	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	<small>Documento</small> <b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<small>Código</small> <b>F-AC-DBL-007</b>	<small>Fecha</small> <b>10-04-2012</b>	<small>Revisión</small> <b>A</b>
	<small>Dependencia</small> <b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<small>Aprobado</small> <b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<small>Pág.</small> <b>1(67)</b>

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JAVIER LEONARDO AREVALO URIBE
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL
DIRECTOR	JUAN CARLOS RODRIGUEZ
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS DEL RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DEL CARMEN NORTE DE SANTANDER

### RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EN EL PRESENTE TRABAJO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍA, SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA EN EL MUNICIPIO DEL CARMEN EN EL SECTOR DONDE SE UBICA EL CERRO SAGRADO. SE RECOLECTA INFORMACIÓN PARA VERIFICAR EL PROBLEMA Y DETERMINAS LAS ZONAS MÁS VULNERABLES ANTE ESTE FENÓMENO Y SE UTILIZA LA HERRAMIENTA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (QGIS) PARA LOCALIZAR EL MUNICIPIO DE ESTUDIO Y LAS ZONAS SUSCEPTIBLES YA OBTENIENDO RESULTADOS SE MENCIONAN PROCESOS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN PARA ESTA ZONA Y QUE LAS ENTIDADES COMO LA ALCALDÍA Y LA CAR IMPLEMENTEN DICHAS ESTRATEGIAS PARA QUE EL DAÑO SE MITIGUE JUNTO A EL RIESGO EXISTENTE Y ASÍ MISMO SE CONTRIBUYE EN LA PARTE AMBIENTAL Y SOCIAL.

### CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS:	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:
----------	---------	----------------	---------

**ANALISIS DEL RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA EN LA ZONA  
URBANA DEL MUNICIPIO DEL CARMEN NORTE DE SANTANDER**

**Autor:**

**JAVIER LEONARDO AREVALO URIBE**

**Plan de trabajo de pasantías presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Ambiental**

**Director**

**JUAN CARLOS RODRIGUEZ OSORIO**

**Ingeniero Ambiental**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE**

**INGENIERIA AMBIENTAL**

**OCAÑA**

**2019**

<b>Capítulo 1. Análisis Del Riesgo Por Remoción En Masa En La Zona Urbana Del Municipio Del Carmen Norte De Santander</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Descripción de la corporación autónoma regional de la frontera nororiental</b>	11
<b>1.1.1 Misión.</b>	12
<b>1.1.2 Visión.</b>	12
<b>1.1.3. Objetivos generales corporativos.</b>	12
<b>1.1.2.1 Política de Gestión Integral HSEQ</b>	12
<b>1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.</b>	16
<b>1.1.5 Descripción de la dependencia en la cual fui asignado.</b>	17
<b>1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia en la cual fui asignado</b>	18
<b>1.3. Planteamiento del problema</b>	19
<b>1.4. Objetivos</b>	20
<b>1.4.1. Objetivo general.</b>	20
<b>1.4.2. Objetivos específicos.</b>	20
<b>1.5. Descripción de las actividades a desarrollar</b>	21
<b>CAPITULO 2. ENFOQUES REFERENCIALES</b>	<b>23</b>
<b>2.1. ENFOQUE CONCEPTUAL</b>	23
<b>2.2. ENFOQUE LEGAL</b>	26
<b>Capítulo 3. Informe De Cumplimiento De Trabajo</b>	29
<b>Capítulo 4. Diagnostico final</b>	54
<b>Capítulo 5. Conclusiones</b>	55
<b>Capítulo 6. Recomendaciones</b>	56

Figura 1. Política de gestión integral de corpornor .....	13
Figura 2. Sistema nacional ambiental .....	14
Figura 3. Estructura organizacional de CORPONOR.....	14
Figura 4. Transversal Panamericana Tibú .....	31
Figura 5. Mapa de ubicación del municipio del Carmen .....	33
Figura 6. Mapa de la zona de estudio .....	34
Figura 7. Sistemas tradicionales de construcción .....	35
Figura 8. Levantamientos de muros y viviendas construidas con la técnica de tapia pisada.....	36
Figura 9. bahareque embutido y bahareque hueco.....	37
Figura 10. Fotografías viviendas .....	38
Figura 11. Mapa de drenajes de la zona de estudio .....	39
Figura 12. Mapa de amenazas por remoción .....	41
Figura 13. Labores de perfilado de un talud de cenizas volcánicas .....	42
Figura 14. El perfilado del talud .....	44
Figura 15. Impermeabilización de una zona inestable con geotextil no tejido y asfalto .....	46
Figura 16. Talud de un terraplén con establecimientos de vegetación nativa de la zona. ....	52

## Lista de tablas

Tabla 1. Diagnóstico Inicial de la dependencia donde será desarrollada la pasantía.....	18
Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar durante el proceso de pasantías .....	21
Tabla 3. Coordenadas del municipio del Carmen .....	32
Tabla 4. Características de las viviendas .....	38

### **Listado de Apéndice**

Apéndice A. **Visitas al municipio del Carmen, Norte de Santander.**

**57**

**RESUMEN**

En el presente trabajo bajo la modalidad de pasantía, se presentan los resultados del análisis de riesgo por remoción en masa en el municipio del Carmen en el sector donde se ubica el Cerro Sagrado, existen diversos elementos de riesgo en el cerro; causa que esta zona sea vulnerable a procesos de remoción en masa, colocando en peligro la vida de los habitantes y sus bienes.

Se recolecta información para verificar el problema y determinas las zonas más vulnerables ante este fenómeno y se utiliza la herramienta información geográfica (QGIS) para localizar el municipio de estudio y las zonas susceptibles ya obteniendo resultados se mencionan procesos de mitigación y estabilización para esta zona y que las entidades como la alcaldía y la CAR implementen dichas estrategias para que el daño se mitigue junto a el riesgo existente y así mismo se contribuye en la parte ambiental y social.

## **INTRODUCCION**

Los fenómenos de remoción de masa comúnmente llamados deslizamientos o derrumbes forman una de las causas más frecuentes de desastres en Colombia y por lo cual genera una amenaza para la zona afectada por este fenómeno y para los habitantes que se encuentran en dichas zonas.

Esto se genera por varios factores especialmente el crecimiento desmesurado de la población lo cual crean asentamientos en las laderas de los cerros y que la población haga un mal uso de los recursos naturales que se encuentran dentro en los cerros, acelerando así la ocurrencia de eventos en remoción en masa por lo que genera una alta vulnerabilidad para la comunidad.

La problemática expuesta anteriormente se ve reflejada o evidenciada en el municipio del Carmen de norte de Santander por lo cual este trabajo consta hacerle análisis del riesgo en remoción en masa y para el cumplimiento de este se realiza una base de documentos, visitas de oculares y así mismo se hace la respectiva georreferenciación de información recolectada por lo cual se identifica los escenarios de vulnerabilidad dentro del área de estudio.

Finalmente se obtiene un conocimiento veraz en la información de remoción en masa en la zona rural del municipio del Carmen donde se mencionan diversas estrategias para la mitigación de los impactos que genera este fenómeno para la comunidad y las entidades de gestión del riesgo como es la Alcandía y la Corporaciones autónomas regionales.

## **Capítulo 1. Análisis Del Riesgo Por Remoción En Masa En La Zona Urbana Del Municipio Del Carmen Norte De Santander**



### **1.1. Descripción de la corporación autónoma regional de la frontera nororiental**

La corporación autónoma regional de la frontera Nororiental CORPONOR fue creada mediante decreto 3450 del 17 de Diciembre del año 1983, durante el gobierno de Belisario Betancourt, como corporación de desarrollo cuyo objetivo principal era encausar, fomentar, coordinar, ejecutar y consolidar el desarrollo económico y social de la región comprendida dentro de su jurisdicción y con algunas funciones de administración de los recursos naturales y del Medio Ambiente, Diez (10) años después, con la expedición de la Ley 99 de 1993, la Corporación transforma sus funciones, pasando a ser una Corporación Autónoma Regional, teniendo como jurisdicción el Departamento Norte de Santander y cuya función principal es la de ejercer como máxima autoridad ambiental del Departamento, de acuerdo con las normas y directrices trazadas por el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La jurisdicción de CORPONOR es el Departamento Norte de Santander que comprende una extensión de 21.658 Km<sup>2</sup>, que representa el 1.9% del total del País. Su área de trabajo abarca cuarenta (40) municipios en donde desarrollan sus actividades cerca de 1'140.000 Habitantes, distribuidos en tres (3) cuencas hidrográficas: La Cuenca del río Catatumbo, la Cuenca del río Arauca y la Cuenca del río Magdalena. La Corporación para la administración de su territorio está dividida en cuatro regiones: Cúcuta, sede principal; Ocaña, Pamplona y Tibú, denominadas Direcciones Territoriales, dentro de la estructura orgánica de la Corporación (CORPONOR, 2011).

### **1.1.1 Misión.**

Ejercer la autoridad ambiental propendiendo por el desarrollo humano sostenible, promoviendo la gestión ambiental colectiva y participativa en el Departamento Norte de Santander

### **1.1.2 Visión.**

Ser una entidad reconocida, respetada y de referencia obligatoria para la toma de decisiones que orienten el desarrollo humano sostenible en el Departamento Norte de Santander.

### **1.1.3. Objetivos generales corporativos.**

CORPONOR tiene por objeto ejercer la máxima autoridad ambiental en la zona de su jurisdicción a través de la administración del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, con el fin de propender al desarrollo sostenible de los mismos (CORPONOR. Plan de Acción 2012-2015, 2014).

#### **1.1.2.1 Política de Gestión Integral HSEQ**

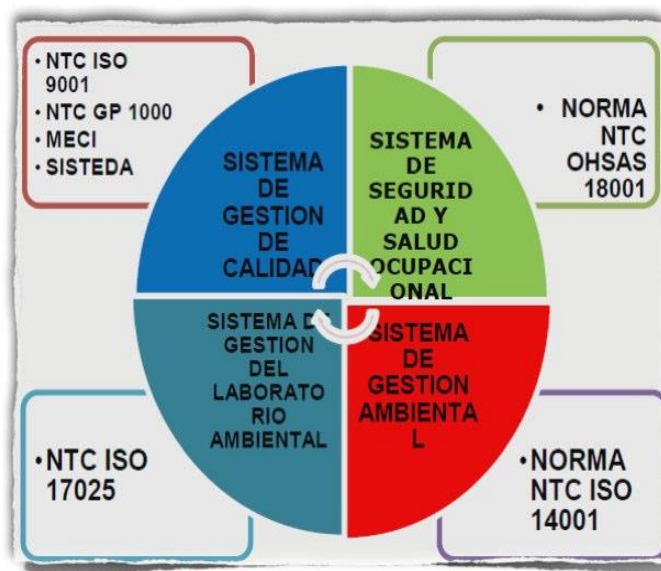


Figura 1. Política de gestión integral de corpónor. Fuente: Información tomada de CORPONOR. Recuperado de; <http://corpónor.gov.co/e/index.php/>

**Política de gestión integral HSEQ.** En la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL CORPONOR, promovemos la gestión ambiental colectiva y participativa, contando con un equipo humano competente y comprometido a:

Ejercer la Autoridad Ambiental, con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de las partes interesadas, enmarcado en la eficiencia, eficacia y efectividad. Prevenir y mitigar el impacto ambiental negativo generado en el desarrollo de nuestras actividades.

Implementar actividades de promoción y prevención en salud dirigidas a nuestros funcionarios y de Seguridad para nuestros colaboradores y visitantes.

Prestar servicios de caracterización de aguas, con resultados confiables, oportunos, imparciales e independientes.

Cumplir con la legislación aplicable y los acuerdos suscritos por la Entidad.

Mejorar continuamente el Sistema de Gestión Integral HSEQ, siguiendo los parámetros y documentación establecida.



Figura 2. Sistema nacional ambiental

Fuente: Información tomada de CORPONOR. Recuperado de; <http://corponor.gov.co/e/index.php/>

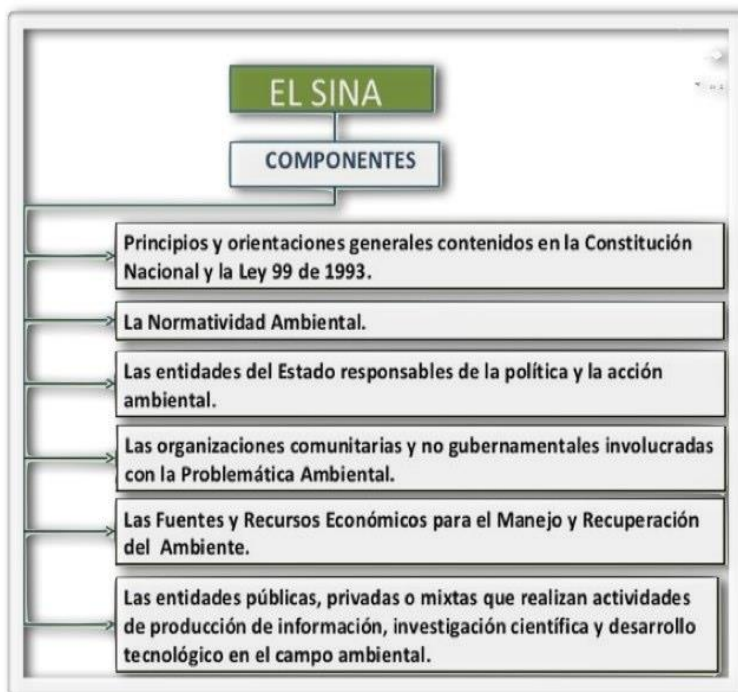


Figura 3. Estructura organizacional de CORPONOR

Fuente: Información tomada de CORPONOR. Recuperado de; <http://corponor.gov.co/e/index.php/>

**Las Funciones Generales de la Corporación.** Ley 99 de 1993, Artículo 31. Funciones. Las Corporaciones Autónomas Regionales ejercerán las siguientes funciones:

Ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente, así como los del orden regional que le hayan sido confiados conforme a la ley, dentro del ámbito de su jurisdicción; Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente; Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables; Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medioambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en el área de su jurisdicción y en especial, asesorar a los Departamentos, Distritos y Municipios de su comprensión territorial en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por las distintas entidades territoriales.

Participar con los demás organismos y entes competentes en el ámbito de su jurisdicción, en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten; Celebrar contratos y convenios con las entidades territoriales, otras entidades públicas y privadas y con las entidades sin ánimo de lucro cuyo objeto sea la defensa y protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de

ejecutar de mejor manera alguna o algunas de sus funciones, cuando no correspondan al ejercicio de funciones administrativas; Promover y realizar conjuntamente con los organismos nacionales adscritos y vinculados al Ministerio del Medio Ambiente, y con las entidades de apoyo técnico y científico del Sistema Nacional Ambiental (SINA), estudios e investigaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables.

#### 1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.

El Organigrama funcional de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental está conformado por la Asamblea Corporativa, como primer órgano de Dirección de la Corporación, seguida de un Consejo Directivo como órgano de administración, La Dirección General articulada con una Secretaría General, cuatro Subdirecciones de Apoyo, cuatro Oficinas y tres Direcciones Territoriales con sedes en Ocaña, Pamplona y Tibú.

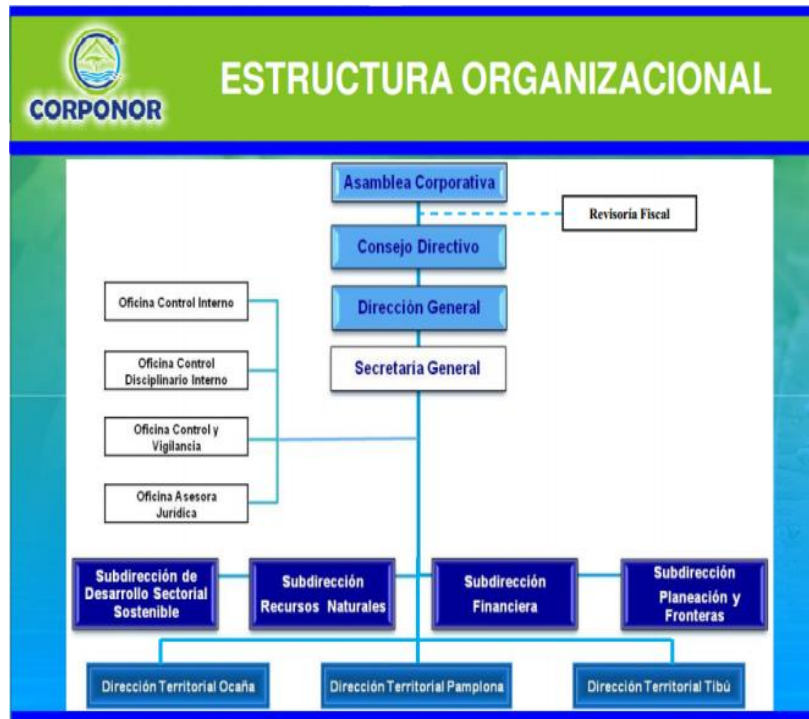


Figura 4. Estructura organizacional de CORPONOR

**Fuente:** Información tomada de CORPONOR. Recuperado de; <http://corponor.gov.co/e/index.php/>

### **1.1.5 Descripción de la dependencia en la cual fui asignado.**

Este plan de trabajo de pasantía se realiza en la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR Territorial Ocaña. Fui asignado en la Dependencia de Aguas, adscrita a la Dirección Territorial Ocaña, en la cual desarrollare el objetivo principal de la pasantía la cual es la de realizar el ANALISIS DEL RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DEL CARMEN NORTE DE SANTANDER , dentro el Proceso Operativo Misional que lidera la Subdirección de Desarrollo Sectorial Sostenible en donde se lleva a cabo los procedimientos relacionados con el Recurso Hídrico como son: Legalización del Uso del Recurso Hídrico a través de Visitas Técnicas para otorgar o negar Concesiones de Agua, Visitas de Seguimiento a Concesiones de Agua, Solución y Concertación de Conflictos por el Recurso, evaluación y seguimiento a los Programas para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua de los Municipios de la Provincia de Ocaña, Norte de Santander. Todo esto se lleva a cabo con sus evidencias respectivas y siguiendo los lineamientos y formatos establecidos en la Corporación, según Sistemas de Gestión denominado SIGESCOR.

Mediante la pasantía, se pretende desarrollar el análisis del riesgo por remoción en masa en la zona urbana del municipio del Carmen.

## 1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia en la cual fui asignado

Tabla 1

Diagnóstico Inicial de la dependencia donde será desarrollada la pasantía

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
Pocos equipos de campo (GPS), para la toma de datos e informaciones de suma importancia. Y softwares específicos de análisis (SIG, geoestudio 8.1; etc)	Buena disposición para adquirir conocimientos. Aprendizaje y práctica permanente.
Faltan equipos (computadores), con la capacidad de RAM y procesadores para la elaboración de este tipo de estudios.	Crecimiento personal, para la toma de decisiones en nuestro rol profesional.
Limitaciones para el acceso a la información.	Buena información e investigación sobre el riesgo por remoción en masa en cada una de las comunas que componen la ciudad
FORTALEZAS	AMENAZAS
Apoyo de las dependencias de la CORPORACION para el desarrollo del trabajo	Alteración del Orden Público.
Dependencia que promueve la gestión ambiental colectiva y participativa en nuestro Municipio y Departamento.	Difícil acceso a la zona por razones de seguridad
Organización para las entregas de informes técnicos según formatos establecidos por el sistema de gestión de calidad de la Entidad.	
Experiencia y conocimiento sobre la Gestión del riesgo	
Capacidad de entrega permanente en las diferentes actividades a desarrollar.	
Mejoras continuas en los procesos que se llevan a cabo.	

**Fuente.** Pasante 2018



### **1.3. Planteamiento del problema**

La corporación autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) cuenta con una oficina de la gestión del riesgo que busca prevenir y mitigar los riesgos que se pueden presentar en el municipio del Carmen Norte de Santander, esta presenta falencias en la parte de información en cuanto al tema de remoción en masa por lo cual se busca tener documentación sobre ello; para así dar a conocer a la comunidad y entidades competentes ante alguna amenaza de deslizamiento para a la toma de decisiones y así evitar o prevenir el riesgo.

La problemática presente en este municipio en el sector del Cerro Sagrado son los constantes movimientos de masa lo cual tiene en peligro latente a la comunidad de este municipio y sobre todo de los barrios y viviendas que se encuentran ubicados en la ladera del cerro ya que si se presentan con gran intensidad la remoción en masa ocasionaría la pérdida socioeconómica y ambiental.

Además en el cerro cuenta con una vegetación de aspecto negativo porque son arboles muy viejos y causan un desraizamiento y junto con esto el suelo pierde inestabilidad, este también tiene drenajes y debido a que no se presenta un control de estos, se forman cárcavas por lo cual se presenta pequeños o grandes movimientos de tierra.

De acuerdo a la problemática expuesta se planteó hacer un análisis del riesgo por remoción en masa para que así la vulnerabilidad de la población disminuya y que la comunidad tenga una mejor calidad de vida.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Análisis del riesgo por remoción en masa en la zona urbana del municipio del Carmen norte de Santander.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

Referenciar los antecedentes de deslizamientos que se han presentado dentro del casco urbano del municipio del Carmen Norte de Santander.

Realizar visitas a campo identificando la problemática presentada y evidenciar el estado actual de viviendas en la zona de impacto.

Generación del mapa de amenazas por remoción para el análisis de la distribución espacial de esta cartografía.

Consultar e investigar qué procesos de mitigación y estabilización se pueden realizar.

## 1.5. Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 2.

Descripción de las actividades a desarrollar durante el proceso de pasantías

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA HACER POSIBLE EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJ. ESPECIFICOS
Análisis del riesgo por remoción en masa en la zona urbana del municipio del Carmen norte de Santander	Referenciar los antecedentes de deslizamientos que se han presentado dentro del casco urbano del municipio del Carmen Norte de Santander	<p>1. Gestión de información secundaria, la cual debe provenir de las bases de datos de la alcaldía municipal, CORPONOR y bases de datos nacionales (esta información incluirá; estudios anteriores a este en la zona de estudio o en otra zona, cartografía base, bases de datos, planos, etc.).</p> <p>2. visitas oculares y formulación de entrevistas a líderes locales urbanos que permitan la recolección de la información histórica y Especialización de las zonas donde se han presentado deslizamientos de suelos.</p>
	Realizar visitas a campo identificando la problemática presentada y evidenciar el estado actual de viviendas en la zona de impacto.	<p>Desarrollar la caracterización socioeconómica de la población que habita en las zonas que sean clasificadas como de mayor riesgo a los fenómenos de remoción en masa</p> <p>Desarrollar una caracterización biofísica de la zona de estudio a partir de la siguiente información temática previamente construida y analizada. (Topografía, geología, geomorfología, hidrología, morfometría de la cuenca urbana, Precipitación, clasificación sísmica de zona urbana del municipio de Carmen, Norte de Santander).</p>

Generación del mapa de amenazas por remoción para el análisis de la distribución espacial de esta cartografía

Realizar la salida grafica para evidenciar el grado de amenaza del municipio.

Consultar e investigar qué procesos de mitigación y estabilización se pueden realizar

Consultas académicas vía WEB, y entrevistas a ingenieros civiles, ambientales con conocimientos en restauración sobre las obras de mitigación que se pueden desarrollar en las zonas vulnerables a procesos de remoción en masa

---

**Fuente.** Pasante 2018

## CAPITULO 2. ENFOQUES REFERENCIALES

### 2.1. ENFOQUE CONCEPTUAL

La conceptualización de este proyecto se basa en todos los términos referentes al estudio que se realizó en base al análisis del riesgo por remoción en masa en la zona urbana del municipio del Carmen Norte de Santander, Colombia. Por ello se tendrá en cuenta los siguientes términos y algunos de ellos basados en la ley 1523 de 2012 que establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: riesgo, análisis de riesgo, deslizamientos, mitigación del riesgo, amenaza, conocimiento del riesgo, remoción en masa, movimientos en masa, erosión, Susceptibilidad a movimientos en masa, Clasificación de los movimientos de masa, vulnerabilidad.

**Riesgo:** El riesgo se define como “la probabilidad que presenta un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un período de tiempo definido. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos” (Territoriales, 2002).

**Análisis de riesgo:** Este análisis se lleva a cabo a partir de la consideración de las causas y fuentes del riesgo, las consecuencias y la probabilidad de que estas consecuencias se presenten, bajo una relación de carácter cualitativo, semicuantitativa o cuantitativa de la amenaza de la vulnerabilidad, esto bajo la intención de predecir el posible impacto a nivel social, económico, ambiental y las probabilidades estadísticas de que esto ocurra (LEY 1523 , 2012).

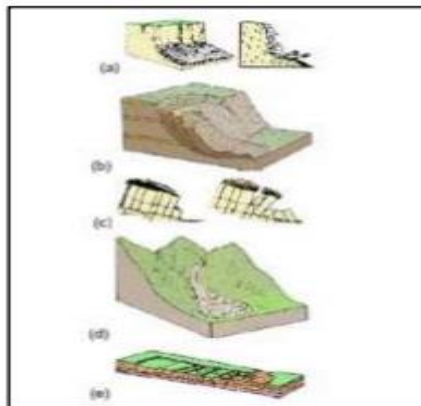
**Deslizamientos:** Un deslizamiento, como término general, es un movimiento de masa, sea esta masa suelo, roca sólida o combinaciones. Los movimientos de masa se dividen en tres tipos fundamentales: desprendimientos, deslizamientos y flujos. El desprendimiento es cuando el movimiento implica la caída libre de fragmentos sueltos de cualquier tamaño y es común en pendientes muy empinadas donde el material suelto no puede mantenerse adherido a la superficie.

**Remoción en masa:** también conocido como movimiento de inclinación, desplazamiento de masa o movimiento de masa, es el proceso geomorfológico por el cual el suelo, regolito y la roca se mueven cuesta abajo por la fuerza de la gravedad. Tipos de remoción de masa incluyen fluencia, deslizamientos, flujos y caídas, cada uno con sus propias características, y que tiene lugar en escalas de tiempo de segundos a años.

**Movimientos en masa:** (PMA, GCA 2007), define que en los movimientos en masa se deben incluir todos aquellos movimientos que se presentan pendiente abajo de una masa de suelo y roca causados por efecto de la gravedad. Los movimientos en masa presentan distintas tasas de movimientos CRUDEN & VARNES (1996), los cuales pueden ir desde extremadamente rápidos a unos extremadamente lentos, buscando una forma de unificar estos términos CRUDEN & VARNES (1996), asociaron estos valores de la tasa de movimiento con términos cualitativos de rapidez.

Según Keefer (1985), presenta una clasificación de la remoción en masa generados por la ocurrencia de terremotos la cual se puede observar a continuación:

- Caídas • Deslizamientos • Volcamientos • Flujos • Extensiones laterales



**Mitigación del riesgo:** Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente.

**Amenaza:** Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

**Conocimiento del riesgo:** Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre.

**Vulnerabilidad:** Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños

de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

**Erosión:** es el desgaste que se produce en la superficie de un cuerpo por la acción de agentes externos (como el viento o el agua) o por la fricción continua de otros cuerpos. La erosión forma parte de lo que se conoce como ciclo geográfico, que abarca los cambios que sufre un relieve por la acción de distintos agentes.

**Susceptibilidad a movimientos en masa:** es una escala de medición cuantitativa y cualitativa del grado y espacialidad de movimientos en masa existentes o que pueden llegar ocurrir en una zona determina. Su determinación se basa exclusivamente en el análisis de factores intrínsecos o condicionantes y puede también incluir una descripción de la velocidad e intensidad de los movimientos en masas existentes o potenciales.

**Clasificación de los movimientos de masa:** se tiene en cuenta el sistema propuesto principalmente por Varnes (1978), el cual, tipifica los principales tipos de movimiento. Algunos de estos movimientos se incluyen en la clasificación de los procesos de deterioro que anteceden a un deslizamiento siendo difícil identificar cuando son procesos de deterioro y cuándo son componentes principales del movimiento del talud (Suarez; 2010).

## 2.2. ENFOQUE LEGAL

Constitución política de Colombia 1991. Art. 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que



puedan afectarlo. El deber de Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece, el sistema nacional de gestión del riesgo de desastre y se dictan otras disposiciones.

Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y 22 exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas

Decreto N0 1807 de 19 de septiembre de 2014. Por el cual se reglamenta el artículo 189 del 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1715 del 4 de agosto de 1978 ley 154 de 1976 del medio ambiente. Que con el fin de garantizar este derecho es necesario establecer las regulaciones y tomar medidas para impedir la alteración o deformación de elementos constitutivos del paisaje. (AGRICULTURA., 2014).

Ley N° 46 de 1988. Por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la república y se dictan otras disposiciones. Decreto 919 de 1989: "Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones". (BOGOTÁ, 1989).

Ley 388 de 1997 ley de ordenamiento territorial. En la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial de los municipios se deberá tener en cuenta, entre otros determinantes las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales”.

## **Capítulo 3. Informe De Cumplimiento De Trabajo**

### **3.1. Presentación De Resultados**

#### **3.1.1. Referenciar los antecedentes de deslizamientos que se han presentado dentro del casco urbano del municipio del Carmen Norte de Santander.**

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó una investigación para recolectar información sobre los fenómenos de deslizamientos que se han presentado en el municipio del Carmen, se documentó los antecedentes para la realización de este estudio de análisis de remoción en masa. Una vez obteniendo esta base de datos se realizan mapas que nos instruyen el problema existente en esta población con esto se conoce la vulnerabilidad a la que se expone la población, se conoce el grado de amenaza y del riesgo.

Además se realizaron visitas oculares a la población afectada y entrevistas a los habitantes para obtener información veraz sobre los deslizamientos, esto se utiliza como instrumento de investigación para generar conocimiento a la comunidad con respecto al tema de remoción en masa

Y esto se realiza con la ayuda de del coordinador de la oficina de gestión de riesgo de la corporación autónoma regional de la frontera nororiental (CORPONOR).

La aplicación de dicha investigación se realizó en los barrios más vulnerables a remoción de masa que es lo que se encuentran ubicados cerca del Cerro Sagrado, por lo cual dicha información nos arrojó el historial de movimientos de masa y el conocimiento del riesgo que tiene la población del municipio del Carmen.

De acuerdo a lo anterior se conoció que en el municipio del Carmen se vio afectado por deslizamientos por las fuertes precipitaciones que se presentaron en el mes de noviembre del

2010 según el reporte que se presentó el comité de riesgo se afectaron 15 viviendas totalmente destruidas y otras que estaban en riesgo y le realizaron una evacuación de emergencia esto algunos barrios de este municipio en los que se vieron más afectados fueron el Líbano, el tigre y el playón.

También se han presentaron varios movimientos de masa en el Cerro Sagrado a través de los años han sido pequeños deslizamientos pero los cuales han ido deteriorando el cerro y han ocasionado la erosión, caída de rocas, generación de residuos, caída detritos, agrietamientos concéntricos, entre otros y así mismo se genera la amenaza de los habitantes de este municipio por qué se puede presentar un gran desbordamiento el cual afectaría aproximadamente el 50 % del municipio generando daños totales en los bienes y viviendas y causando pérdidas humanas.

### **3.1.2. Descripción de la zona de estudio**

El municipio EL CARMEN, hace parte del Departamento del Norte de Santander, este limita por el norte con la República de Venezuela, al Sur con los departamentos del Cesar y con el Municipio de Ocaña al Oriente con el Municipio de Convención y al Occidente con el Departamento del Cesar, además el municipio de El Carmen está ubicado sobre la Cordillera Oriental en una región montañosa.

También el municipio hace parte de los Municipios que cubre la Transversal esquema de ordenamiento territorial del municipio con el diagnostico rural 2, Panamericana, la cual va desde Tibú (allí se une a la red vial del Lago de Maracaibo) a Palo de Letras (frontera con Panamá), y pasa por algunos puntos como El Tarra, La Mata, La Gloria, Caucasia y El Tigre. Véase en la

siguiente figura, Transversal Panamericana (ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, 2002).

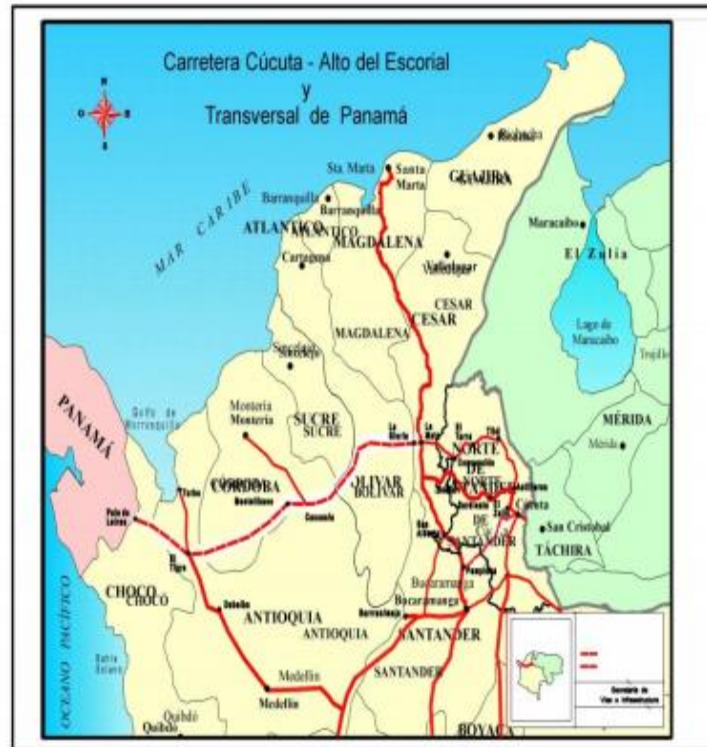


Figura 4. Transversal Panamericana Tibú

Fuente: [http://elcarmennortedesantander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionYControl/](http://elcarmennortedesantander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionYControl/Plan%20de%20Ordenamiento%20Territorial.pdf)

[Plan%20de%20Ordenamiento%20Territorial.pdf](http://elcarmennortedesantander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionYControl/Plan%20de%20Ordenamiento%20Territorial.pdf)

### 3.1.3. Localización geográfica de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra delimita por las siguientes coordenadas:

Tabla 3.

Coordenadas del municipio del Carmen

---

<b><i>COORDENADAS DEL MUNICIPIO DEL CARMEN N.D.S</i></b>	
<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
8°30'29.15"N	73°26'50.43"O
8°30'39.04"N	73°26'47.58"O
8°30'38.67"N	73°26'54.26"O
8°30'53.46"N	73°26'52.27"O

---

Fuente: pasante

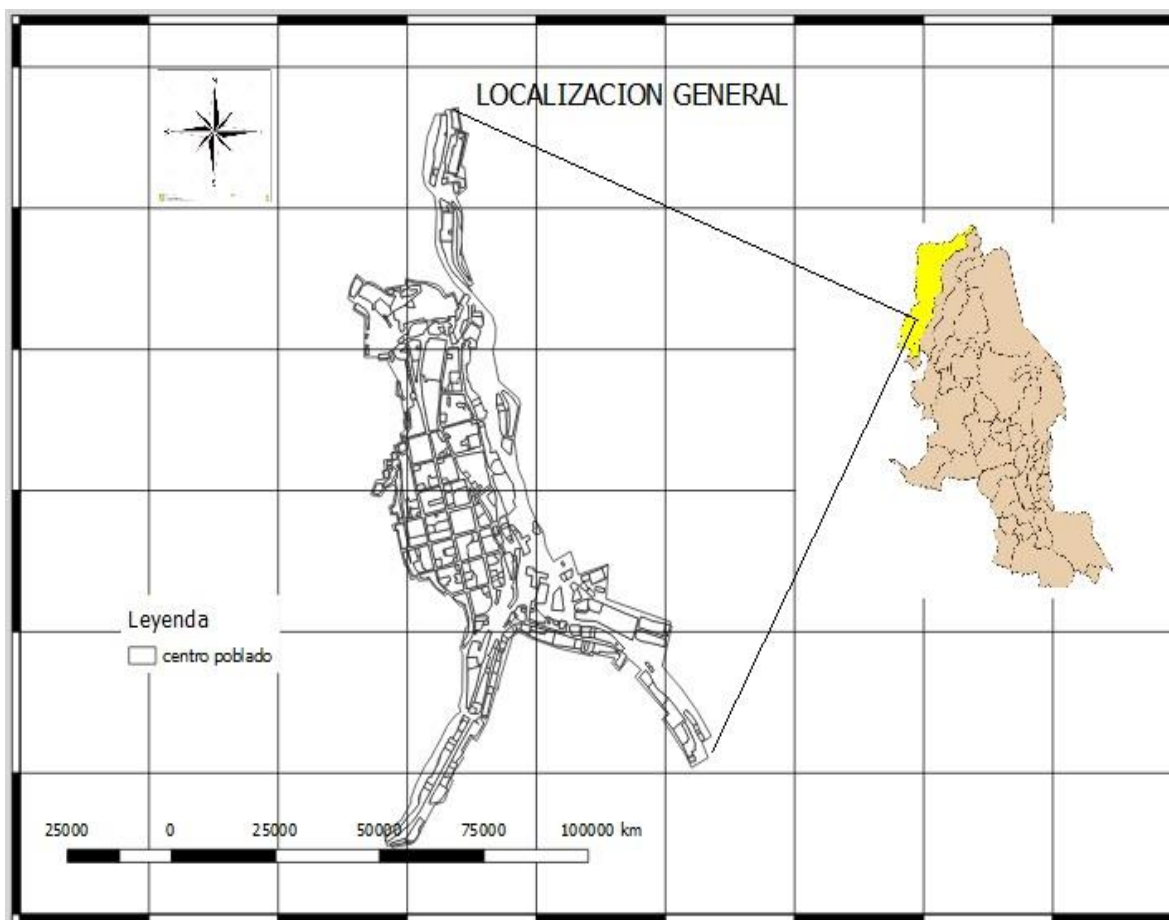


Figura 5. Mapa de ubicación del municipio del Carmen. Fuente: Pasante

### 3.1.3. Escenario de riesgo de remoción de masa del municipio

De acuerdo a la información recolectada se identificó la zona de riesgo en remoción en masa en el municipio del Carmen, la cual presenta un riesgo latente para la población ya que el Cerro Sagrado se encuentra delimitado con el centro poblado, además se determinaron 18 puntos vulnerables ante esta amenaza. Lo cual se puede evidenciar en el siguiente mapa:

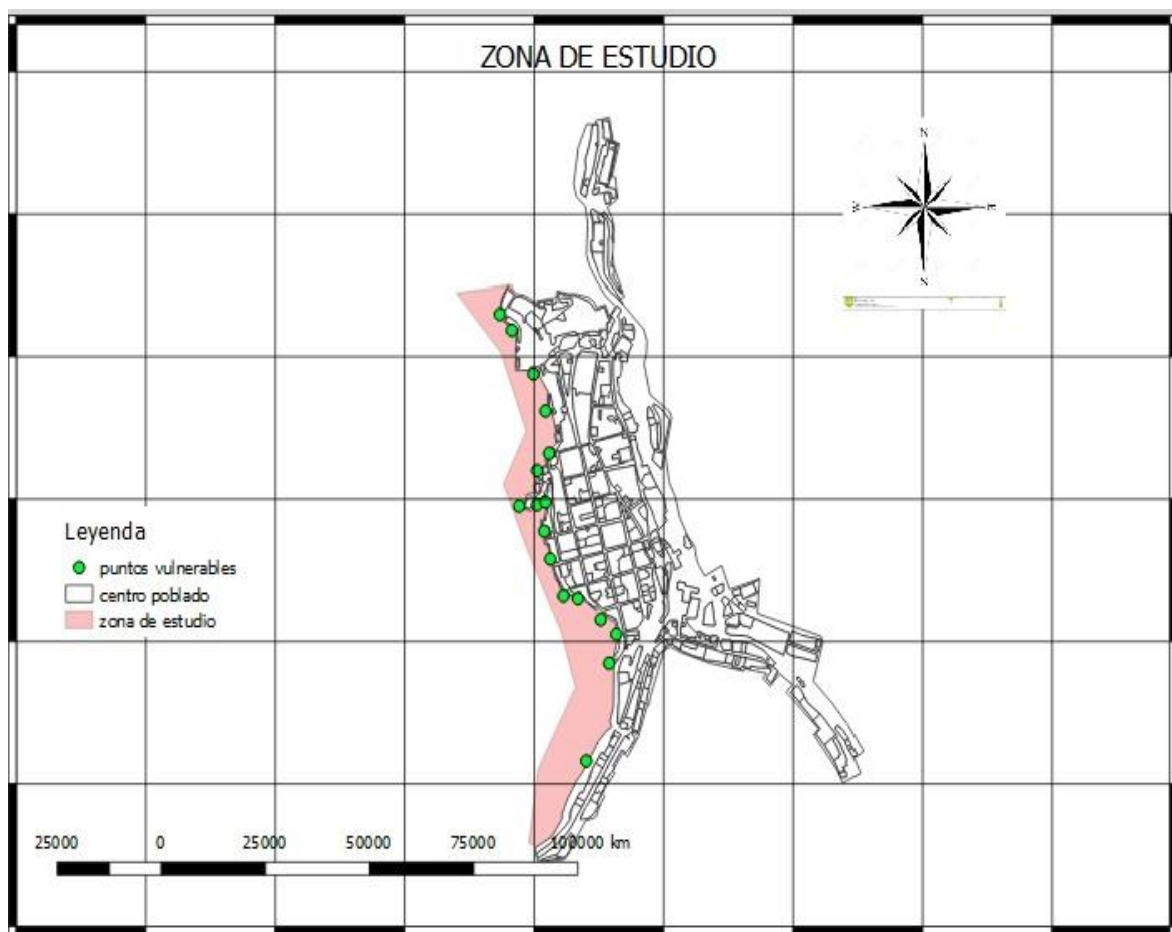


Figura 6. Mapa de la zona de estudio. Fuente: Pasante

### 3.1.2. Realizar visitas a campo identificando la problemática presentada y evidenciar el estado actual de viviendas en la zona de impacto.

En el trabajo de campo realizado se recolectaron los datos necesarios para la realización de este trabajo, lo cual arrojaron como resultados que el municipio está expuesto a eventos recurrentes de remoción en masa y el cerro sagrado que es el área de estudio de esta investigación colinda con municipio. Ya conociendo la problemática que se presenta en esta zona se realiza una descripción de las viviendas que se encuentran en los barrios aledaños del cerro que son las que están vulnerables a dicho fenómeno.



### 3.1.2.1. Técnicas de construcción de las viviendas del municipio:

De acuerdo a lo visto en el municipio se encontró que las casas coloniales antiguas las cuales estas construidas en tapia pisada (mezcla de tierra, fique, agua y cal, que es compactada con tapiales de maderas) y para las paredes de menos grosor utilizan el bahareque, que consiste en hacer estructuras de caña, que forran con la misma mezcla. A continuación, se muestra un gráfico con los sistemas tradicionales de construcción:

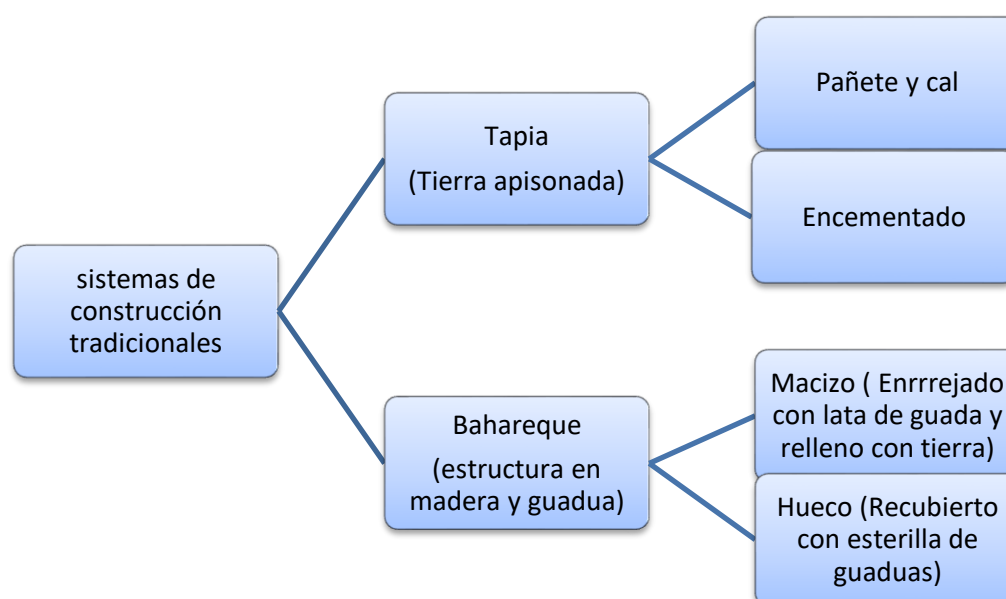


Figura 7. Sistemas tradicionales de construcción. Fuente: <http://bdigital.unal.edu.co/60838/1/10270433.2017.pdf>

Por consiguiente, se explica cada una de las técnicas de construcción que tiene este municipio:

Técnica de la tapia: El sistema constructivo en tapia o tapia pisada, “está formada por tierra apisonada o compactada dentro de una formaleta de madera. La tierra escogida no debe tener altas cantidades de contenido orgánico, puede tener hasta un 60% de arcilla, no debe ser arenosa, y debe tener la humedad adecuada para su compactación”. Se puede mejorar su calidad con agregados

como el cagajón (estiércol de caballo), muy usado en la zona cafetera, o con otro tipo de fibras que le den cohesión. La tapia se debe proteger de la intemperie con aleros, alfardas, y la superficie se debe revocar y encalar. El espesor de los muros es de por lo menos 60 cm permitiendo que el constructor ingrese para apisonar la tierra y lograr su compactación. Las capas de 10 cm en 10 cm se elevan hasta la altura requerida de antepecho y posteriormente de cubierta. Siguientemente se muestra la figura la ilustración de la estructura de este sistema constructivo (pineda, 2017):



Figura 8. Levantamientos de muros y viviendas construidas con la técnica de tapia pisada

Fuente: <http://bdigital.unal.edu.co/60838/1/10270433.2017.pdf>

Técnica de bahareque: La técnica del bahareque también llamado bajareque y pajareque, consiste en la construcción de una trama formada por tallos de cañas, que sirve de soporte para mezclas plásticas de tierra en forma de barro y paja, como elemento cohesivo, que se adosa al entramado para formar paredes e involucra además de “los tallos de Caña Brava o Amarga (*Gynerium Sagittatum*) y de Guadua (*Guadua Latifolia*), otros materiales como el barro, mezclando agua y tierra con paja picada, estiércol seco de ganado vacuno o equino, y más recientemente con aglomerantes como cal o cemento (pineda, 2017)”

Además, este tiene dos tipos de bahareque El bahareque macizo en el cual se introducía barro en mitad de las cintas de guadua, apisonándolo manualmente para compactarlo; y, bahareque hueco, en el que contrariamente no se introducía barro en su interior, resultando por tanto mucho más ligero de peso. Ambas técnicas se muestran en la siguiente figura (pineda, 2017):

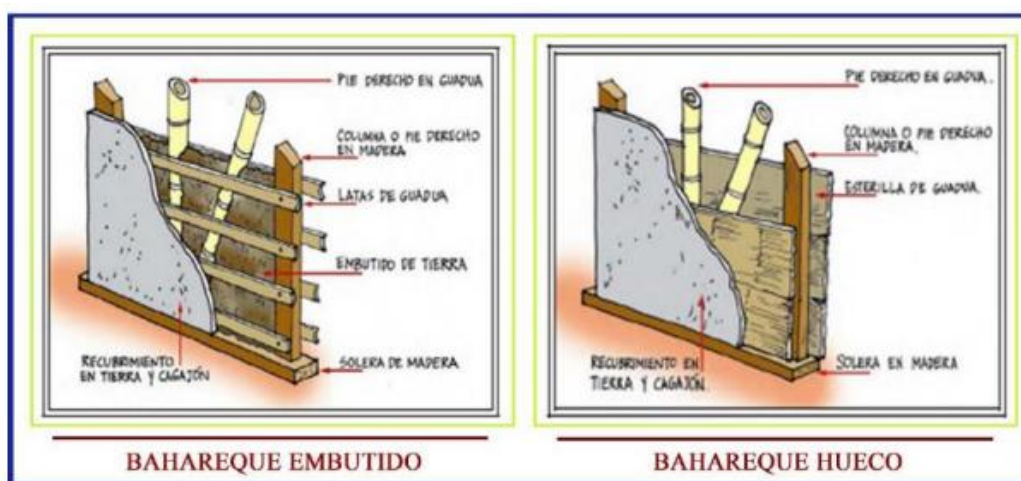


Figura 9. bahareque embutido y bahareque hueco Fuente: <http://bdigital.unal.edu.co/60838/1/10270433.2017.pdf>

Esta técnica es fácil para la implementación ya que es rápido para la construcción, su costo es mínimo y es durable para las casas; pero así como tiene sus ventajas se encuentran desventajas por el sector donde se encuentran ubicadas ya que las haces vulnerables a ser afectadas por el fenómeno de remoción en masa y al caer un deslizamiento del cerro el tipo de material de las viviendas no es fuerte y estas colapsarían, por consiguiente hace que la vida de los que habitan en esas casas sean más vulnerable.

### 3.1.2.2. Descripción de las viviendas ubicadas en las zonas vulnerables:

Ya anteriormente se especificó en que están construidas las viviendas del municipio del Carmen acá se muestra o se desglosa cada una de las características principales de las casas

Tabla 4.

Características de las viviendas

<b>CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS</b>	
PAREDES	Tapia pisada y bahareque
TECHO	Tejas (madera-lata-barro)
VENTANAS Y PUERTAS	Madera

Fuente: Pasante

Además de las características se anexan fotografía para evidenciar lo que se describió de anteriormente:



Figura 10. Fotografías viviendas Fuente: Pasante



### **3.1.3. Amenazas por remoción en masa en el área de estudio**

Una vez analizada la topografía, geología y morfología del terreno se procedió a generar el mapa de amenaza y riesgo por el medio del software libre QGIS 10.3.1 con el cual se pudo constatar o apreciar que el 70 % del casco urbano del municipio del Carmen de norte de Santander se encuentra en zona de amenaza alta por procesos de remoción y el otro 30 % se encuentra en amenaza media debido a la capacidad de retención que poseen los suelos anteriormente mencionados.

Esta cabecera municipal posee gran cantidad de terreno con materiales arcillosos con alta y baja plasticidad y una humedad entre el 10 y 30 %. Además cuenta con un terreno inclinado con pendientes entre el 50 - 70 %, lo cual no es favorable para la construcción de viviendas por lo tanto no es apto para habitar esta zona debido al peligro inminente del área de estudio.

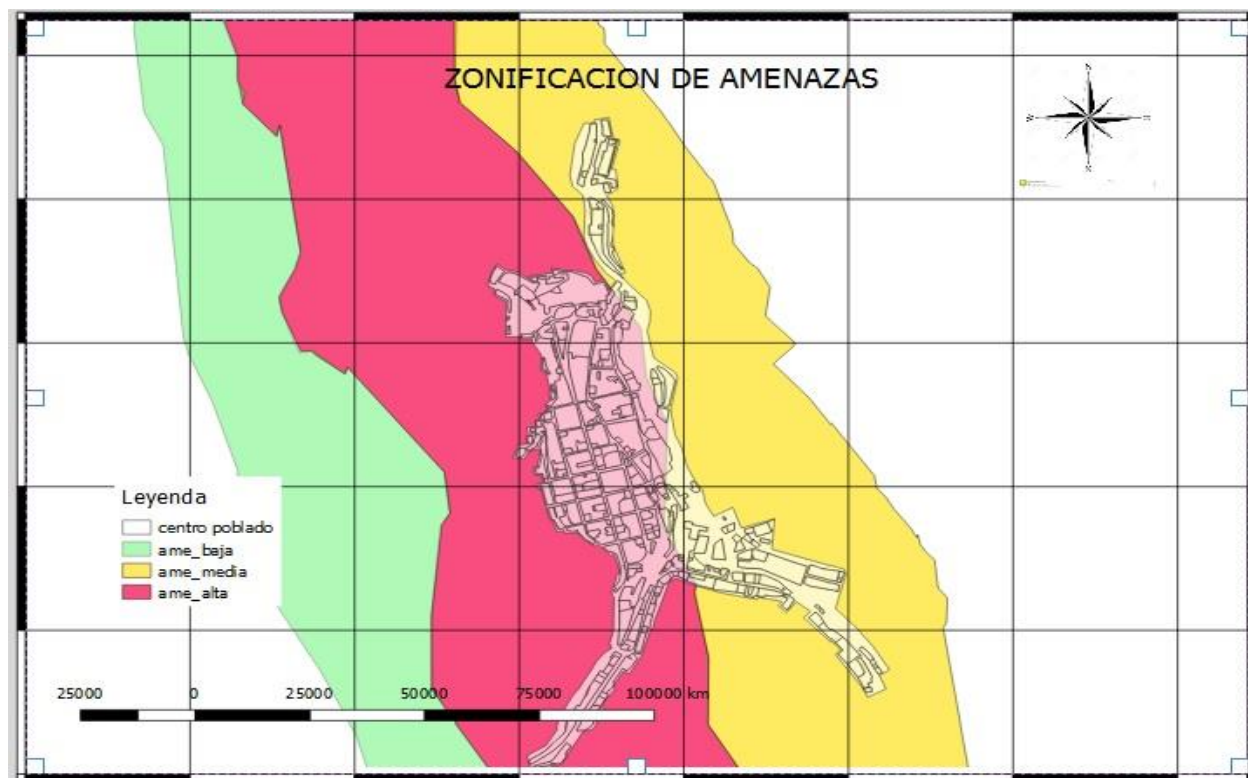


Figura 12. Mapa de amenazas por remoción, Fuente: Pasante

### 3.1.4. Consultar e investigar qué procesos de mitigación y estabilización se pueden realizar.

Se realizó una investigación para determinar cuáles son las posibles alternativas para la mitigación y estabilización del área afectada para evitar que se siga presentados deslizamientos de masa y que la comunidad no este vulnerable ante este fenómeno por consiguiente se mencionan las siguientes alternativas.

### 3.1.4.1. Modificación de la geometría del talud

Acondicionar la superficie es necesario cuando un talud es inestable o su estabilidad es incipiente. Las actividades se enmarcan a modificar su morfología para obtener una nueva configuración que resulta estable. Esta configuración busca obtener al menos uno de los dos efectos siguientes (Geotecnia del grupo andino, 2014):

Reducir las fuerzas que tienden al movimiento de la masa.

Acrecentar la resistencia al corte del terreno mediante el incremento de las tensiones normales en zonas convenientes de la superficie de rotura.

El primer resultado se logra al someter el volumen de material de la corona de un talud o deslizamiento y el segundo agrandando del volumen del pie de un talud. Las estrategias para actuar sobre la geometría de un talud para mejorar su estabilidad son las siguientes:

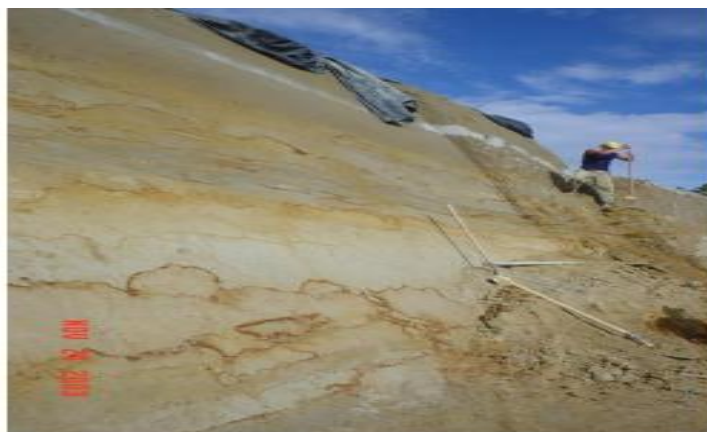


Figura 13. Labores de perfilado de un talud de cenizas volcánicas. Fuente: <http://www.bdigital.unal.edu.co>



**a. Eliminar la masa potencialmente inestable:**

Es un procedimiento que solo se emplea en casos extremos, consiste en quitar toda la masa agregada en la inestabilidad con el fin de evitar un movimiento brusco. Para lograrlo se debe evidenciar que la nueva proporción del talud no es inestable.

**b. El perfilado de taludes:**

Su propósito es establecer un talud de corte o de un terraplén para adaptarlo a las pendientes y alturas que los hacen estable. El perfilado permite borrar los surcos o las irregularidades que se presentan en un talud. Se elabora simultáneo con la construcción de las estructuras hidráulicas para el manejo de las aguas de escorrentía y con las labores de establecimiento de vegetación de las áreas a tratar.

El perfilado se inicia desde la corona del talud. La corona se redondea con el fin de controlar la velocidad de las aguas de escorrentía cuando acceden al talud, conservar la humedad del suelo y su características de plasticidad para estimular la presencia de materia orgánica suficiente para el arraigo de las coberturas vegetales, además de incrementar la estabilidad y ejercer el control de la erosión en la corona del talud.

Con el perfilado de un talud se disminuye el grado de la pendiente, se mejora su estabilidad y se adecua para el establecimiento de la vegetación. Estas prácticas son convenientes para realizar el ordenamiento de los taludes y adaptarlos al paisaje.



Figura 14. El perfilado del talud Fuente: <http://www.bdigital.unal.edu.co>

### 3.1.4.2. Drenaje superficial

Las medidas de drenaje superficial tienen varias finalidades:

- Evitar que las aguas de escorrentía que lleguen a un talud o área tratada, se puedan infiltrar directamente o a través de grietas, contribuyendo a incrementar los niveles freáticos del talud.
- Controlar los efectos por la erosión hídrica de las aguas de escorrentías acumuladas en las áreas tratadas.
- Evitar altos volúmenes de infiltración en áreas niveladas que acumulan grandes volúmenes de agua de escorrentía.

- Controlar los procesos de erosión fluvial en quebradas y ríos o en vaguadas por donde se conducen aguas de un tratamiento, una vía o un área urbana.

El agua superficial más nociva en un talud es aquella que se infiltra por su corona y es muy posible que las aguas que se empozan en la corona de un talud, se infiltren a través de los poros o por fisuras del terreno.

Las prácticas más utilizadas en el manejo de las aguas son las siguientes:

Imprimaciones:

Se eligen cuando se quiere proteger e impermeabilizar una superficie horizontal que no requiere ser pavimentada o cubierta por una berma en concreto y que permite el incremento de las aguas de infiltración con presión sobre una ladera.

Para ejecutar la imprimación, al impermeabilizante se le debe colocar material compactado en forma adecuada y con la gradación más abierta posible.

La superficie del material compactado y perfilado se barre con cuidado hasta retirar todo el polvo, y se imprima con asfalto hasta formar una película continua de impermeabilizante en toda la superficie, de tal manera que el asfalto penetre a voluntad en la superficie del material, saturándolo. Después de tres o cuatro días se retirará el exceso de asfalto con arena.

Las superficies imprimadas se deben proteger del tráfico vehicular y del peatonal intenso. Su vida útil no puede estimarse en más de 5 años con buena protección y mantenimiento.

Existen alternativas de impermeabilización con Geotextiles no tejidos impregnados con asfalto.



Figura 15. Impermeabilización de una zona inestable con geotextil no tejido y asfalto Fuente: <http://www.bdigital.unal.edu.co>

### **3.1.4.3. Pavimentos:**

Los pavimentos se consideran estructuras encargadas de impermeabilizar áreas de tráfico vehicular o peatonal; además sirven como canales abiertos permitiendo la conducción de las escorrentías hasta estructuras de captación que pueden ser alcantarillas o canales abiertos.

### **3.1.4.4. Estructuras de contención:**

Muros en concreto ciclópeo:

Los muros de gravedad en concreto ciclópeo tiene diferentes usos: como muros de contención, diques para corrección de cauces, o como paredes dentro de una canalización. De acuerdo a la utilización, varían algunos detalles como la longitud de la base, la pendiente de la cara inclinada, el espesor de la corona o la disposición de los agujeros en el vástago.

Una mezcla ideal para obtener un buen concreto ciclópeo es la relación de 70% de concreto simple y 30% de piedra, teniendo cuidado en el vaciado para que las piedras queden separadas entre sí al menos 5 centímetros.

Muros en gaviones:

Son estructuras con base en gaviones, las cuales constan de canastas rectangulares de alambre galvanizado rellenas de piedra, para estabilizar escarpes o taludes.

Las canastas tienen dimensiones diversas para adaptarlas a las estructuras y a las necesidades de la obra. Se pueden conseguir mallas de gaviones de triple torsión de 2.00 x 1.00 x 1.00, 3.00 x 1.00 x 1.00, 2.00 x 1.00 x 0.50, 3.00 x 1.00 x 0.50, entre otros.

La canasta para el gavión deberá ser fabricada con malla "eslabonada" de triple torsión. Cuando se requieran mallas de triple torsión, los calibres mínimos de alambre que la conforman deberán ser de acuerdo con su escuadría, los siguientes:

- Escuadría de 5 x 7 centímetros con alambre de diámetro 2.00 milímetros (BWG No. 14).
- Escuadría de 8 x 10 centímetros con alambre de diámetro 2.40 milímetros (BWG No.13).
- Escuadría de 12 x 14 centímetros con alambre de diámetro 3.00 milímetros (BWG No.11).

La abertura de las mallas electro soldadas tendrán como máximo 10 x 10 centímetros de lado y el calibre mínimo del alambre será de 3.4 milímetros (BWG No. 10).

El alambre de las mallas de triple torsión debe cumplir con los siguientes ensayos:

1. Calidad: Acero dulce, galvanizado en caliente (Al zinc puro) exento de defectos. (Norma ASTM A 90).

2. Tracción: Carga mínimo a la rotura 42 kg/mm<sup>2</sup>.

3. Alargamiento bajo la carga de 42 kg/mm<sup>2</sup>: El alargamiento será un mínimo del 10% relacionado con una longitud de diez (10) centímetros.

4. Enrollamiento: El alambre deberá dejarse enrollar en espirales cerradas y paralelas sobre un cilindro de diámetro doble del suyo, sin que al zinc le pase nada.

5. Torsión: Tiras de alambre de 20 centímetros de longitud deberán soportar sin romperse y sin que al zinc le pase nada, 30 vueltas completas de torsión (360 grados para cada vuelta) permaneciendo el eje del alambre en línea recta.

6. Espesor del zinc (galvanizado): El alambre deberá soportar sin perder su capa protectora de zinc, ni aun parcialmente, cuatro inmersiones sucesivas de un minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre cristalizado, cuya concentración será una parte de cristales por cinco (5) de agua. La temperatura de la solución será de 15 grados centígrados. Entre cada inmersión los alambres serán lavados, limpiados y examinados.

7. El hilo sostenido en una prensa de bordes redondeados (con curvatura de radio igual al diámetro del alambre), deberá soportar sin romperse 10 plegados sucesivos de 90 grados. Los plegados se efectuarán en un mismo plano con una amplitud de 180 grados.

El alambre utilizado para unir entre sí las caras de un mismo gavión y las aristas de un gavión con las del vecino, deberá ser del mismo calibre y calidad de aquel que forma la malla.

b.- Relleno: El relleno de las canastas consiste en fragmentos de roca o cantos rodados, sanos, resistentes y durables y deberá cumplir los mismos requisitos que la piedra para el concreto ciclópeo. La dimensión de cada fragmento de roca o canto rodado deber estar comprendida entre 10 y 30 centímetros.

La construcción se inicia con la excavación y nivelación del terreno de fundación. Sobre este terreno se construye una capa continua de grava y arena, con espesores de 5 cms; sobre esta capa se colocarán los gaviones de base, en la forma como se indica en los planos. Los gaviones de base deberán colocarse en forma tal que por lo menos la mitad de su altura quede por debajo del lecho o terreno existente.

Durante la operación de llenado, las mallas deberán mantenerse firmes y en posición correcta por medio de formaletas y tensores transversales adecuadamente espaciados. Las aristas tanto verticales como horizontales de cada gavión deben ligarse firmemente con las correspondientes de los gaviones adyacentes.

El llenado de las canastas se efectúa a mano, colocando cuidadosamente las piedras de mayor tamaño en la periferia y el resto de tal forma que se obtenga una masa rocosa bien gradada, con mínimo porcentaje de vacíos y con superficies de contacto entre gaviones, parejas y libres de entrantes o salientes.

Se debe tender especial cuidado de no formar zonas con una gran acumulación de piedras pequeñas.

Los muros en gaviones son estructuras que se pueden considerar flexibles, de fácil construcción y adaptación a taludes viales con problemas de inestabilidad.

#### Muros en concreto reforzado:

Son estructuras utilizadas para estabilizar cortes y rellenos en espacios reducidos, donde no se aceptan deformaciones del material de relleno. Estas estructuras ocupan espacios reducidos de concreto y utilizan los materiales de relleno como elementos que contribuyen a la estabilidad.

Constan de concreto de resistencia superiores 3000 psi. En el respaldo de todos los muros se colocará material filtrante con un espesor mínimo de 0.20 metros, que cumpla las características establecidas para el material, construyendo además el sistema adecuado para la evacuación del agua captada y con orificios de drenaje.

#### **3.1.4.5. Tratamientos con vegetación:**

##### Ejecución de las actividades:

Durante la etapa de ejecución de las actividades se deben realizar los ajustes necesarios para adaptar los tratamientos al proyecto. Los rendimientos se basan en la disponibilidad del recurso humano con experiencia, la disponibilidad del material vegetal, del agua, además de las dificultades topográficas y climáticas de la región.

##### Consideraciones al analizar las soluciones para recuperar taludes:

Dentro de los taludes con problemas de erosión se encuentran aquellos que siendo estables, presentan alta susceptibilidad a la erosión por la intemperización o por el lavado, y para los cuales es necesario, además de los diseños derivados de los resultados de la mecánica del suelo,



son necesarias otras observaciones sobre erodabilidad y sensibilidad de los suelos. La fotografía 33 presenta un talud estable con erosión severa.

En estos taludes se hace necesario complementar las investigaciones de campo haciendo comparaciones sobre el comportamiento con otros taludes con suelos y características similares; sobre la evolución de la estabilidad, la respuesta frente a los procesos erosivos con la cobertura vegetal presente.

Además se hace necesario identificar la respuesta de los suelos frente a la intensidad de los procesos erosivos por la acción de las escorrentías (por ejemplo en taludes con pendientes intermedias en suelos aluviales con matriz arenosa); o por las modificaciones que sufre el suelo por los agentes del intemperismo como la retracción y agrietamiento de los bloques de suelo arcillosos superficiales. Estos fenómenos degradan los taludes estables.

Los taludes formados por los depósitos de sobrantes de suelo, los depósitos a media ladera o los generados por la construcción de terraplenes, corresponden a taludes con pendientes cercanas al ángulo de reposo, y estabilidad incipiente; son de alta susceptibilidad a la erosión y sus características físicas y mecánicas no corresponden a las de los suelos in situ. El aporte de sedimentos durante un aguacero es alto; la socavación es rápida lo que puede generar el colapso de las estructuras en ellos cimentadas.

Estos se deben proteger con rapidez con el fin de evitar problemas de cárcavamiento y sedimentos.

Una de las formas de mejorar la estabilidad de una ladera es controlar los niveles freáticos: esto se logra mediante la combinación de varias soluciones tales como la instalación de drenajes subterráneos, la construcción de bermas impermeables en concreto y el diseño de taludes muy

pendientes. Cuando se logra el estricto control sobre la infiltración se llega a una deficiencia de humedad en el suelo, agravada por la presión que ejerce la vegetación, principalmente los árboles, sobre la humedad del suelo.

Cuando se logra el excesivo secado de los suelos se tiene el fenómeno de contracción por tensiones capilares, induciendo el asentamiento de la superficie del suelo y afectando las estructuras en concreto como bermas y zanjas especialmente aquellas construidas con bajas pendientes de bombeo. Esta ausencia de humedad es la culpable de la desaparición de las coberturas vegetales protectoras del talud.

En los diseños se deben prever las labores durante la operación del proyecto. Esto se refleja en la programación de actividades durante los mantenimientos de las obras, adicionales a la rocería de los taludes y la limpieza de las obras hidráulicas: la revisión de las estructuras en cauces y quebradas y la reparación de sus tramos deteriorados, son actividades ajenas al mantenimiento la revisión de los sistemas de monitoreo y las lecturas de los instrumentos, los cuales son básicos para conocer el comportamiento y la evolución de los problemas más críticos en una vía.



Figura 16. Talud de un terraplén con establecimientos de vegetación nativa de la zona. Fuente: <http://www.bdigital.unal.edu.co>

Las rondas de mantenimiento adecuadamente programadas deben servir de apoyo para revisar las zonas instrumentadas, registrar las lecturas y acumularlas en el tiempo necesario para el análisis y los correctivos en forma oportuna de los problemas.

El inventario debe contemplar además las áreas en proceso de degradación; las estructuras de drenaje en proceso de socavación o con problemas y los cauces en proceso de socavación. Esto permite programar las actividades tendientes a corregir los problemas, y a su vez programar el mantenimiento, no como la rutinaria rocería y limpieza de los taludes, sino como una actividad donde la disposición de los residuos orgánicos sirve de apoyo para la recuperación de zonas degradadas y la corrección de problemas incipientes en drenajes con procesos de socavación.

Los residuos orgánicos vistos así, se clasifican como material leñoso para la construcción de bio estructuras; la hojarasca como materia orgánica para estimular el crecimiento de las coberturas vegetales en las áreas desprovistas de vegetación y las semillas y estolones como material vegetal vivo útil para proteger nuevas áreas (Geotecnia del grupo andino, 2014).

#### **Capítulo 4. Diagnostico final**

Con este trabajo de investigación que se trata del análisis de riesgo en remoción de masa en el municipio del Carmen de norte de Santander, realizado en la modalidad de pasantías en la empresa llamada Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR. Con este trabajo se amplió el conocimiento, se identificaron las zonas vulnerables y se mencionaron estrategias que se puedan implementar para la mitigación y estabilización del área afectada.

Así mismo contribuyo con el comité de gestión de riesgo de la corporación y la alcaldía con información ya documentada y veraz para que se disminuya el fenómeno que se presenta en este municipio. Con este aporte demuestro las capacidades de un ingeniero ambiental al desenvolverme de una manera efectiva ayudando a comunidades y dejando mi aporte al medio ambiente en cada una de los objetivos planteados; de acuerdo al trabajo presentado permito aportarle a la corporación y a la comunidad del sector rural del municipio del Carmen y una información actualización del estado actual del escenario marcado en el trabajo.

## Capítulo 5. Conclusiones

Dentro del proceso de pasantías se pudo establecer que el municipio del Carmen Norte de Santander carece de información técnica por lo cual se llevó acabo el análisis de riesgo de remoción en masa en el cerro sagrado, ya obtenido resultados de los objetivos planteados se da a concluir lo siguiente:

La cantidad de drenajes presentes en el cerro sagrado, y la falta de manejo de diseños hidráulicos, para las aguas lluvias hacen que los suelos con procesos erosionados y de grandes pendientes, presenten los procesos de remoción en masa, causando intranquilidad en los habitantes, por que ponen en riesgo sus enceres y hasta su propia vida.

Debido a las construcciones en zonas con altas exposiciones y por el mal manejo que se le han dado a los taludes maximiza las amenazas de deslizamientos en épocas de exuberantes lluvias, como ya se han presentado en años anteriores en el denominado fenómeno de la niña, ya que con las salidas al campo se pudo constatar que no hay obras para mitigar estos impactos, por parte de ningún ente de control.

Debido a la recopilación de información se pudo constatar que el municipio no cuenta con un plan de contingencias propuesto, el cual es de gran importancia para tener informada a la comunidad, cuando un caso de gran magnitud ocurra en dicha población

## Capítulo 6. Recomendaciones

Llevado a cabo este estudio se recomienda a la autoridad competente, se realice la formulación inmediata del plan municipal de gestión del riesgo de desastres, como instrumento de planificación municipal, para el buen desarrollo de los planes y estrategias en caso de que un fenómeno natural de gran magnitud se presente en el municipio del Carmen norte de Santander.

Una vez realizada la visita ocular se pudo constatar el mal estado de los árboles, el gran tamaño y el grado de inclinación que estos presentan, se recomienda hacer una poda controlada de estos, para evitar caídas sobre las viviendas vulnerables del municipio.

Incluir los escenarios de riesgo que se definieron en la investigación, en el esquema de ordenamiento territorial, para así evitar nuevos asentamientos humanos en dichas zonas de la cabecera municipal.

Las entidades competentes (la CAR y la Alcaldía municipal) deben realizar capacitación a la población sobre los planes de contingencia y emergencia, para que sepan cómo actuar en casos de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

Implementar las alternativas mencionadas en este trabajo para disminuir los eventos de remoción en masa en área de estudio, para que la comunidad tenga mejor calidad de vida y así mismo hacer una contribución al medio ambiente

## Referencias

CORPONOR, C. A. (2011).

(2014). *CORPONOR. Plan de Acción 2012-2015.*

*ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL* . (2002). Obtenido de <http://elcarmen-nortedesantander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20de%20Ordenamiento%20Territorial.pdf>

*Geotecnia del grupo andino.* (2014). Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co>

*LEY 1523* . (2012). Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjurMantenimiento/normas/Norma1.jsp?i=47141>

pineda, j. c. (2017). Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/60838/1/10270433.2017.pdf>

Territoriales, S. N. (2002). Obtenido de <http://www.snet.gob.sv/ver/snet>



**Apéndice A. Visitas al municipio del Carmen, Norte de Santander.**



















