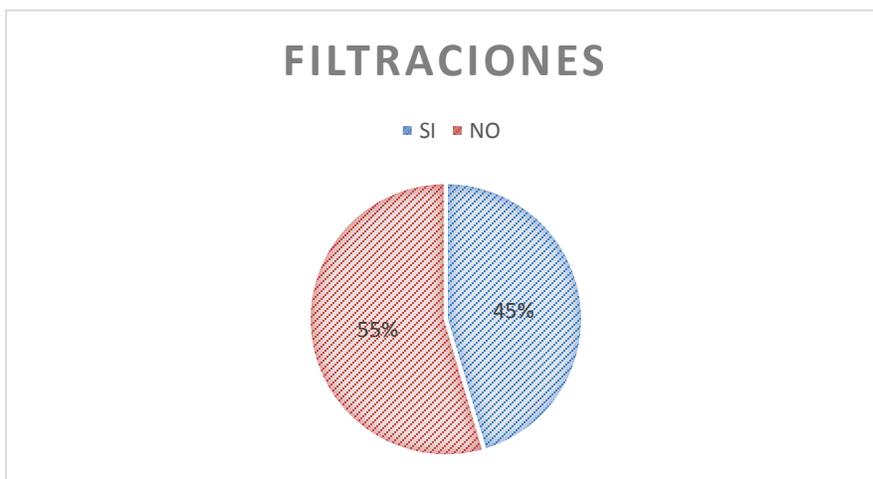
De las treinta y ocho (38) visitas se visualizó que en cada vivienda o estructura referente a inspección contaban con grietas y el 13% no presentaban estos fenómenos ya sea por motivos que cumplía el proceso normativo o que simplemente no la manifestaban. En lo que se refiere a los niveles de medición media de los agrietamientos indica que no están afectando directamente la estructura, el nivel alto perjudica levemente a la estructura con posibilidades de intervenir o reforzarla y muy alta son grietas que son de gran magnitud sin poder intervenir en ella. (Ver figura 62)

Figura 62

Nivel de Grietas en Estructuras



Un 32% de las visitas oculares muestra una alta humedad en las estructuras identificadas en las prácticas empresariales (Ver figura 63), acompañada de deterioro y moho la cual ayuda a disminuir su tiempo de utilidad, estas humedades también fueron causadas por el hecho que había presencia de filtraciones (Ver figura 64).

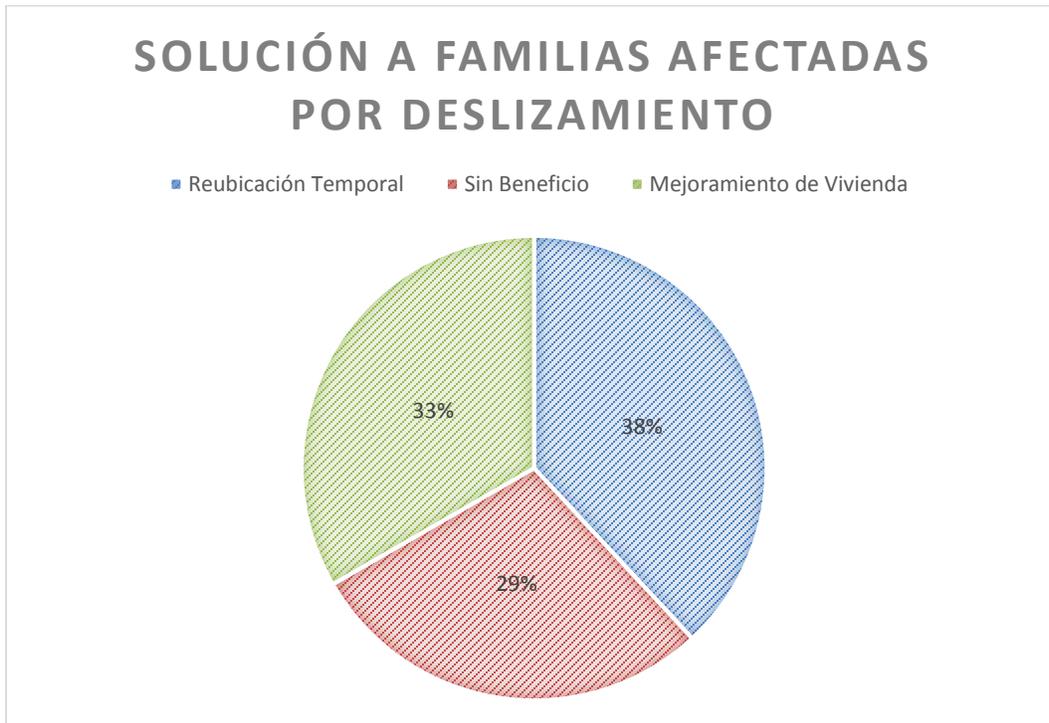
Figura 63*Nivel de Humedad en Estructuras***Figura 64***Filtraciones*

La ayuda ofrecida por el departamento de gestión del riesgo otorgó reubicación temporal 38% de familias afectadas por deslizamientos que dejaron inhabitables las viviendas y un 33%

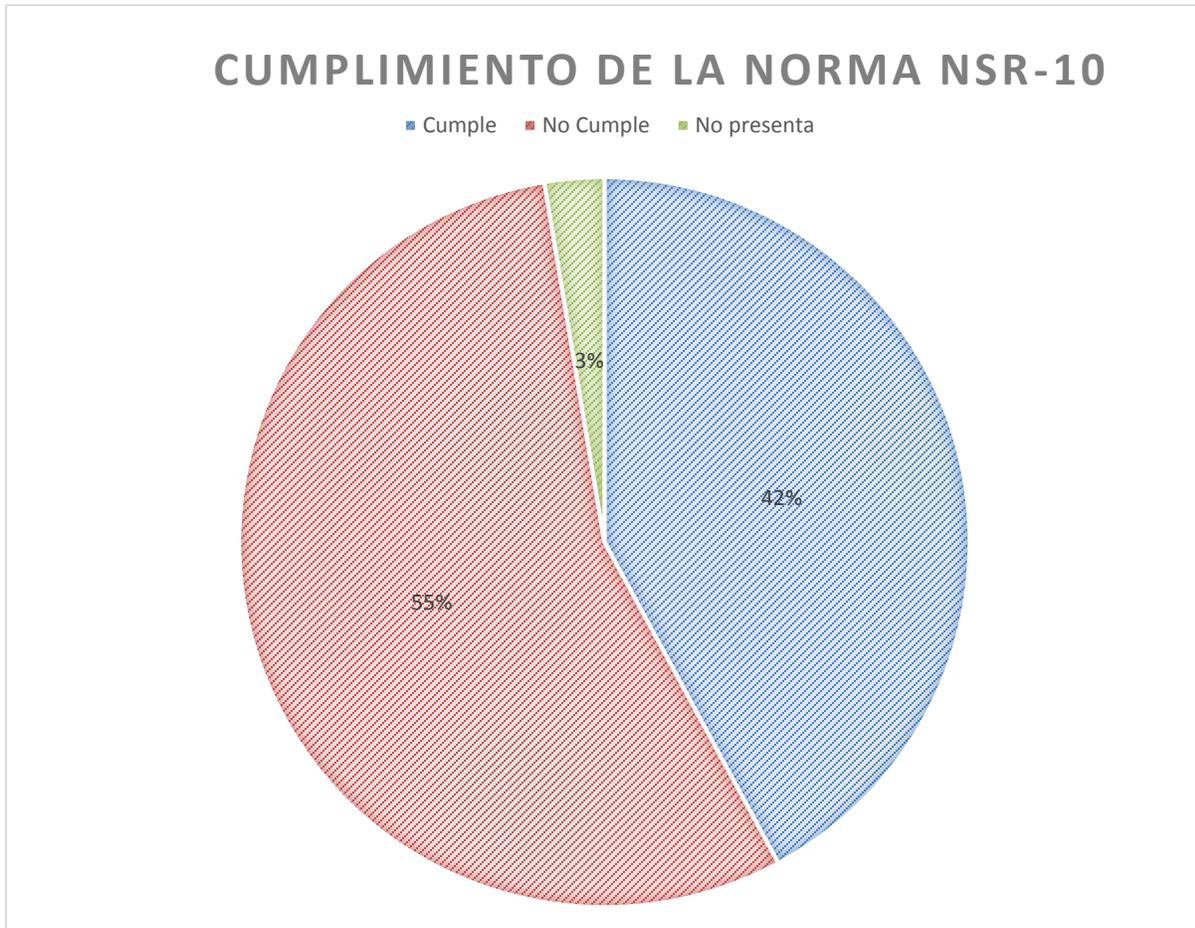
con un mejoramiento de vivienda a las familias que sufrieron daños en su estructura debido a fenómenos naturales. (Ver figura 65)

Figura 65

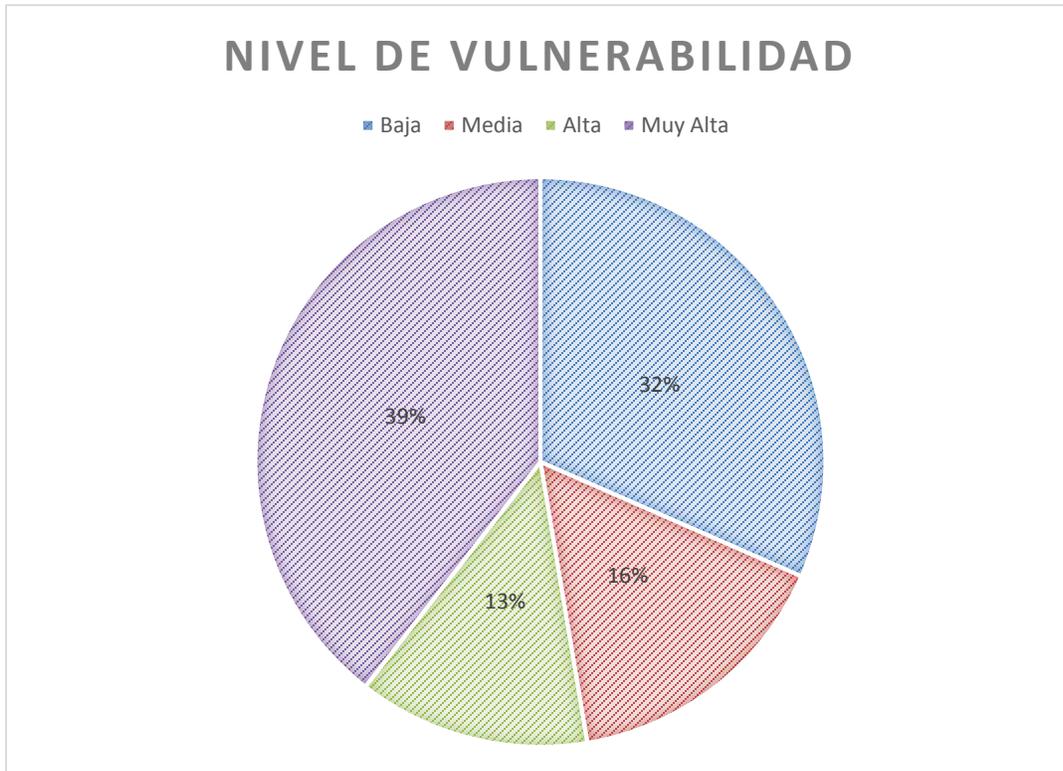
Solución a Familias Afectadas por Deslizamiento



El cumplimiento de la NSR-10 relacionada con la elaboración o ejecución de viviendas no cumplen con el reglamento mencionado anteriormente ya que no cuenta con un sistema constructivo adecuado, de las visitas realizadas el 55% No cumplen el sistema constructivo sismo resistente para viviendas, puentes, recolectores de agua u otras estructuras; el primordial error y el más común son las columnas que no están hechas de concreto reforzado sino de montículos de ladrillo macizo que ejerce la función de distribuidor de cargas vivas y muertas, tampoco cuentan con una cimentación y las placas de estos hogares estaba expuesta los refuerzos indicándonos que hubo un mal vibrado y un mal golpeo para cimentar la mezcla.(Ver figura 66).

Figura 66*Cumplimiento de Norma NSR-10*

En el análisis del nivel de vulnerabilidad está abarcando una muestra de las 38 visitas efectuadas ratificando que en este análisis va de la mano con visitas correspondiente a inspección de policía, EMPREVEL y gestión del riesgo; teniendo en cuenta que para determinar el nivel de riesgo se tuvo en cuenta los fenómenos de agrietamiento, humedad, filtraciones y cumplimiento de sistema constructivo añadiendo si en la zonas inspeccionadas involucran deslizamientos de gran magnitud dejando un 39% de muy alta vulnerabilidad y esto ocurre en zonas rurales y nivel alto.(Ver figura 67)

Figura 67*Nivel de Vulnerabilidad*

Lo que respecta a la elaboración y control de informes técnicos se comprende que para dar una respuesta definitiva se debe tener en cuenta los aspectos y los alcances en que la alcaldía municipal pueda brindar apoyo, esto está dado por los fondos económicos que tenga al alcance la administración y si están viabilizados para invertir en subsidios de reubicación de viviendas, en el mejoramiento de vivienda o subsidios monetarios; los programas asignados para la gestión del riesgo anteriormente mencionados son limitados por motivos que el presupuesto destinado para esto es muy escaso, abarcando pocas familias que se encuentran en vulnerabilidad, de tal manera esto genera conflicto y disgustos en la comunidad veleña ya que más del 20% de las personas a quienes se les hizo visita e informe durante las prácticas empresariales no estaban de acuerdo con las contestaciones manifestadas en el documento.

De acuerdo con los informes técnicos socializados con los representantes del comité de gestión del riesgo del municipio, se hace con el propósito de transmitir lo sucedido en diversos puntos del casco urbano o zonas rurales, en donde se debate los eventos ocurridos de manera natural o antropogénica no intencional, la cual identifica las condiciones de vulnerabilidad a la que están sometidas, esto se hace con el propósito de brindar protección a la población municipal, mejorar la seguridad, el bienestar y calidad de vida; en dicho momento el comité deberá tomar una decisión de aprobación o negación de intervenir los riesgos acontecidos, para consiguiente declarar o no un calamidad pública que hace referencia a la ley 1523 del 2012.

6. Conclusiones

- De las 38 visitas efectuadas 17 de ellas fueron dirigidas al departamento de inspección de policía representando el 47% de todas las inspecciones, estos casos contemplaban situaciones de quejas de los propietarios hacia sus colindantes, invasión de espacio público y agrietamientos por motivos de daños generados por terceras personas.
- De acuerdo a la muestra de las 19 visitas realizadas a través de la entidad responsable del departamento de gestión del riesgo que involucran remoción en masa, se interpreta que los deslizamientos más comunes en el territorio municipal son de tipo rotacional (79%) que en su mayoría el terreno se encuentra en estado húmedo (47%) y su secuencia de repetición es de tipo ampliándose (47%) que nos indica que a medida que se va deslizando la ladera este va creciendo en sus laterales, llevando con esto un estilo sencillo (89%) de deslizamiento en donde sólo se identifica un tipo de remoción en masa con un estado de inactividad del 69% y una superficie de falla predominante de estilo circular de pie (84%).
- Las grietas presenciadas en las 38 visitas oculares muestra un 55% de incumplimiento para la ejecución de un sistema constructivo sismo resistente que contempla la normatividad NSR-10, este incumplimiento hace que las columnas, las vigas y las paredes sea el factor más común en estas inspecciones ya que no cumplen la normatividad haciendo llegar a su punto máximo de resistencia y a causa de esto se generan los agrietamientos llegando a producir colapsos en algunos sectores de la estructura o en su totalidad.
- El nivel de vulnerabilidad identificado en el transcurso de las prácticas empresariales indica un 39% de riesgo de nivel alto, dejando a 19 familias afectadas donde se encuentran sometidos a remoción en masa en su propiedad, fallas o pérdidas en la estructura de las viviendas generando una exposición de inseguridad contra la vida de las personas que llegue

habitar en ese sistemas constructivo que presenta patologías como son los grietas, la humedad, filtraciones e incumplimiento de la NSR-10; estas familias están beneficiadas por subsidios de reubicación temporal interviniendo a 61 personas que contemplan las 19 familias mencionadas anteriormente.

- Tras el análisis de todas la visitas realizadas en el tiempo transcurrido de las prácticas empresariales se reconoce lo fundamental que es tener el conocimiento técnico que fue adquirido para comprender el motivo de las afectaciones generadas alrededor de la comunidad y a través de nuestra cognición técnica e ingenieril de poder influir con un dictamen que mitigue o mejore la calidad de vida de las personas, siempre con el propósito de intentar solventar las problemáticas a la que pueden estar expuestos.

- En relación a los informes generados se concluye que el 61% de los deslizamientos y afectaciones se centran en las zonas rurales la cuales construyen de manera inadecuada, sin estudio de suelos y sin las licencias de construcción necesarias para llevar a cabo sus obras, teniendo claro que estas licencias no tiene ningún costo en estos lugares; la administración municipal lo hace con el fin de que presenten un sistema constructivo adecuado y garantice la calidad de vida de sus hogares en esos sectores.

- Se ejecutó reuniones de emergencia de gestión del riesgo ante los integrantes de esta comisión quienes atendieron las afectaciones en las zonas rurales y escucharon la problemática expuesta por el autor de los informe, para que así este grupo de personas tomaran una decisión del como solventar las situaciones de alto riesgo.

7. Recomendaciones

Se recomienda a la Oficina de Planeación disponer de más personal para distribuir las actividades a cada uno de los ingenieros, esto con el fin de agilizar la papelería que se llegue acumular y tener una mayor productividad en la oficina ya que los ingenieros presentes cuentan con bastantes responsabilidades por cumplir y sería acorde que ingresaran más integrantes para halla una buena distribución de funciones.

Referencias Bibliográficas

Calavera, J. (1987). *Muros de contención y muros de sótano*. 2, 307.

chuchon, ronald canchari. (n.d.). *Diseño De Muros*. Retrieved September 23, 2021, from

https://www.academia.edu/35147536/DISEÑO_DE_MUROS

Corominas, J. (2004). Tipos De Rotura En Laderas Y Taludes. *Ingeniería Del Terreno Ingeoter4*, 1989, 191–213.

<http://www2.etcg.upc.edu/asg/Talussos/pdfs/ClasificacionDeslizamientos.pdf>

Das, B. M. (2008). (16) (PDF) *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M Das / Elizabeth barragan - Academia.edu*. 2008.

https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das

Díaz, J. S., & Civil, E. D. I. (2009). *Técnicas de Remediación*.

Geología, M. &. (2006). Tipología de movimiento de masas desarrollados en el territorio de Moa, Cuba. *Minería & Geología*, 22(1), 16.

GEOLOGIAWEB. (2010). *Tipos de rotura en taludes, rotura en suelos, rotura en rocas o macizos*. <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/tipos-rotura-taludes/>

Historia de Los Muros de Contención | PDF | Ingeniero civil | Ingeniería de Edificación. (n.d.).

Retrieved September 26, 2021, from <https://es.scribd.com/document/253942037/Historia-de-Los-Muros-de-Contencion>

J. Pérez & A. Gardey. (2014). *Definición de talud - Qué es, Significado y Concepto*.

<https://definicion.de/talud/>

Luis, F., & Moncayo, G. (2017). *Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa en el municipio de Vélez*.

- Muros de contención: Definición y características – Arcux.* (n.d.). Retrieved September 26, 2021, from <https://arcux.net/blog/muros-de-contencion-definicion-y-caracteristicas/>
- NSR-10. (2010). Nsr 10 Título H — Estudios Geotécnicos. *Reglamento Colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente- NSR-10*, 72.
- Ordoñez, A. (n.d.). *los muros de contención son elementos estructurales diseñados para - StuDocu.* Retrieved September 23, 2021, from <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/estructuras/los-muros-de-contencion-son-elementos-estructurales-disenados-para-contener/15829872>
- PLAN MUNICIPAL DE GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES .pdf.* (2014).
- Suárez Díaz, J. (n.d.). *Deslizamientos. Análisis geotécnico Vol. 1.* www.erosion.com.co
- Vélez, Santander - Viajar en Verano.* (n.d.). Retrieved May 22, 2022, from <https://www.viajarenverano.com/velez-santander/>

Apéndices

Apéndice A. Informes Técnicos de Gestión del Riesgo del Municipio de Vélez – Santander, realizados en la práctica empresarial Parte 1.

Apéndice B. Informes Técnicos de Gestión del Riesgo del Municipio de Vélez - Santander, realizados en la práctica empresarial Parte 2.

Apéndice C. Registro Fotográfico de Visitas y Reuniones de Gestión del Riesgo del Municipio de Vélez – Santander.

Apéndice D. Certificados generados para la empresa Unión Temporal VELMAC.

Apéndice E. Autorización para usar informes de gestión de riesgo perteneciente a las prácticas empresariales del Municipio de Vélez – Santander.

Apéndice F. Misión Visión de la Alcaldía del Municipio de Vélez- Santander.

Apéndice G. Inventario de identificación de Vulnerabilidad Vélez - Santander