



**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA LA MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS POR
DESLIZAMIENTOS EN EL CORREGIMIENTO DE PLAYARRICA TOLIMA.**

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, fecha de terminación del trabajo

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA LA MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS POR
DESLIZAMIENTOS EN EL CORREGIMIENTO DE PLAYARRICA TOLIMA.**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Presentado por:
Paula Dayana Silva Gutierrez

Director (a):
Ricardo Antonio Tobón Rojas

Línea de Investigación:
Gestión para el desarrollo urbano y rural para el mejoramiento de la calidad de vida

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia

2018

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

(Dedicatoria)

A mi familia especialmente a mi mamá y papá que hicieron posible este proceso; por ser dedicados y creer en mí; gracias por todos los momentos y que sean muchos triunfos más como familia.

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen	8
2. Introducción	9
3. Antecedentes	10
4. Planteamiento del problema	11
5. Justificación	12
6. Objetivos generales y específicos	13
6.1 Objetivo General	13
6.2 Objetivos especificos	13
7. Marco referencial	14
7.1 Analisis del territorio	14
7.1.1Municipio San Antonio Tolima	14
7.1.2 Corregimiento Playarrica Tolima.....	14
7.2 Marco normativo.....	15
7.3Marco conceptual.....	16
7.4 Estado de arte	18
7.5 Marco teórico.	21
8. Metodología	23
8.1 Metodología de la investigación	23
8.2 Plan de trabajo.....	25
8.2.1 Metodología por objetivos	25
9. Resultados	29
9. 1 Objetivo específico 1	29
9.1.2 Objetivo específico 2.	32
9.1.3 Objetivo específico 3	35
10. Análisis y discusión de resultados	42
9.2 Discusión y análisis de resultados por objetivos	42
9.2.1 Objetivo específico 1	42
9.2.2 Objetivo específico 2	43
9.2.3 Objetivo específico 3	46
11. Conclusiones	47
12 Recomendaciones	48
13 Cronograma	49

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1</i> Mapa de ubicación Corregimiento Playarrica Tolima.....	15
<i>Ilustración 2</i> Metodología de la investigación	24
<i>Ilustración 3</i> Deslizamiento rotacional	26
<i>Ilustración 4</i> Deslizamiento translacional.....	26
<i>Ilustración 5</i> Área de influencia análisis en campo.	29
<i>Ilustración 6.</i> Mapa Geológico Zona de estudio	33
<i>Ilustración 7.</i> Mapa de pendientes de la zona de estudio.....	33
<i>Ilustración 8.</i> Climagrama San Antonio Tolima.....	34
<i>Ilustración 9.</i> Utilización de una biomanta para estabilizar suelos.....	36
<i>Ilustración 10.</i> Esquema de proyección de cambio de pendiente	38
<i>Ilustración 11.</i> Componentes vegetales de implantación de céspedes en taludes.	39
<i>Ilustración 12.</i> Esquema de proyección de cambio de pendiente	40
<i>Ilustración 13.</i> Recubrimiento de un deslizamiento.....	41

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> San Antonio Tolima. Localización geográfica, temperatura y distancia a la capital	14
<i>Tabla 2.</i> Normatividad Nacional y Distrital para la Gestión de Riesgo de Desastres	15
<i>Tabla 3.</i> Desarrollo histórico de emergencias y desastres en la cuenca del Combeima. Municipio de Ibagué, Tolima Año 1956-1995	19
<i>Tabla 4.</i> Técnicas e instrumentos	24
<i>Tabla 5.</i> Rangos de pendiente.....	27
<i>Tabla 6.</i> Formato de diseño de estrategias para la mitigación de riesgos por deslizamientos.....	28
<i>Tabla 7.</i> Zonas de deslizamientos.....	30
<i>Tabla 8.</i> Tipo de suelo y pH zona de estudio.....	32
<i>Tabla 9.</i> PROGRAMA 1	36
<i>Tabla 10.</i> PROGRAMA 2	38
<i>Tabla 11.</i> PROGRAMA 3	39
<i>Tabla 12.</i> PROGRAMA 4	40
<i>Tabla 13.</i> Propiedades de los suelos	43
<i>Tabla 14.</i> Cronograma de actividades Año 2018	49

1. Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una estrategia para mitigar los riesgos por deslizamientos en el corregimiento de Playarrica, Municipio de San Antonio, Tolima, a partir del estudio de las pendientes y factores ambientales determinantes como lo son la geología del territorio, el tipo de suelo y variables meteorológicas que caracterizan la zona de estudio. Dado que en las vías que conectan al corregimiento con el resto del departamento, se evidencia gran frecuencia de movimientos en masa, los cuales han sido una gran preocupación para la comunidad, al presentarse cierres parciales de las mismas, ocasionando traumatismos en el desarrollo de las actividades cotidianas del corregimiento.

Dado lo anterior, se enmarca este riesgo en el desarrollo de la prevención, mitigación y preparación ante riesgos en el corregimiento. Este tipo de riesgo se está presentando por las diferentes pendientes elevadas que, junto a factores climáticos, están degradando las condiciones ambientales del lugar que están relacionadas con los cambios antrópicos que se presentan en el mismo. Dicho proyecto aporta conocimiento en cuanto al manejo de estos problemas ambientales en el área de estudio, ayudando a que se pueda priorizar los riesgos más altos y como estos se pueden mitigar.

A partir de esto se analizó las variables anteriormente descritas, logrando identificar las zonas de riesgo con mayor posibilidad de deslizamiento; por último se diseñó una estrategia la cual busca mitigar las amenazas por deslizamientos presentes en la zona, siendo un instrumento de mejora y prevención para el municipio; así mismo mejorando su economía por estos problemas ambientales; siendo una guía de apoyo para el mismo.

Palabras clave: Gestión del riesgo, vulnerabilidad, probabilidad, riesgo, estrategias.

Abstract

The following work has the objective of designing a strategy to mitigate the risks of landslides in the village of Tolima, from the study of the slopes and determining environmental factors that characterize the area of study; The occurrence of these movements in the corregimiento becomes increasingly important, taking it as something important in the context of prevention, mitigation and preparation for risks in this area; This may be due to climatic factors that may be degrading the environmental conditions of the area, which may be related to anthropic changes that occur in it. This project provides knowledge regarding the management of these environmental problems in the area, helping to prioritize the highest risks and how they can be mitigated.

In the first part, a characterization of the territory is carried out, taking into account the limits and the socioeconomic situation of the area; Likewise, the identification of the risk zones with the greatest possibility of landslide is made. This demonstrates the conditions of threat and vulnerability to what is being exposed to the area and the community.

In the second part, the type of soil found in the area will be identified and, according to this, a strategy will be designed which seeks to mitigate the threats present in the area due to landslides, being an improvement and prevention instrument for the municipality, as well as improving its economy because of these environmental problems that are occurring; being a support guide for it.

Keywords: Risk management, vulnerability, probability, risk, strategies

2. Introducción

Actualmente, la gestión del riesgo en Colombia está siendo parte fundamental para el desarrollo integral del país, donde estudios regionales muestran la importancia de desarrollar planes enfocados en la mitigación y reducción del riesgo.

Para esto se tiene una visión integrada de cómo tratar los eventos que son catalogados como riesgos y que están afectando gran parte de la población nacional, lo cual permitirá reducciones en las pérdidas de vidas y pérdidas económicas en el momento de intervenir de forma positiva en estos riesgos. Para ello se desarrollaron métodos que permiten la reducción de los mismos donde se ha determinado que estos riesgos tienen una relación no solo natural si no también antrópica al momento de generarse. Acto seguido, se realizaron estudios de suelo que permiten cuantificar las diferentes propiedades con el fin de proponer estrategias que se adapten al territorio estudiado o en este caso específico la zona estudiada; así mismo ayudando a la mitigación logrando un equilibrio económico-social-ambiental.

En el corregimiento de Playarrica, ubicado en el municipio de San Antonio en el Departamento del Tolima, debido a la ausencia de la gestión rural bien formulada se ha evidenciado una alta probabilidad de desastres por deslizamientos (remoción en masa), donde no se cuenta con el adecuado manejo de estas zonas, lo que podría estar ocasionando un desbalance en la economía-sociedad-ambiente en el corregimiento.

Actualmente, la zona de estudio no cuenta con mecanismos que sirven de ayuda al momento de presentarse este riesgo, por lo cual están siendo afectados por los diferentes eventos que se han presentado en el lugar, lo que determina una vulnerabilidad en sus recursos y el territorio. Lo que busca este proyecto es evaluar la zona de estudio a partir de un análisis de suelo, geología, variables meteorológicas y zonas estratégicas para así diseñar una estrategia donde se pueda reducir la posible ocurrencia de este fenómeno.

Se debe tener en cuenta que la presente investigación tuvo un enfoque basado en procesos, así mismo, la estrategia implementada buscó optimizar, planear, ejecutar y evaluar las líneas de acción de la gestión del riesgo del corregimiento las cuales deben estar centradas en el conocimiento del riesgo, reducción de este de una manera actual y futura, protegiendo la economía del mismo mediante la preparación de respuestas y recuperación de los desastres.

3. Antecedentes

El interés mundial en la gestión del riesgo de desastres, presente en los últimos 30 años, ha ampliado la discusión sobre la gestión del desastre enfocada principalmente al estudio de fenómenos biofísicos, hacia una visión sistémica más compleja donde se reconocen relaciones entre diversas variables sociales y biofísicas, dentro de múltiples escalas de tiempo y espacio, dejando de ser el riesgo considerado como un fenómeno estrictamente local. La nación colombiana, debido a su ubicación geográfica, tiene una gran diversidad geológica, convirtiéndose en uno de los países con mayor grado de exposición a amenazas naturales (Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal , 2016).

En los años 80's a nivel mundial, se empiezan a incorporar los desastres y como es la incidencia de los mencionados procesos de desarrollo y las condiciones de vulnerabilidad a futuros eventos que tiene una relación directa o indirecta con el medio ambiente y la sostenibilidad. Las naciones unidas en los 90's impulso la declaratoria del decenio internacional para la reducción de riesgos por medio de intervenciones anticipadas al impacto. (Jones, 2010).

En Colombia para los 70's existían pocos estudios de riesgo teniendo en cuenta que esta es una forma errada de llamarlos ya que se hacían cuando ya había ocurrido el desastre. El congreso de la república en el año 1988 creo una organización formal para la gestión integral del riesgo llamándose "Sistema nacional para la prevención y atención de desastres" siendo una de las primeras formas para aproximarse a lo que ahora es la problemática de los desastres donde se esperaba y espera dar una adecuada respuesta teniendo en cuenta la prevención y mitigación (Cambio climático y gestión del riesgo, 2010).

Ante el riesgo de desastres naturales por deslizamientos, Colombia ha formulado una reglamentación que ha ido evolucionando con el aprendizaje y la coordinación internacional. Debido a esto, se considera importante que en cada municipio como territorio independiente en tomas de decisiones, tengan este reporte de riesgo de desastres ya que a partir de esto se incorpora la oportunidad de construir ciudades más seguras teniendo en cuenta las bondades o limitaciones del territorio en términos de amenazas y riesgos. (Calderón Ramírez, 2016).

Según datos publicados por el Banco Mundial, Colombia en su distribución del nivel de exposición indica que el 36% del territorio está en situación de amenaza sísmica alta, el 28% en alto potencial de inundación, el 8% en amenaza alta por movimientos en masa, mientras que el restante que es un

28% se desconoce información concreta; en cuanto a los efectos geológicos ocasionan grandes pérdidas que se concentran en un lugar específico teniendo como un factor determinante los factores hidrometeorológicos que son los que generan mayor impacto como los son el fenómeno del niño y la niña (Banco Mundial Colombia, 2012).

Teniendo en cuenta que se está buscando municipios más seguros y sostenibles, donde las opciones de desarrollo no se vean amenazadas por las características ambientales del territorio, si no que por lo contrario que estas puedan ayudar a su crecimiento económico, se permitirá establecer medidas no estructurales para la prevención y mitigación, orientadas a la reducción de riesgo existente y evitar la generación de nuevos riesgos a futuro. (Corporación autonoma del valle, 2017).

Frente a ello se determinan y ubican en mapas las zonas que presenten alto riesgo para la localización de asentamientos humanos por amenazas o riesgos naturales, así como las estrategias para su manejo, que están entendidas como los mecanismos de reubicación de los asentamientos humanos localizados en zonas de riesgo o la creación de alternativas para mitigar estos riesgos. De acuerdo con el IGAC, los departamentos más críticos por el riesgo de deslizamientos están en la región andina particularmente, el Departamento del Tolima (Betancur, 2016).

4. Planteamiento del problema

En Colombia, se evidencia que, debido a su ubicación geográfica, posee una gran diversidad geológica, hidrológica y climática lo que puede ocasionar que se presente diferentes fenómenos que pueden ser una amenaza para el desarrollo socioeconómico del país. El territorio colombiano se encuentra ubicado con un 35% en la cordillera de los Andes donde según estudios se puede evidenciar que tiene una gran probabilidad de actividad sísmica debido a la actividad tectónica de subducción que tiene lugar en las costas pacificas; Por consiguiente se evidencia que por su posición intertropical se presentan dos periodos de lluvias; uno es en la región caribe y el otro se evidencia en zonas de la región andina; siendo esta condición alterada por los fenómenos del niño y la niña, ocasionando periodos largos de sequias o por lo contrario de inundaciones. Según el Banco Mundial cada 9 de 10 colombianos están expuestos a amenazas sísmicas alta y media con un porcentaje del 86%. Particularmente en este caso, conforme lo descrito por el Banco Mundial cada 1 de 3 colombianos viven en zonas expuestas a un alta y media amenaza por deslizamientos (Unidad nacional de gestion del riesgo, 2013).

Particularmente en la zona andina se han presentado regularmente deslizamientos y movimientos en masa siendo así un gran problema para la calidad de vida de los habitantes en esta región impidiendo seguir de una manera tranquila, las actividades cotidianas, siendo las carreteras que

conecta pueblos con ciudades las mas afectadas, provocando daños, muertes y perdidas económicamente significativas; teniendo en cuenta que las perdidas pueden ser de manera directa o indirecta (Duque, 2000).

En la actualidad, existe un plan de gestión del riesgo de desastres en Colombia que se creó como una estrategia para la implementación de acciones conjuntas para llevar a cabo procesos donde se puedan evaluar la vulnerabilidad de diferentes territorios para así mismo contribuir al mejoramiento de la calidad de vida y el desarrollo sostenible de la región u país.

En el Departamento del Tolima, se implementó el Plan departamental de contingencia por movimiento de tierra; A partir de datos entregados por el IDEAM se pueden empezar a planificar diferentes acciones para la reducción, mitigación, prevención de desastres y riesgos. Se cabe resaltar que Colombia y como tal el departamento del Tolima debe avanzar mucho más en el tema de infraestructura segura si quiere seguir siendo una de las regiones más competitivas a la hora de exportar.

El corregimiento de Playarrica, conforme a los expresado por Cortolima (2015) presenta una amenaza mayor al 44% por remoción en masa (deslizamientos) con un factor de seguridad menor de 1.1 en un tiempo de 10 años; esto se puede estar presentando por causas naturales o intervenciones antrópicas no reguladas (Cortolima, 2015).

Habitualmente, en el corregimiento de Playarrica, existen puntos estratégicos de deslizamientos que se repiten con gran frecuencia y no se han analizado de una manera detallada para poder implementar una estrategia que, pueda ayudar a mitigar las acciones ambientales o antrópicas que se están presentando en el lugar. Estos deslizamientos han generado cierres parciales de las vías que afecta de manera directa la calidad de vida de los habitantes y consigo perdidas económicas tanto para el corregimiento como el municipio.

5. Justificación

Las habituales amenazas de origen natural o antrópico que están afectando la calidad de vida de las personas del corregimiento de Playarrica, son un problema de lo que se aqueja la misma comunidad. Para identificar una solución que permita avanzar en el ámbito de la gestión del riesgo al municipio, se pretende con este proyecto diseñar una estrategia con un enfoque de mitigación y prevención que ayuden a la orientación de manera coordinada con la gestión del riesgo en la zona; y así mismo evitar la utilización no optima de terrenos o áreas no apropiadas por ser zonas de riesgos por deslizamientos e la zona de estudio.

Teniendo en cuenta que es una oportunidad para el desarrollo del municipio y del corregimiento, ya que evitará las amenazas por la presencia de deslizamientos y costosas inversiones que se pueden presentar debido a algún tipo de desastre, a partir de la identificación y zonificación de forma anticipada de las zonas de alto riesgo, siendo un paso fundamental para establecer correctamente las áreas de expansión del municipio buscando mitigar o evitar desastres futuros. Teniendo en cuenta el riesgo que ya existe en el municipio y así mismo dar un tratamiento que se implementara con el fin de reducir las pérdidas de biodiversidad y vidas humanas, como también mitigando los daños económicos que pueden generar estos fenómenos naturales.

El mejoramiento de la calidad de vida de las personas que residen en este corregimiento es uno de los pilares importantes para el desarrollo de estas estrategias, tanto como formulando una buena intervención del territorio, las condiciones sociales y el uso del suelo en el área de influencia.

6. Objetivos generales y específicos

6.1 Objetivo general

Diseñar una estrategia viable para la mitigación de los impactos generados en las diferentes zonas de riesgo por deslizamientos en el corregimiento de Playarrica, municipio de San Antonio, Tolima.

6.2 Objetivos específicos

- Identificar las zonas de riesgo por deslizamientos (remoción en masa).
- Analizar el tipo de suelo, geología y variables meteorológicas encontrados en la zona de estudio.
- Diseñar una estrategia para la reducción del riesgo por deslizamientos en el corregimiento de Playarrica, municipio de San Antonio, Tolima.

7. Marco referencial

7.1 Análisis del territorio

7.1.1 Municipio de San Antonio Tolima

El municipio de San Antonio se encuentra ubicado al sur del Departamento del Tolima, en el flanco oriental de la cordillera central, a una distancia de 109 kilómetros de la ciudad de Ibagué y 230 kilómetros de la ciudad de Bogotá. San Antonio limita con cuatro municipios, por el Noroccidente con Ronces Valles, por el Sur con Chaparral, por el Nororiente con Rovira y por el oriente con Ortega. El municipio se encuentra ubicado sobre la cuenca del río Cucuana, el cual cuenta con numerosos ríos y quebradas que vierten sus aguas al río. El municipio tiene una superficie total de 389 Km², que corresponde al 0,65% del territorio departamental. De esta área, 385,03 Km² corresponde a la zona rural, es decir el 98,98% y 3,97 Km² a la cabecera municipal, que corresponde al 1,02% del área total del municipio, Sus coordenadas y demás aspectos se detallan en la siguiente tabla (SALAZAR, 2011).

Tabla 1. San Antonio Tolima. Localización geográfica, temperatura y distancia a la capital

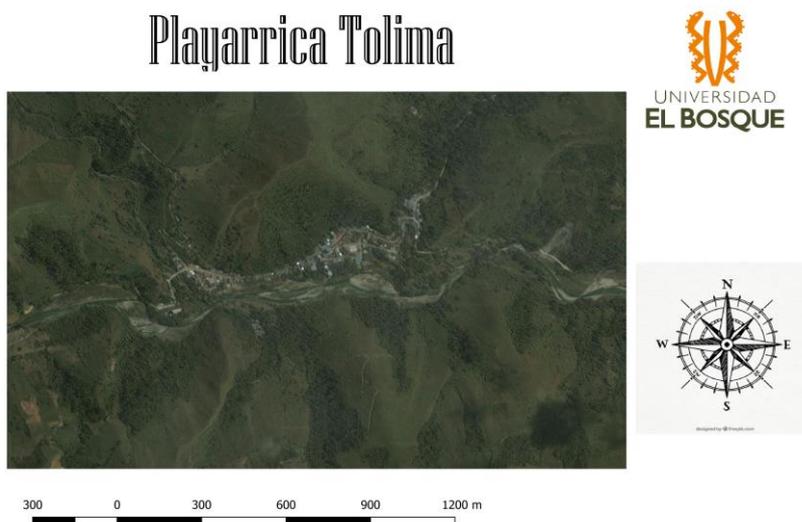
Localización, temperatura y distancia	
Latitud norte	3° 55'
Longitud oeste	75° 29'
Altura sobre el nivel del mar (m. s. n. m)	1.400
Temperatura (°C)	23
Distancia a la capital (Km)	106

Fuente: (SALAZAR, 2011)

7.1.2 Descripción del área de estudio

El corregimiento de Playarrica cuenta con 275 viviendas y 5381 habitantes aproximadamente, situado a la orilla del río Cucuana, convergen en este sitio, límites con cuatro municipios a saber: Ortega, Roncesvalles, Rovira y San Antonio (Esquema de ordenamiento territorial , 2014).

Ilustración 1 Mapa de ubicación Corregimiento Playarrica Tolima.



Fuente: Google earth

7.2 Marco legal

Cronología de las diferentes leyes y decretos que se han establecido en Colombia para el estudio de zonas de riesgo, La Constitución Política de Colombia estableció en 1991 que: “La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud. Toda persona tiene el deber de procurar el cuidado integral de su salud y de su comunidad”. (Normatividad, 2015).

Tabla 2. Normatividad Nacional y Distrital para la Gestión de Riesgo de Desastres

Normatividad	Nombre de la normatividad	Objetivo de la normatividad
Constitución política del 91	Artículo 8	Es obligación del Estado y de los particulares proteger las riquezas naturales y culturales de la Nación
	Artículo 79	Derecho a un ambiente sano. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica.
Ley 1523 de 2012 del Congreso de Colombia	Por el cual se adopta la política nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres	Llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio colombiano, mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible.
152 de 1994	Ley orgánica del Plan de Desarrollo	Art 3. Principios generales, enfatizando la sustentabilidad ambiental que permita estimar costos y beneficios ambientales para definición de acciones.

Decreto 4579 de 2010 de la Presidencia de la República de Colombia	Por el cual se declara la situación de desastre nacional en el territorio colombiano	Declarase la existencia de una situación de Desastre Nacional en todo el territorio nacional.
Documento CONPES 3146 de 2001 del Departamento Nacional de Planeación	Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres en el corto y mediano plazo	Conjunto de acciones prioritarias para mejorar el desarrollo del Plan con respecto a elementos como el conocimiento, la incorporación del tema en la planificación, el fortalecimiento institucional del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres
Decreto 93 de 1998 de la Presidencia de la República de Colombia	Se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres	Garantizar un manejo oportuno y eficiente de todos los recursos humanos, técnicos, administrativos, económicos que sean indispensables para la prevención y atención de desastres

Fuente: (Autora, 2018)

Para finalizar, se identificó que la estructuración de leyes y decretos en Colombia para la gestión del riesgo se encuentran establecidos; sin embargo se debe crear estrategias que permitan la adaptación obligatoria de esta e incentivar el manejo adecuado dado que en muchos casos estas son utilizadas como cumplimiento de requisitos.

7.3 Marco conceptual

Este marco dará paso a los diferentes conceptos que estarán relacionados con nuestro proyecto, teniendo en cuenta que son importantes en el marco de la investigación y en el momento de desarrollar las diferentes estrategias de la investigación. En este se empieza con el concepto más relevante en el proyecto:

7.3.1 Gestión del riesgo

Según las naciones unidas para la reducción del riesgo de desastres se define la gestión del riesgo como el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes, 2017). La Gestión del riesgo viene de la mano con diferentes conceptos que son necesarios para el momento de comprender y saber aplicar la gestión del riesgo que son:

7.3.2 Riesgo

Según (Garzon & Valencia, 2012) se define como Producto de la probabilidad de ocurrencia de un evento catastrófico como un deslizamiento y el costo de las pérdidas. Como también según la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, se define como la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre.

Se puede decir que para la determinación de un riesgo, se debe incluir las variables del riesgo

7.3.3 Variables del riesgo

En el momento de hablar del riesgo tenemos que tener en cuenta la amenaza y la vulnerabilidad donde estas dos variables son importantes al momento de entender el riesgo:

7.3.4 Amenaza

Que se define como 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 (Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes, 2017).

7.3.4.1 Vulnerabilidad

Se refiere a la 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 (Ley 1523 de 2012) (Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes, 2017).

Estas variables pueden ser estudiadas o analizadas; siendo así mismo el riesgo analizado, esto se puede hacer por medio de un término importante que sería la evaluación del riesgo.

7.3.4.2 Evaluación del riesgo:

Que Implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y la recuperación (Ley 1523 de 2012) (Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes, 2017).

7.4 Estado de arte

En este ítem se recopiló los diferentes resultados de otras investigaciones que se han realizado sobre el tema de investigación a estudiar que en este caso sería las zonas de riesgo por deslizamientos, donde nos mostrará que se ha hecho sobre la temática; esto ayudará al desarrollo del trabajo ubicándolo en un enfoque y alcance que debe ser formulado. Este ítem está relacionado con los conceptos anteriormente nombrados y que son relevantes en el proyecto; teniendo en cuenta esto se empieza con dos artículo nacional, para continuar con uno regional y terminando con el articulo internacional.

En el trabajo titulado “*La gestión del riesgo, de la incertidumbre a la adaptabilidad*” realizado en el 2011 se estudian y Analizan los conflictos que se han presentado por el uso del territorio y factores de amenaza, riesgo y adaptabilidad que están relacionados con el desarrollo para emergencias por desastres socio naturales que deben ser prerrequisitos para establecer lineamientos que permiten la definición e implementación de un modelo de gestión integral de riesgo asociado a la prevención, mitigación y atención de desastres. Para la metodología utilizada se tuvo en cuenta la técnica hipotético deductivo la cual ayudo a reconocer y fortalecer las interacciones entre el ser humano y la naturaleza y otra fue el sistemático, allí se asume el territorio como una estructura compleja que requiere modelarlo para resolver conflictos de uso y riesgo por variables climáticas como geológicas (Mosquera & Gomez, 2011).

En el artículo se concluyó que el uso del territorio y condiciones de acceso y prestación de servicios en los diferentes territorios deben ser mejorados teniendo en cuenta la adaptabilidad del mismo; asegurando su adecuado manejo y articulación de la estructura física y funcional del territorio (Mosquera & Gomez, 2011).

En el 2012 Garzon & Valencia realizaron el estudio “*la evaluación de la vulnerabilidad y consecuencias por deslizamientos en la conexión vial uburrá-rio*”, desde el inicio de la construcción de esta vía se evidenciaron diversos problemas por deslizamientos en los taludes y estos han generado cierres parciales o totales, afectando la economía por las inversiones de gran magnitud para la rehabilitación y mantenimiento de esta. A partir de esta problemática se realizó este estudio con una propuesta que pretende involucrar en los proyectos viales, el análisis de vulnerabilidad vial, que permita hacer una estimación de los costos iniciales vs costos de reparación, rehabilitación y mantenimiento y así disponer de herramientas que permitan evaluar cuáles son los recursos necesarios para garantizar su correcto funcionamiento (Garzon & Valencia, 2012).

Para su metodología de estudio se encontró que primero es la recopilación de la información pertinente, para la elaboración de un cuadro estadístico de los hechos y acontecimientos que se han presentado durante el funcionamiento de la vía, como segundo paso fue la elaboración de un informe técnico, que sea indispensable para la recopilación de la información en campo que permita posteriormente la tabulación eficiente. La clasificación de los movimientos en masa donde podemos

evidenciar el riesgo que puede estarse estudiando. Por último se hizo un análisis conveniente de riesgo, en el cual se citó la vulnerabilidad del terreno a sufrir deslizamientos así como las medidas de prevención, esto se hace por medio de examinar el riesgo natural, el cual es definido como la probabilidad de ocurrencia en un lugar dado y en un momento determinado de un fenómeno natural (Garzon & Valencia, 2012).

Esta metodología fue usada en el artículo realizado por Hernández en el 2012 “*Caracterización y análisis de la amenaza y vulnerabilidad Física por taludes y laderas inestables en la microcuenca de La quebrada cay, Ibagué, departamento del Tolima*”. Donde se han presentado en la cuenca históricamente diferentes fenómenos de remoción en masa que se evidencian en la Tabla 1, afectando los taludes y laderas de la microcuenca, impactado en diversas ocasiones la infraestructura física de la zona en particular una de las bocatomas que abastece el acueducto de la ciudad de Ibagué. Para así mismo hacer la parametrización a través de la asignación de un valor de 1 a 5 de acuerdo al grado de inestabilidad generada por el factor, para después construir una matriz tanto para la amenaza como para la vulnerabilidad física que ha permitido recolectar los diferentes factores y determinar las zonas más críticas (Hernandez, 2013).

Tabla 3. Desarrollo histórico de emergencias y desastres en la cuenca del Combeima. Municipio de Ibagué, Tolima Año 1956-1995

FECHA	LUGAR	FENOMENO OCURRIDO	CONSECUENCIA
29-06-59	Quebrada el Billar	Deslizamientos, inundaciones	120 muertos, 350 damnificados, casas y puentes afectados en Juntas, Villa Restrepo, Ibaqué
22-05-67	Cuenca del Combeima	Más de 100 deslizamientos, avalanchas e inundaciones.	Un muerto, daños en cultivos y semovientes.
21-06-74	Quebrada la Cristalina	Deslizamientos, represamientos e inundaciones.	Casas inundadas en Llanitos, obstrucción en los puentes, grave peligro en pastales.
25-05-75	Quebrada Cay	Desbordamiento de quebradas.	Bocatomas taponadas, daños en cultivos.
09-06-77	Quebrada la Plata	Avalanchas	Casas destruidas, inundaciones, 4 heridos.
01-06-80	Vereda la Victoria	Avalanchas	8 casas destruidas.
05-11-81	Rio Combeima	Avalanchas	18 casas destruidas(8 en Chapetón)
08-06-84	Finca la María	Inundaciones	Daño en los cultivos.
31-07-85	Quebrada Guamal	Derrumbes, deslizamientos y represamientos del Combeima.	Casas y cultivos destruidos en Juntas y Pastales.
04-07-87	Q. la Plata, la Platica, Bella Vista y Peña Roja	Derrumbes, deslizamientos, flujos e inundaciones.	15 muertos, 2300 afectados, casas y puentes destruidos, daños en cultivos, daño y taponamiento de la bocatoma.
24-06-89	Rio Combeima	Avalanchas y desbordamientos	300 muertos, viviendas arrasadas en Juntas e Ibaqué.
14-07-90	Q. el Cedral, Peña Roja, Bella vista, la pradera y Guamal	Deslizamientos, flujos de lodo, avalanchas.	Colmatación de lodos a las piscinas decantadoras del acueducto de Ibaqué.
04-06-91	Rio Combeima	Desbordamientos y avalanchas	20 casas destruidas, 3 muertos, 6 heridos.
05-03-93	Rio Combeima	Represamiento del rio.	Aquidización del proceso erosivo.
13-04-94	Tres esquinas	Deslizamiento de tierra.	Una casa destruida.
14-04-94	Llanitos	Deslizamiento de tierra.	Una casa destruida, 4 muertos.
20-05-94	Llanitos	Invierno prolongado.	Varias casas agrietadas, hubo evacuación.
22-09-94	Llanitos	Incendio forestal.	
01-02-95	Llanitos	Incendio forestal.	Tres hectáreas de rastrojo.
08-07-95	El silencio	Represamiento del Combeima	No se conoce el reporte.

La información obtenida a partir de este trabajo de investigación permitió realizar la identificación y valoración del grado de riesgo asociado a la vulnerabilidad física de las zonas problema, de manera que se puedan realizar el diseño de las obras de ingeniería civil pertinentes para prevenir y controlar las afectaciones que las inestabilidades puedan ocasionar a las comunidades de la microcuenca (Hernandez, 2013).

Por último se tiene un artículo realizado en el 2006 titulado “*sismos y lluvias, factores detonantes de deslizamientos de laderas en las regiones montañosas de Puebla, México*” donde se analiza que el estado de Puebla ubicado en el centro de la República Mexicana se ve afectado por sismos producto de la actividad a lo largo del Cinturón Volcánico Mexicano que tienen impacto en el centro y sur del estado, además de lluvias intensas en las regiones montañosas ubicadas al Norte y Nororiente del mismo, originadas por los huracanes y tormentas tropicales procedentes del Golfo de México. El escenario anterior ofrece peculiaridades de tipo geomorfológico y meteorológico que han desencadenado deslizamientos de laderas, los cuales han causado considerables daños económicos y lamentables pérdidas humanas. En este artículo se describe brevemente las

características geomorfológicas del estado de Puebla, considerando su clima, el cual tiene impacto en la meteorización de las rocas que conforman la región montañosa; además se incluye su historia sismológica en los últimos 100 años, para eventos mayores de 6° Richter, y las lluvias torrenciales de 1999 y 2005 que han desencadenado deslizamientos de laderas (Quesada, 2006).

La lluvia es uno de los principales factores que afecta la estabilidad de laderas, muchos deslizamientos ocurren durante o después de los períodos de lluvia, además las áreas donde se registra mayor precipitación anual presentan mayores problemas de estabilidad debido entre otras cosas, a la existencia de caudales de flujo subterráneo y materiales más meteorizados que tienen incidencia en las propiedades geomecánicas del terreno. Y se tiene que Los deslizamientos de grandes masas del terreno en taludes y laderas naturales se presentan con mayor frecuencia afectando a nuestro planeta, estos fenómenos al igual que los terremotos, inundaciones, erupciones volcánicas, tsunamis, avalanchas, etc., amplifican su intensidad por actividades humanas, causando considerables daños económicos, sociales y naturales. Lo anterior provoca que anualmente cientos de familias queden sin hogar y lo que es peor, que muchos seres humanos pierdan la vida, convirtiendo las regiones afectadas en verdaderos desastres (Quesada, 2006).

7.5 Marco teórico.

Con el fin de valorar las consecuencias, económicas, ambientales y sociales que pueden ser ocasionadas por los riesgos de deslizamientos, se desea desarrollar estrategias para la mitigación de estos riesgos disminuyendo el nivel de incertidumbre en la toma de decisiones respecto a las asignaciones del suelo y recursos disponibles, con la facilitación de estrategias de prevención y control en el municipio de San Antonio Tolima y que puedan ser utilizadas en proyectos futuros de carácter en la gestión del riesgo del municipio, para esto es sumamente importante correlacionar el riesgo integrando las amenazas sociales y económicas por deslizamientos, el cual evidenciara el cociente entre las amenazas y el costo asociado a este riesgo estudiado.

En el informe titulado “*Análisis de la gestión del riesgo*” dirigido por el Banco Mundial, bajo la coordinación de Ana campos G, Carolina Díaz, en el año 2012, se resalta que en Colombia, las condiciones topográficas forman un escenario propicio para la ocurrencia de deslizamientos (movimientos en masa), situaciones que se desarrollan en las zonas montañosas. Donde se evidencia que estos fenómenos pueden ocurrir por factores geológicos, geomorfológicos, estructurales, climáticos y geotécnicos que interactúan con el territorio, unas de las probabilidades o factores más estudiados es el suelo ya que por su variedad puede producir estos eventos, el agua o el arrastre de partículas como también se encuentra la probabilidad de que las intervenciones antrópicas que generan procesos erosivos (cambios en la composición del suelo). En este se menciona algo relevante para nuestro estudio y es que “Tolima tienen los indicadores más altos de pérdidas de vidas constituyendo un 15% por deslizamientos uno de los fenómenos más probables de ocurrencia” (Campos & Diaz, 2012).

Otro hallazgo importante es que la identificación de modelos probabilistas que estimen las pérdidas económicas son muy pocos, que puedan ayudar a la estimación de las pérdidas económicas y de vidas frente a los deslizamientos a escala nacional o regional ya sea por la infraestructura que más se ve afectada por este tipo de fenómenos (Campos & Diaz, 2012). Por eso a partir de esta falta se encontró se muestran indicadores para la gestión de los riesgo que en el artículo “Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre” realizado por Omar Darío Cardona, IDEA, se menciona que mejorar el uso y la presentación de información sobre riesgos, con el fin de ayudar a los responsables de formular políticas e identificar prioridades de inversión en reducción (prevención/mitigación) del riesgo y dirigir el proceso de recuperación después de un desastre. Partiendo de que el índice de desastres locales captura la problemática de riesgo social y ambiental que se deriva de los eventos frecuentes que afectan de manera crónica el nivel local y subnacional, impactando la sociedad más frágil y generan un efecto altamente perjudicial para el desarrollo del país (Cardona, 2007).

La metodología para cuantificar la probabilidad de que se presente un evento se debe tener información, la más completa posible, acerca del número de eventos que pudieron haber ocurrido en el pasado, entonces se debe tener en cuenta que al evaluar la amenaza es pronosticar la ocurrencia de un fenómeno con base en su mecanismo generador (lluvias, deslizamientos y pendientes fuertes). Para poder llevar a cabo esta metodología se debe tener en cuenta la recopilación de información, haciendo una zonificación a escala para la cuantificación de la amenaza, donde se podrá saber las áreas homogéneas o zonas de amenaza constante (Cardona, 2007).

A partir de los resultados se dará una idea particular de la situación y de los niveles de eficacia y eficiencia de los países analizados con todas las advertencias con la exactitud de los datos recolectados, invitando a cambios políticos y acciones, como se hace explícito en las discusiones de los objetivos del informe (Cardona, 2007).

8. Metodología

Para el diseño de la estrategia se tuvo en cuenta ambas metodologías, cualitativa y cuantitativa, que permitirá una mirada holística del problema. Dicha valoración permitirá la priorización de áreas con mayor probabilidad de presentar riesgos por deslizamientos.

La metodología está compuesta por tres partes, un diseño metodológico, un diseño de la investigación cuantitativa que sería la recopilación de información y la cualitativa que es la práctica

8.1 Metodología de la investigación

Para el desarrollo de este proyecto, la metodología se basa en un enfoque mixto ya que para la investigación se usa información cuantificable y cualitativa a lo largo de la ejecución, además utiliza bases de datos para la identificación de las pendientes para la identificación de las zonas más vulnerables. Para partir requiere de diferentes datos numéricos como las pendientes de y algunos estudios de los suelos para identificar el porqué de los eventos que se pueden o que se están presentando, dentro de otros datos numéricos se encuentran los costos de los materiales e implementación que este conlleva.

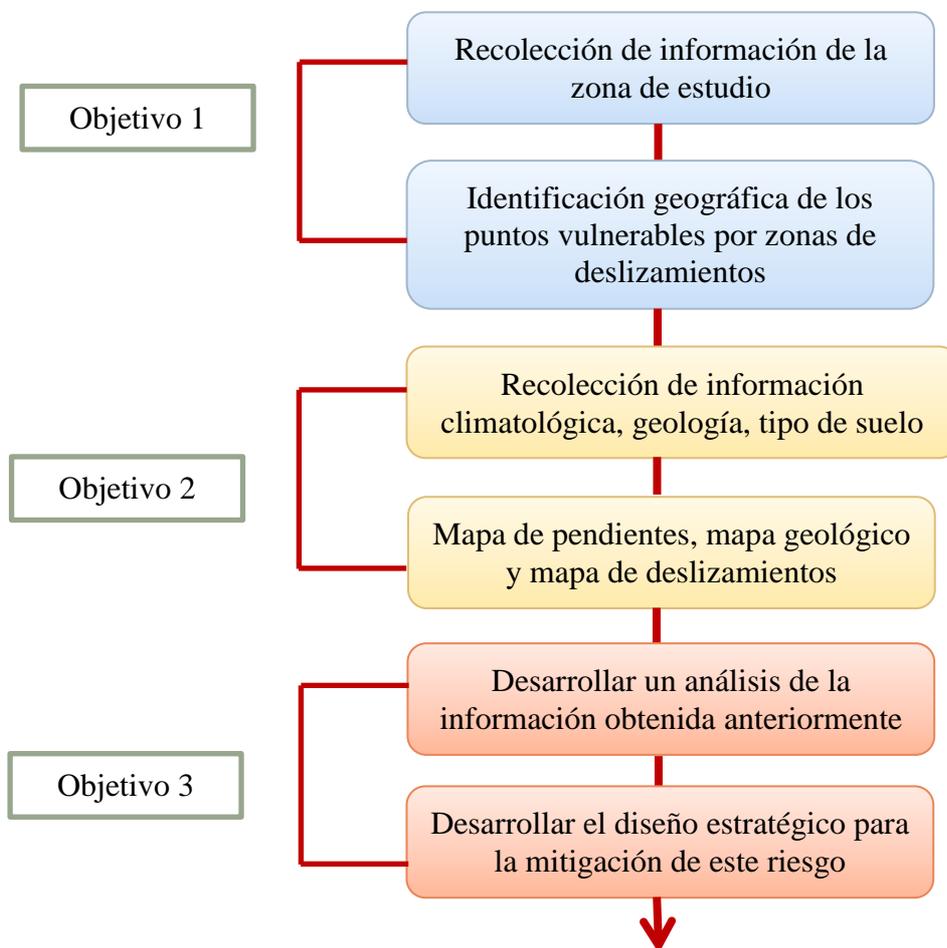
La información es numérica, pero del mismo modo se usan técnicas cualitativas de análisis de datos, ya que la observación es una de las principales para el análisis de la pregunta de investigación realizándose de una manera objetiva por ejemplo para realizar el desarrollo de mapas temáticos se necesita de la observación de las zonas para detectar según la observación cual está siendo la más vulnerable y por donde se debe empezar, aparte de esto en este estudio se relaciona con lo social y económico donde se evidenciará que tan afectadas están siendo las comunidades y la economía del municipio utilizando la observación y cifras etc.

El método de la investigación es inductivo-deductivo ya que permite que se trabaje la información desde una manera general a lo particular o viceversa lo que permite que el estudio tenga una mirada más holística y centrada del fenómeno que puede ocurrir en el área de estudio.

Se debe decir que el diseño de estas estrategias se acomoda a las variables de tiempo, clima, suelo y diferentes factores geológicos por lo que se puede ver que varias disciplinas están siendo empleadas en la investigación siendo un estudio interdisciplinario. A partir de todo lo que se ha dicho anteriormente este trabajo tiene como alcances el exploratorio y correccional, esto se debe a que en la investigación se encuentra de que a pesar de que se han desarrollado muchos trabajos sobre estas zonas de riesgo, hay pocos estudios que se han hecho en el área de influencia del proyecto a desarrollar; y es correlacional ya que este relaciona la interacción entre el ambiente, lo social y económico; y que tan expuestos están estas variables en el estudio a realizar, estas relaciones se evidenciaran en el proceso de investigación, estas relaciones se evidenciaran con la investigación cuantitativa y cualitativa de la zona de estudio.

El siguiente diagrama representa el cómo se ejecutó la metodología para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Ilustración 2 Metodología de la investigación



Fuente: Autora, 2018

A continuación se mostrará los instrumentos y técnicas que se utilizarán para la elaboración de la investigación y el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos propuestos para llevar a cabo el alcance o terminación de la investigación y consiga el proyecto.

Tabla 4. Técnicas e instrumentos

OBJETIVO	DIMENSIÓN	VARIABLE	ASPECTO	INDICADOR/ DESCRIPTOR	TECNICA	INSTRUMENTO
Identificar las zonas de riesgo por posible riesgo por deslizamientos		Zonas de deslizamientos	Cantidad	# De deslizamientos	Observación	Salida de campo/Fotografía
					Interpretación	Software QGIS

(remoción en masa).						
Analizar el tipo de suelo y variables meteorológicas encontradas en la zona de estudio	Ecológico	Tipo de suelo	Características	Tipo de suelo	Análisis Documental	Suelo
				Propiedades		Fotografías
		Precipitación	Cantidad	mm/h	Análisis Documental	Datos reportados por el IDEAM
		Radiación Solar	Cantidad	W/m ²	Análisis Documental	Datos reportados por el IDEAM
Diseño de estrategia para la reducción del riesgo en el corregimiento de Playarrica Tolima		Estrategia	Modelo estratégico	VARIABLES a estudiar	Análisis Documental	ITEMS ya elaborados

Fuente: Autora, 2018

8.2 Plan de trabajo

La metodología que se utilizó estuvo basada en el desarrollo de los tres objetivos específicos, lo que permitió una mayor claridad en la información obtenida y su organización; por último su análisis. Para este plan de trabajo se desglosó por medio de los objetivos específicos planteados:

8.2.1 Plan de trabajo por objetivos

8.2.1.1 Objetivo específico 1

- Identificar las zonas de riesgo por deslizamientos (remoción en masa).

Para desarrollar la identificación de las zonas de riesgo se realizó una salida de campo de doce (12) días donde se visitaron puntos estratégicos, esto se ejecutó en las 4 vías principales que conectan al corregimiento de Playarrica con el resto del departamento; A partir de esto se visitaron áreas que ya presentan o que poseen tendencias a presentar este tipo de riesgo, para esto se tomaron coordenadas y registro fotográfico que pudieron ayudar a la investigación de estos. Antes de la salida de campo se tuvo en cuenta el estudio de la zona, una descripción de esta y el área de influencia que son 12,5Km². A partir de esto se identificaron los diferentes tipos de deslizamientos que se encuentran en la zona si es rotacional o trasnacional.

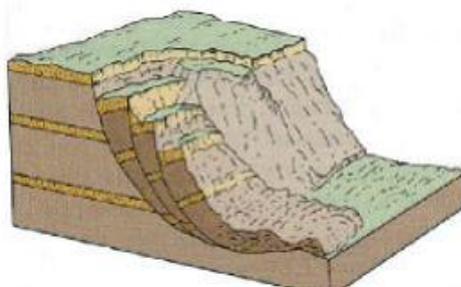
8.2.1.1.1 Tipos de deslizamientos

Para la identificación de las zonas se tuvo en cuenta que tipo de deslizamientos se estaba presentando en esta, de acuerdo con la literatura se pueden identificar dos tipos de deslizamientos que se explicaran a continuación:

8.2.1.1.1.1 Rotacional

El movimiento rotacional se da donde la superficie de ruptura es curva, la masa rota hacia atrás alrededor de un eje paralelo a la ladera (Ilustración. 3) (Mora, 2015).

Ilustración 3 Deslizamiento rotacional

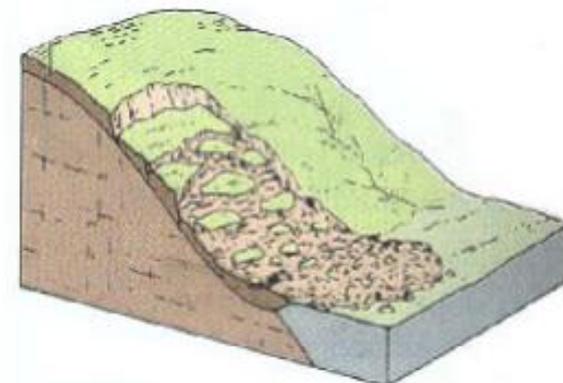


Fuente: (Mora, 2015)

8.2.1.1.1.2 Translacional

El movimiento translacional se da cuando la superficie de ruptura es más o menos plana o suavemente ondulante y la masa se mueve paralela a la superficie del terreno (Ilustración. 4) (Mora, 2015).

Ilustración 4 Deslizamiento translacional



Fuente: (Mora, 2015)

8.2.1.2 Objetivo específico 2

- Analizar el tipo de suelo, geología y variables meteorológicas encontrado en la zona de estudio.

Para el desarrollo de este objetivo se hicieron diferentes análisis de la zona de estudio para la determinación de las variables que pueden estar afectando directa o indirectamente con el riesgo presente, estos análisis se explicaran a continuación:

8.2.1.2.1 Tipo de suelo

Para el desarrollo de este Ítem se realizó una salida de campo de doce (12) días, donde se tomaron muestras de suelo en las principales vías que conectan con el corregimiento de Playarrica que son 4 (Vía Playarrica-Mesetas, Vía Playarrica-Roncesvalles, Vía Playarrica-Guadualito y Vía Playarrica-Ibagué); a partir de estas se tomó una muestra en cada vía con sus respectivas coordenadas y una descripción básica de lo que se ve a simple vista. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC donde se ordenaron hacer dos análisis determinantes en el proyecto que son la estructura del suelo tomado y el pH. La estructura para saber que propiedades tiene como lo son la retención de humedad que identifican si hay una deficiencia y las precipitaciones están afectando este suelo y el pH para en que rango se encuentra el suelo encontrado para así identificar el tipo de vegetación que es compatible con este suelo y a si mismo poder buscar un tipo que pueda retener este mismo.

8.2.1.2.2 Geología

En este Ítem se realizó un análisis histórico de la geología que presenta el departamento del Tolima; Dado que no se encuentra información específica de la zona, se tuvo en cuenta el análisis a nivel departamental. Después de esto se realizó un estudio del mapa geológico y se describe los diferentes hallazgos encontrados en este, tomando en cuenta la localización de la zona y diferentes fallas que pueden estar afectando el corregimiento; como también el tipo de roca predominante y su descripción.

Para el establecimiento de las pendientes en la zona se desarrolló un mapa de pendientes que se toma como variable determinante en el momento de estudiar y analizar el riesgo. Este mapa tiene rangos en porcentajes que están clasificados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Rangos de pendiente

Relieve	Rango de pendiente
Plano	0-10

Suavemente inclinado	10-20
Ligeramente inclinado	20-40
Moderadamente inclinado	40-60
Inclinado	60-80
Fuertemente inclinado	80-100

Fuente: Autora, 2018

8.2.1.2.3 Precipitación y radiación solar (Variables meteorológicas)

Para el desarrollo de este ítem se tuvieron en cuenta los datos que han sido registrados por el IDEAM que es el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales que da seguimiento a estas variables e identifica en que sector están siendo más frecuentes y fuertes; determinando así la relación directa o indirecta con el riesgo que se está presentando en el corregimiento de Playarrica Tolima.

8.2.1.3 Objetivo específico 3

- Diseño de estrategia para la reducción del riesgo en el corregimiento de Playarrica Tolima.

Para el diseño de la estrategia para la mitigación del riesgo se tuvo en cuenta las técnicas presentadas en un artículo llamado “técnicas de mitigación para el control de deslizamientos en taludes y su aplicación a un caso específico” que fue desarrollado en la universidad de el salvador (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006). Del mismo modo se procedió a crear unas fichas técnicas donde se pueda plasmar los programas por zona que al final será la conglomeración de la estrategia planteada; donde se propone un objetivo, tipo de deslizamiento, tipo de suelo y la estrategia planteada.

Tabla 6. Formato de diseño de estrategias para la mitigación de riesgos por deslizamientos

ESTRATEGIA PARA ZONA #			No. DE FICHA
TIPO DE DESLIZAMIENTO			
OBJETIVO			
ESTRATEGIA			
METAS	METAS PROYECTADAS		
	AÑO	AÑO	AÑO

CONTROLES	
PRESUPUESTO	
	TOTAL:

Fuente: Autora, 2018

9. Resultados

9.1 Resultados por objetivo

9.1.1 Objetivo específico 1

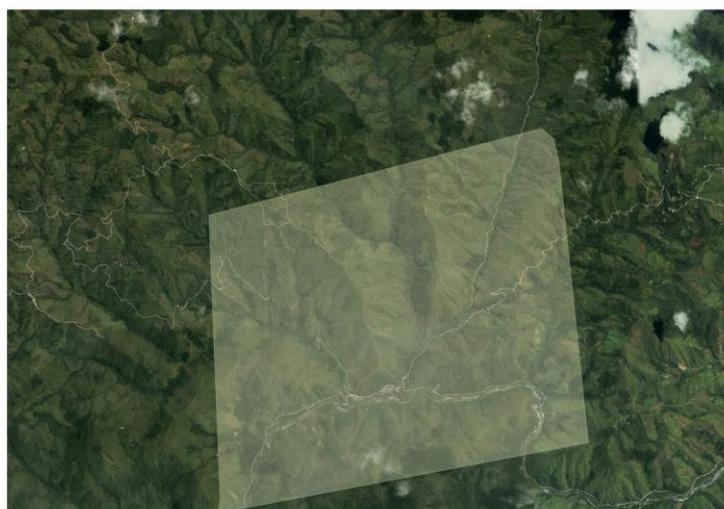
- Identificar las zonas de riesgo por deslizamientos (remoción en masa).

9.1.1.1 Mapa zona de influencia

Se describe el área de influencia por medio de un polígono, donde se estará teniendo en cuenta las diferentes zonas alrededor del corregimiento. El área de influencia es de 12,5 Km².

Ilustración 5 Área de influencia análisis en campo.

Area de influencia - Playarrica Tolima



PRESENTADO POR:
Paula Dayana Silva Gutierrez

Fuente: Qgis 2.18, 2018

9.1.1.2 Tabla de zonas con deslizamientos

En la siguiente tabla se muestran los diferentes puntos de interés, los cuales están siendo afectados por el riesgo de deslizamientos.

Tabla 7. Zonas de deslizamientos

ZONA	NUMERO	COORDENADAS GEOGRAFICAS	TIPO DE DESLIZAMIENTO	REGISTRO FOTOGRAFICO
VIA MESETAS VENTILLAS	1	N 4°3'57,88"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 1 Y 2
		W 75°25'10,602"		
	2	N 4°3'56,332"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 3 Y 4
		W 75°25'13,056"		
	3	N 4°3'34,5"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 5 Y 6
		W 75°24'26,532"		
	4	N 4°3'36,96"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 7 Y 8
		W 75°24'26,178"		
	5	N 4°4'54,744"	TRANSLACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA

VIA GUADUALITO		W 75°23'43,308"		9 Y 10
	6	N 4°4'53,868"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 11 Y 12
		W 75°23'43,71"		
	7	N 4°4'41,01"	TRANSLACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 13 Y 14
		W 75°23'45,618"		
	8	N 4°4'40,83"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 15 Y 16
		W 75°23'44,934"		
	9	N 4°4'27,048"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 17 Y 18
		W 75°23'48,918"		
	10	N 4°4'19,602"	TRANSLACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 19 Y 20
	W 75°23'53,934"			
VIA ROVIRA	11	N 4°3'21,636"	TRANSLACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 21 Y 22
		W 75°24'26,958"		
	12	N 4°3'21,69"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 23 Y 24
		W 75°24'14,262"		
	13	N 4°3'23,286"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 25 Y 26
		W 75°23'48,192"		
	14	N 4°3'22,182"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 27 Y 28
		W 75°23'23,718"		
15	N 4°3'10,836"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 29 Y 30	
	W 75°23'21,138"			
VIA RONCESVALLES	16	N 4°3'0,528"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 31 Y 32
		W 75°25'37,08"		
	17	N 4°2'34,05"	ROTACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 33 Y 34
		W 75°25'45,372"		
	18	N 4°2'31,596"	TRANSLACIONAL	MIRAR ANEXOS, FOTOGRAFIA 35 Y 36
		W 75°25'47,034"		

Fuente: Autora, 2018

9.1.2. Objetivo específico 2

9.1.2.1 Tipo de suelo

Para el tipo de suelo y pH de las zonas se enviaron las muestras a los laboratorios del IGAC; En este Ítem se realizó una salida de campo donde se tomaron las muestras de suelo por cada una de las zonas a estudiar; que en este caso fueron las 4 vías que conectan con el corregimiento de Playarrica Tolima; Ya con esto y el análisis se arrojaron los siguientes resultados.

Tabla 8. Tipo de suelo y pH zona de estudio

Identificación de muestra	Gravas %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural	pH
Vía Playarrica-Mesetas	0.0	60.7	16.7	22.6	F Ar A	6.240
Vía Playarrica-Roncesvalles	0.0	89.4	4.5	6.1	A	6.970
Vía Playarrica-Guadualito	0.0	79.3	10.5	10.2	F A	8.150
Vía Playarrica-Ibagué	0.0	73.1	12.6	14.3	F A	6.480

Fuente: Laboratorios IGAC

9.1.2.2 Geología

En este capítulo se presentan las diferentes variables a nivel geológico como lo son las fallas geológicas que están presentes en la zona y su nivel de incidencia en el riesgo estudiado, los tipos de rocas presentes en el departamento y cuáles son las más predominantes en el mismo.

9.1.2.2.1 Descripción de la geología a nivel departamental

En el departamento del Tolima debido a la variedad de rocas presentes y los fenómenos de volcanismo y tectonismo a que ha sido sometida la corteza terrestre; la geología presentada es muy compleja; La región está afectada por numerosas fallas geológicas que atraviesan el departamento en diferentes sitios con un sentido principalmente de sur a norte, las cuales están teniendo un control directo en algunas fuentes hídricas del departamento (INGEOMINAS, 2001).

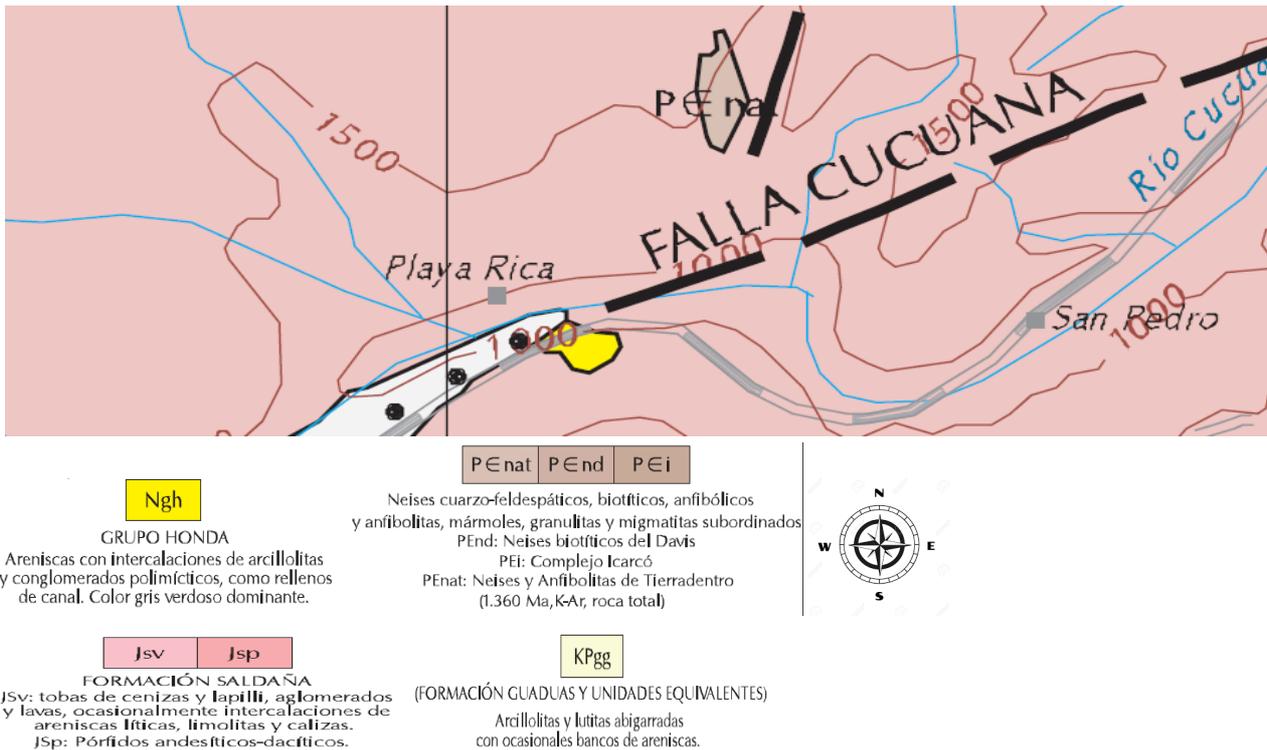
La principales fallas geológicas ubicadas en el departamento empiezan con la de Ibagué que pasa por la ciudad, la de cambao que limita la fosa tectónica del río Magdalena y las de Palestina, Machin, Cucuana y Saldaña localizadas en la cordillera central. Una de las principales rocas que se encuentran en el departamento son las rocas sedimentarias las cuales ocupan una extensión considerable y están ubicadas en el sector oriental; en el departamento tienen como importancia desde el punto de vista edafológico por la variedad de suelos que originan debido a su composición, su estructura y a las deformaciones tectónicas que influyen en el factor relieve del mismo. Por otra parte los flujos de lodo y los aglomerados se originaron en la parte alta de la cordillera central, avanzaron hacia la planicie aluvial y formaron los abanicos de Ibagué, Guamo entre otros; ya como materiales morrenicos de origen glaciar, se encuentran en los nevados y los aluviones recientes que están distribuidos en la planicie del río Magdalena (INGEOMINAS, 2001).

Hay que mencionar que otra de las rocas que ocupan gran parte de la extensión del departamento son las Rocas ígneas atravesando el departamento desde el municipio de Planadas al sur, hasta el

municipio de mariquita al norte; que constituye una variedad de rocas como lo son las granodioritas y dioritas como rocas predominantes. Ya por finalizar se encuentran las Rocas metamórficas que ocupan una baja extensión en el departamento pero no dejan de ser importantes de resaltar; estas son las rocas más antiguas, se resalta la granulitas que se extienden en zanjias sur-norte (INGEOMINAS, 2001).

9.1.2.2.2 Mapa geológico de la zona de estudio

Ilustración 6. Mapa Geológico Zona de estudio



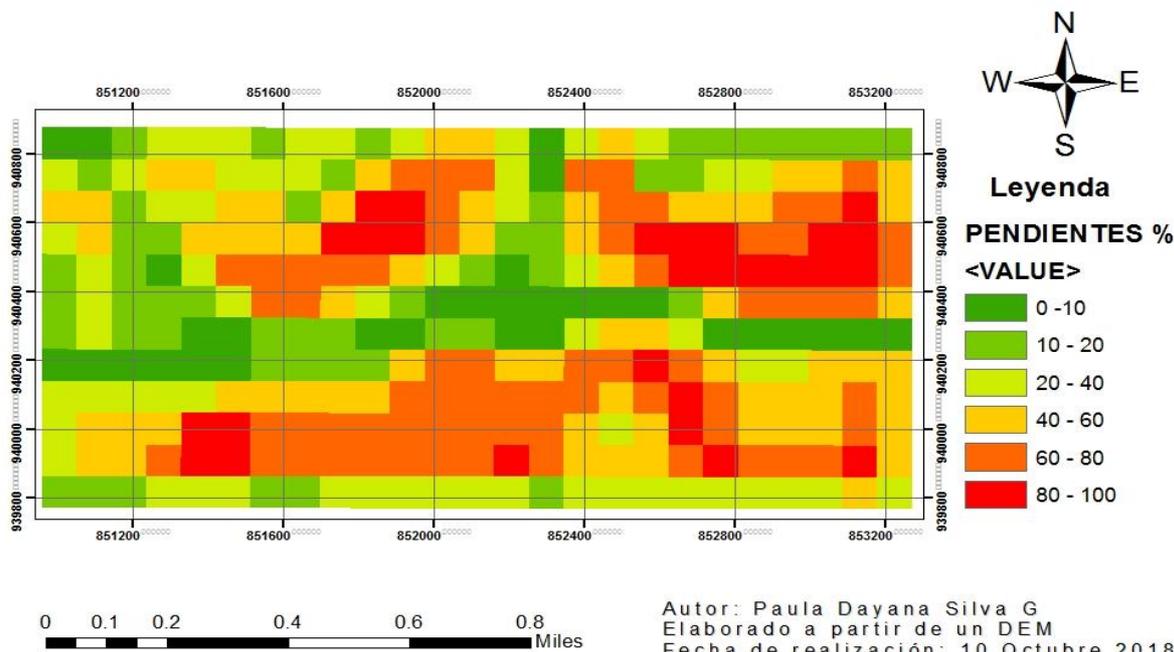
Fuente: (Geología del Departamento del Tolima, 1999)

9.1.2.2.3 Mapa de pendientes de la zona de estudio

En este ítem se presentan el mapa dependientes realizados a partir de un DEM siendo Un modelo digital de terreno es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua; donde se presentan los resultados en porcentajes.

Ilustración 7. Mapa de pendientes de la zona de estudio

Mapa de pendientes Playarrica Tolima

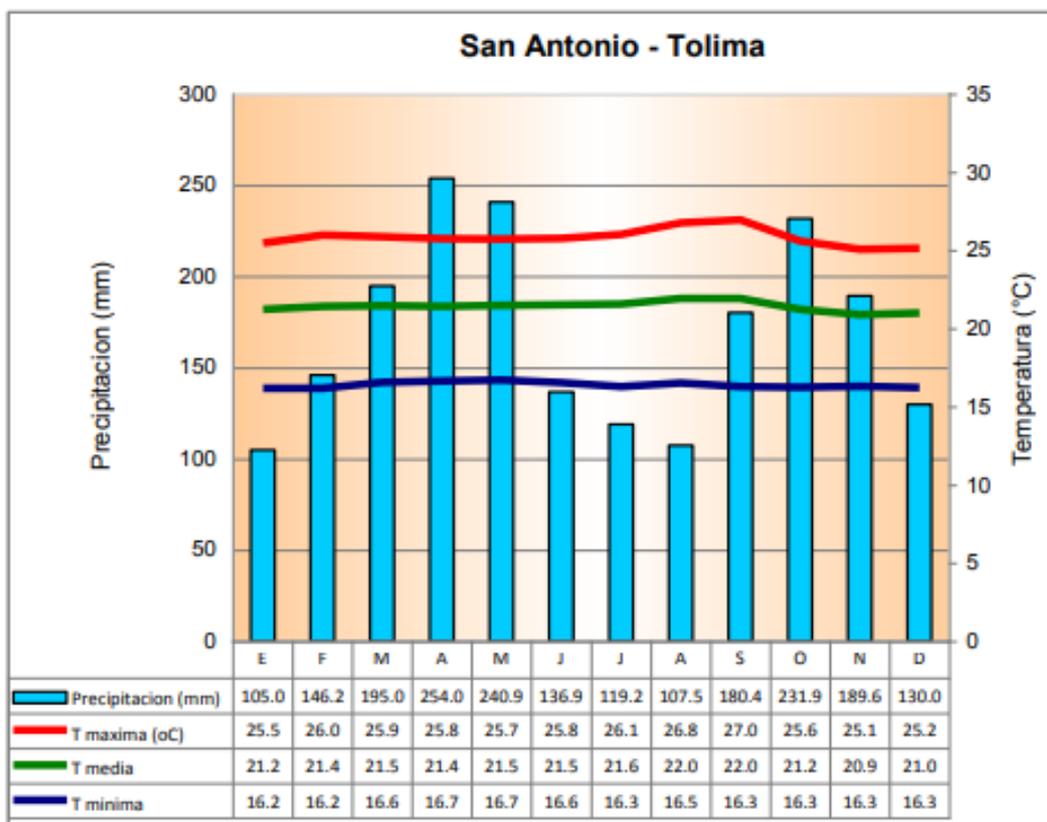


Fuente: (Autora, 2018)

9.1.2.2.4 Precipitación

El departamento del Tolima las mayores lluvias, entre 2500 y 3000mm anuales se observan al extremo del sur, en jurisdicción de los municipios de chaparral y rio blanco. El régimen de lluvias durante el año es de tipo bimodal. Presenta dos épocas secas en junio-julio-agosto y en diciembre-enero-febrero, siendo la principal la correspondiente a mitad de año. Esta última va siendo más marcada en dirección al centro y sur del departamento. De otra parte, en el núcleo de mayores lluvias del sur del departamento, la temporada seca del primer trimestre prácticamente desaparece, dando lugar a lluvias muy frecuentes. Las temporadas de lluvia en la mayor parte del departamento, ocurren en los meses de marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre. En la siguiente grafica se muestran los datos climagramas del municipio de san Antonio (IDEAM, 2018).

Ilustración 8. Climagrama San Antonio Tolima.



Fuente: (IDEAM, 2018)

9.1.3 Objetivo específico 3

ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN EN ZONAS DE DESLIZAMIENTO EN PLAYARRICA TOLIMA

En contexto y como parte global del proceso de trabajo que se desarrolló, se definió una estrategia de intervención tendiente a mitigar los efectos del riesgo por deslizamientos de sectores afectados e incrementar su capacidad de resiliencia y aportar a la construcción de una buena calidad de vida de los habitantes del corregimiento que están siendo afectados por este riesgo.

La zona no cuenta con diagnósticos de riesgos hechos, lo que plantea que la gestión del riesgo sigue siendo débil ya que las autoridades distritales encargadas no realizan una intervención continua para ayudar a la comunidad afectada. Por eso se diseña la estrategia de mitigación para que los entes administrativos junto con la comunidad tomen acciones de cómo implementar esta para la prevención y atención de este riesgo.

La estrategia se compone de un programa donde se plasma las actividades a desarrollar en cada una de las zonas de interés teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el tipo de suelo, pendientes y tipo de deslizamiento.

Los programas estarán identificados para las 4 vías que conectan con el corregimiento; donde se planteara un programa de mitigación para cada una.

- PROGRAMA DE MITIGACIÓN VIA PLAYARRICA-MESETAS

Tabla 9. PROGRAMA 1

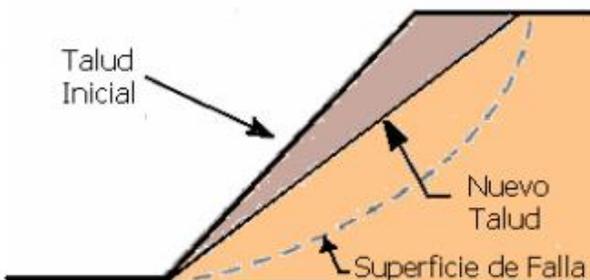
PROGRAMA DE ESTABILIDAD DEL SUELO EN LA VIA PLAYARRICA - MESETAS		No. DE FICHA
		1
TIPO DE DESLIZAMIENTO	ROTACIONAL	
OBJETIVO	Implementar un sistema de contención que permita la retención del suelo y su amarre para que lo sostenga.	
ESTRATEGIA	<p>1. Biomantas</p> <p>Estas son revestimientos totalmente biodegradables, estos son producidos con fibra de coco o naturales; Esta hará de protección y abono para las especies que se sembrarán en el talud, antes de colocar esta misma. Así mismo meses después de su aplicación, la biomanta desaparece por completo y este suelo estará más protegido por medio de la vegetación que se habrá desarrollado en el propio talud (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006).</p> <p><i>Ilustración 9. Utilización de una biomanta para estabilizar suelos.</i></p>  <p><i>Fuente: (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006)</i></p> <p>Se encuentra una gran variedad de biomantas que se ajustan a diferentes factores en este caso se tendrá en cuenta las pendientes y precipitaciones. Esta es apoyada directamente sobre el talud conformado y se sujeta con estacas de madera.</p> <p>2. Plantas</p>	

	<p>Después de definirse el tipo de técnica para la estabilidad de estos deslizamientos, se determina el tipo de planta adecuado ya que el suelo encontrado en esta zona es ligeramente ácido y esto puede afectar el crecimiento de muchas plantas; para la presente estrategia se recomienda la utilización de plantas como <i>Érica Arbórea</i> Este es un arbusto con tallos jóvenes, es conformada por hojas en verticilos de 3-6, a veces algunas alternas, enteras o raramente denticuladas. Cuentan con unas flores actinomorfas o ligeramente zigomorfas, estas tienen gran potencial de amarre por ser un arbusto y cuenta con un fruto en capsula (ERICACEAE, 2004). Cabe resaltar que la planta anteriormente nombrada no es una planta endémica, pero dado su gran potencial en suelos ácidos es recomendada.</p> <p>Otra planta que se podría utilizar es la <i>Cratylia argentea</i> esta es una nueva leguminosa arbustiva que se encuentra distribuido en forma natural al sur de la cuenca del río Amazonas y al este de la cordillera de los Andes; este arbusto se adapta bien a climas subhúmedos con 5 a 6 meses secos y a suelos ácidos (Argel, 1998).</p>		
METAS	- Garantizar que el 85% de los deslizamientos ubicados dentro del área de influencia del proyecto haya disminuido.		
	METAS PROYECTADAS		
	2 MESES	6 MESES	1 AÑO
	Que el 30% de los deslizamientos en esta zona ya estén siendo manejados.	Que el 55% de los deslizamientos ya estén siendo manejados y su estabilidad haya mejorado	Que el 85% de los deslizamientos de esta zona ya se esté empleando la estrategia y su estabilidad haya mejorado.
CONTROLES	Los controles implementados para este programa son de MITIGACIÓN, siendo su objetivo principal reducir los impactos negativos generados, en este caso, los deslizamientos en la zona estudiada.		
	Vigilancia y control sobre las áreas de generación de deslizamientos para su respectivo tratamiento si hay algún problema con la técnica utilizada		
	Implementación e inspección de medidas que se utilizaron para el correcto funcionamiento.		

Fuente: Autora, 2018

- PROGRAMA DE MITIGACIÓN VIA PLAYARRICA-GUADUALITO

Tabla 10. PROGRAMA 2

PROGRAMA DE ESTABILIDAD DEL SUELO EN LA VIA PLAYARRICA – GUADUALITO		No. DE FICHA
		2
TIPO DE DESLIZAMIENTO	ROTACIONAL	
OBJETIVO	Implementar un sistema de modificación de pendientes que permita moldear estas zonas.	
ESTRATEGIA	<p>1. Abatimiento o cambio de pendiente de Taludes</p> <p>Con esta técnica se modificara la pendiente de estos deslizamientos o terrenos con el fin de que esta sea menor para aumentar la estabilidad; Teniendo en cuenta que el suelo de esta zona es franco arenoso el método es pertinente ya que este funciona para materiales sueltos (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006).</p> <p><i>Ilustración 10. Esquema de proyección de cambio de pendiente</i></p>  <p><i>Fuente: (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006)</i></p> <p>Con la disminución de la pendiente el círculo de falla se hace más largo y más profundo lo que ayuda al aumento el factor de seguridad (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006).</p> <p>Ya por ultimo después de la implementación de esta técnica se recomienda la utilización de plantas que permitan a sujetar el terreno ayudando a la estabilidad de este.</p> <p>2. PLANTAS</p> <p>En este caso ya que el suelo es básico según el pH se utiliza Syringa pérsica; Estos son arbustos con corteza lisa en los ejemplares jóvenes con lenticelas, tiene unos tallos circulares que permiten el amarre de los suelos (Syringa persica, 2004).</p>	

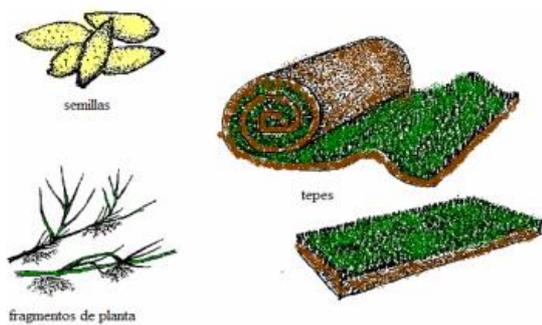
	- Para el periodo comprendido entre los años 2018-2020 se realizara la implementación de la técnica y la siembra de la planta que permita la retención del suelo.		
METAS	METAS PROYECTADAS		
	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2021
	Implementación del 15% de la técnica en los deslizamientos en esta zona	Implementación del 50% de la técnica en los deslizamientos en esta zona	Implementación del 100 % de la técnica en los deslizamientos en esta zona
CONTROLES	Los controles implementados para este programa son de MITIGACIÓN, ya que buscan contrarrestar los daños generados por los deslizamientos en esta zona.		
	Monitoreo anual del estado de la vegetación verificando su crecimiento dentro del área de estudio.		
	Monitoreo del manejo adecuado de la técnica y su implementación		

Fuente: Autora, 2018

- PROGRAMA DE MITIGACIÓN VIA PLAYARRICA-RONCESVALLES

Tabla 11. PROGRAMA 3

PROGRAMA DE ESTABILIDAD DEL SUELO EN LA VIA PLAYARRICA – RONCESVALLES		No. DE FICHA 3
TIPO DE DESLIZAMIENTO	ROTACIONAL	
OBJETIVO	Implementar un sistema de contención que permita la retención del suelo	
ESTRATEGIA	<p>1. Capas Vegetales Esta consiste en la siembra de pastos, ya sea a través de la siembra por semillas, comúnmente esta capa vegetal se llama grama y contribuye a las funciones de evitar impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo, como también evitar el secamiento superficial del suelo y junto con esto el arrastre de material; ya que estas zonas son de gran altura se debe utilizar drenajes superficiales que colecten el agua que circula sobre esta superficie (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006).</p> <p style="text-align: center;"><i>Ilustración 11. Componentes vegetales de implantación de céspedes en taludes.</i></p>	

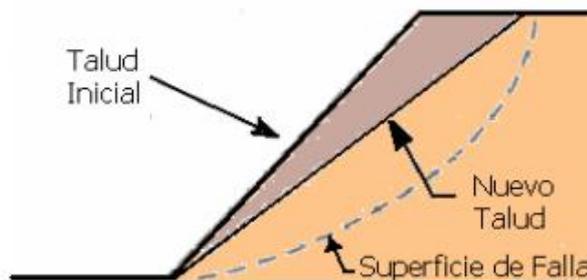
	 <p><i>Fuente:</i> (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006)</p> <p>Si se utilizan semillas para la implementación se requiere la utilización de un geosintético para la optimización del crecimiento de la vegetación (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006).</p>		
METAS	<p>- Para el periodo 2018 – 2020 el 75 % de los deslizamientos de esta zona ya estarán con el programa para la reducción</p>		
	METAS PROYECTADAS		
	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020
	El 15% de los deslizamientos están siendo tratados	El 50% de los deslizamientos están siendo tratados	El 75% de los deslizamientos están siendo tratados
CONTROLES	Los controles implementados para este programa son de MITIGACIÓN, ya que buscan contrarrestar los daños generados por los deslizamientos en esta zona.		
	Implementar un seguimiento y monitoreo para los deslizamientos y el buen funcionamiento de la técnica.		
	Controlar la época de siembra para que sea más fácil la implementación		

Fuente: Autora, 2018

- PROGRAMA DE MITIGACIÓN VIA PLAYARRICA-IBAGUE

Tabla 12. PROGRAMA 4

PROGRAMA DE ESTABILIDAD DEL SUELO EN LA VIA PLAYARRICA – IBAGUE		No. DE FICHA 4
TIPO DE DESLIZAMIENTO	ROTACIONAL	
OBJETIVO	Implementar una técnica de mitigación para los deslizamientos existentes en esta zona	
ESTRATEGIA	<p>1. Abatimiento o cambio de pendiente de Taludes</p> <p>Con esta técnica se modificara la pendiente de estos deslizamientos o terrenos con el fin de que esta sea menor para aumentar la estabilidad; Teniendo en cuenta que el suelo de esta zona es franco arenoso el método es pertinente ya que este funciona para materiales sueltos (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006).</p> <p><i>Ilustración 12. Esquema de proyección de cambio de pendiente</i></p>	



Fuente: (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006)

Con la disminución de la pendiente el círculo de falla se hace más largo y más profundo lo que ayuda al aumento el factor de seguridad (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006).

Ya por ultimo después de la implementación de esta técnica se recomienda la utilización de plantas que permitan a amarrar el terreno ayudando a la estabilidad de este.

2. Mulching

Consiste en el revestimiento de taludes utilizando residuos inertes de plantas como rastrojo o madera triturada; la protección se lleva a cabo debido a que la capa evita que las gotas de lluvia hagan contacto directamente con el material de talud, impidiendo que las partículas del suelo se levanten por el golpe y sumándole a esto las pendientes altas existentes; Aparentemente, parece ser un método muy poco confiable debido a su sencillez; sin embargo, en países como España es una práctica que ha ayudado evitar pérdidas de suelo en taludes debido a lluvias muy intensas (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006).

Ilustración 13. Recubrimiento de un deslizamiento



Fuente: (ALBERTI, CANALES, & SANDOVAL, 2006)

METAS

- Disminuir los deslizamientos generados en la zona de Playarrica – Ibagué entre los años 2018 – 2022; a partir de la técnica anteriormente dicha

	METAS PROYECTADAS		
	AÑO 2018	AÑO 2020	AÑO 2022
	Implementación de la técnica para el 40% de los deslizamientos	Implementación de la técnica para el 55% de los deslizamientos	Implementación de la técnica para el 90% de los deslizamientos
CONTROLES	Los controles implementados para este programa son de MITIGACIÓN, siendo su objetivo principal reducir los impactos negativos generados, en este caso, por los deslizamientos encontrados en esta zona.		
	Monitoreo mensual de estado de la técnica para que su desarrollo se haga de una manera adecuada		
	Hacer un inventario de la reducción de los deslizamientos que se está haciendo a través de las técnicas implementadas		

Fuente: Autora, 2018

10. Análisis y discusión de resultados

9.2 Discusión y análisis de resultados por objetivos

9.2.1 Objetivo específico 1

- Identificar las zonas de riesgo por posibles deslizamientos (remoción en masa).

De acuerdo con lo obtenido en la identificación de las zonas de riesgo en el área de estudio se puede decir que esta zona cuenta con altos niveles de deslizamientos, ya que se identificó, en un perímetro de 12,5 km², 18 deslizamientos. Se tomaron en cuenta los más relevantes o los de mayor importancia según el criterio del autor.

Para esto también hay que tener en cuenta que muchos de los deslizamientos se recopilan en una zona y es la zona de la vía playarrica - gradualito esto determina que una de las áreas con más interés es esta; ya que es una de las zonas donde más se deben centrar los programas a seguir en la estrategia planteada. Estos deslizamientos pueden estar asociados con la falla que atraviesa el área de interés, que es la falla del cucuana, que atraviesa el corregimiento extendiéndose por toda la vía que de Playarrica conduce a la vereda de gradualito.

Según los datos recolectados se puede analizar que la gran parte de los deslizamientos son rotacionales, siendo un deslizamiento con caída ovalada, el tipo de suelo encontrado tiene una incidencia de esto; como también las pendientes que tiene la zona de estudio, por lo cual la estrategia se centra en la resolución de este tipo de deslizamiento.

9.2.2 Objetivo específico 2

- Analizar el tipo de suelo, geología y variables meteorológicas encontrado en la zona de estudio.

1. TIPO DE SUELO

En los suelos se encuentran Acciones de los factores formadores que reflejan la textura del suelo; Así mismo la roca tiende a dar una determinada clase textural donde se debe tener en cuenta que el clima tiende a condicionar esta textura en funciones de su agresividad; como el relieve condiciona el transporte de estas partículas (Propiedades de los Suelos, 2016).

Según lo dicho anteriormente los resultados entregados por el laboratorio de suelos del IGAC se evidencia que demuestran una clase textural de cada una de las zonas estudiadas; para la zona de Playarrica – Mesetas muestra ser un suelo Franco-arcillo-arenosa, Para la zona de Playarrica - Roncesvalles se encuentra que es Arenosa, En la zona de Playarrica – Guadualito el tipo de textura encontrada es Franco Arenosa y por ultimo para la zona de Playarrica – Ibagué la clase textural encontrada también es Franco Arenosa.

A partir de lo anterior se encuentra que cada una de las clases texturales cuenta con unas características específicas para cada textura; a continuación se muestran las características de las clases encontradas en la zona de estudio.

Tabla 13. Propiedades de los suelos

TEXTURA		Adhesividad	Infiltración	Retención de humedad	Aireación
Nombre	Símbolo				
Arenosa	A	No hay	Excelente	Muy Baja	Excelente
Franco – arcillo – arenosa	FarA	Alta	Regular	Regular	Regular
Franco arenosa	FA	Media	Buena	Regular	Buena

Fuente: (Propiedades de los Suelos, 2016)

Se puede determinar o analizar que el suelo franco arenoso no tiene un contenido alto de materia orgánica con una diferencia respecto a la arena en la capacidad de retención del agua esto se debe al contenido de arcilla; por otro se puede decir que por su contenido de arcilla y la presencia de materia orgánica presenta una distribución de partículas que les permiten retener más agua que la arena esto se debe a que los espacios porosos es mucho más grande que en la arena siendo esta la razón que el intercambio de fluido no es muy notorio. Se puede determinar que el movimiento del agua en la arena indica que la estructura de esta no favorece la acumulación de fluido (Abril, 2010). Ya por último la textura franco arcillo arenosa es una de las estructuras más finas con una consistencia dura, que puede tener concreciones de hierro y manganeso con una retención de humedad baja (DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS , 2010).

2. PH

Como bien se sabe el pH es un parámetro que influye en gran medida el desarrollo de muchos suelos aumentando o disminuyendo las diferentes características o el porcentaje de estas; para la determinación de estos se encuentran diferentes rangos de pH (Martinez & Andrades, 2014). Ya después de saber eso según los resultados dados por el laboratorio de suelos del IGAC y se determina que: Para la zona de Playarrica – Mesetas el suelo encontrado tiene un pH de 6.240; Playarrica – Roncesvalles es de 6.970; Playarrica –Guadualito es de 8.150 y por ultimo para Playarrica – Ibagué se encuentra que es de 6.480.

Ya con estos resultados se puede analizar que para las zonas de playarrica – mesetas y playarrica – Ibagué el pH se puede definir como ácido según la clasificación oficial (Martinez & Andrades, 2014). A partir de esto se puede decir que estos suelos son totalmente desfavorables para el desarrollo radicular y se reducen a la actividad microbiana; Se debe tener en cuenta que en estos suelos las concentraciones de aluminio y manganeso solubles pueden alcanzar niveles que pueden ser tóxicos para muchas plantas interviniendo en las en la actividad de los microorganismos y la mineralización de la materia orgánica (La acidez del suelo, 2016).

Este suelo o la condición de este indican que no hay descomposición de materia orgánica lo que determina que no hay contribución a la agregación de las partículas del suelo que genera buena estructura, aireación y drenaje del suelo; se puede decir que este suelo es ácido bien porque su origen geológico hace que los minerales que lo componen generan reacciones ácidas en su interacción con el ambiente (Piedrahita, 2009).

Para la zona de Playarrica – Roncesvalles se tiene que el pH es neutro; esto determina que es uno de los suelos que tienen la condición más óptima para el desarrollo de cultivos y mejor asimilación de los nutrientes encontrados. Este suelo los cationes satisfacen la carga eléctrica de la superficie

coloide del suelo; Esto ayuda que cuando haya material vegetal al absorber cationes libera Hidrogeno para mantener en su interior el equilibrio (Espinosa, 1999).

Por ultimo en la zona de Playarrica – Guadualito se identificó que el pH es Básico; lo que quiere decir que estos suelos no tienen buena capacidad de absorción del agua por lo que se tiene tendencia a encharcamiento con un alto contenido de carbonato de sodio; presentando abundancia en minerales. Estos suelos se deben a la descomposición de minerales ricos en sales solubles. Estos suelos limitan el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total (Reacción del Suelo Suelos Salinos y Alcalinos, 2012).

3. GEOLOGIA

- Mapa geológico de la zona de estudio

Según el mapa se puede analizar que la zona de estudio se encuentra afectada por una falla denominada falla Cucuana esto causa que tipos de riesgo como deslizamientos aparezcan siendo propicios a desplomamiento y en alguno momento; Playarrica se encuentra en un contexto geológico que genera condiciones de remoción en masa, en el cual se destaca la presencia de una falla geológica que con la revisión del mapa se identifica que en dirección Norte-Este se extiende esta falla con escarpes. Observando lo anterior se determinó que los habitantes al igual que la infraestructura del corregimiento son susceptibles a sufrir las consecuencias de eventos de remoción en masa, lo cual hace importante la evaluación de la amenaza de remoción en masa regional para este corregimiento. También se evidencia que el tipo de roca hallado según el mapa regional son las anfibolitas de tierradentro que son rocas metamórficas, incluidas en las facies anfibolita-granulita y edad Precámbrica. Las rocas de esta unidad se encuentran como de xenolitos de tamaño variable distribuidos irregularmente dentro del Batolito de Ibagué (Gomez, 2002). Se puede analizar que las rocas anfibolitas son las generadoras del 23% de los deslizamientos rotacionales y traslacionales expresándose en materiales compactos. (Chacón, 2003).

- Mapa de pendientes

Se puede identificar según el mapa que las zonas sureste y noreste son las zonas con más altas pendientes que se lían entre 80-100%; según lo estudiado en campo esto se encuentra para las vías de Guadualito y Ibagué; se evidencian altas pendientes y por consecuencias más alto índice de deslizamientos esto está generando que los mencionados sean más difíciles de tratar ya que por factores de estas pendientes solo el socavar suelo no es suficiente para el tratamiento de estos. Se evidencia que junto encima del corregimiento hay un alto porcentaje de pendiente lo que es una amenaza para la comunidad.

Se puede analizar que las vías y el pueblo pueden tener alto deterioro por estas pendientes que en momentos de lluvia puede facilitar el movimiento en masa dejando en situaciones angustiosas a la comunidad y las vías que los comunica con el resto de municipios y por ende ciudades; los suelos

encontrados no tienen alta retención de humedad por lo que al momento de fuertes lluvias estos suelos no permiten la estabilidad total de los suelos.

Las altas precipitaciones en los municipios del Tolima pueden ayudar a que el riesgo por remoción en masa sea cada vez más alto; por eso se deben determinar estrategias de mitigación que ayuden a la mitigación de estos o en el momento en que suceda el riesgo no sea alto afectando a comunidades enteras y más a estas comunidades que quedan lejos de la capital para en el momento de tomar ayuda necesaria.

- **Precipitación**

Según los resultados dados por el IDEAM se puede analizar que en el municipio de san Antonio las lluvias superiores a 150 mm son frecuentes con un valor de 6 meses al año de 12 meses, donde también se evidencia que en el mes de abril las precipitaciones son más fuertes superando los 250mm al mismo tiempo con un valor de temperatura superior al 25 °C. Según los datos de cada mes se puede decir que al año la precipitación anual es mayor a 2000mm lo que quiere decir que es un municipio excesivamente lluvioso; por lo cual se puede estas precipitaciones es una variable que afecta directamente el riesgo dado que el suelo de la zona tiene poca retención de humedad lo que permite que al haber saturación de suelos la compactibilidad del suelo es menor.

9.2.3 Objetivo específico 3

Para este objetivo ya se tienen las estrategias planteadas; se puede analizar que los programas propuestos cuentan con una profundización en el estudio de los comportamientos de los deslizamientos; identificando un riesgo por remoción en masa que es al que están expuestas las personas que viven cerca de este; Se puede determinar que la gestión del riesgo es uno de los pilares para la reducción de estos riesgos ya que junto con sus componentes y objetivos determinan la reducción del peligro desde un punto de vista de mitigación que es lo que trabajamos.

Se evidencia que cada una de las técnicas tiene su requerimiento y se debe hacer de una manera adecuada y explícita que permita el entendimiento y el buen manejo de las técnicas en el corregimiento, contribuyendo al fortalecimiento de instrumentos de planificación, análisis e integración de datos geográficos para contribuir con el ordenamiento ambiental territorial y la gestión del riesgo de desastres; estabilizando la relación ambiente-sociedad-economía.

11. Conclusiones

- A partir del análisis de la información del estudio realizado se concluye que el corregimiento de Playarrica, está ubicado en un contexto geológico complejo; debido a la heterogeneidad de sus suelos, tipo de roca meteorizada y la falla activa que atraviesa todo el corregimiento. Teniendo en cuenta esto se debe formular planes de contingencia para mejorar el monitoreo de estas zonas de deslizamiento.
- Según los resultados se concluye que las zonas de mayores deslizamientos son la noreste y sureste; esto se debe a que 13 de los 18 deslizamientos se encuentran ubicados en esta área; esto está relacionado con el tipo de suelo que es franco arenoso y las pendientes encontradas que lleen entre 80 – 100 %.
- Según lo visto en el mapa geológico de la zona de estudio, se encuentra la falla cucuana que se extiende por todo el corregimiento sentido noreste, tiene una implicación directa con los deslizamientos encontrados en la vía Playarrica- Guadualito; dado que las fuerzas terrestres actúan sobre la falla logrando que las rocas encontrados tiendan a desplazarse.
- En efecto se encontró que debido a la falta de planes o estudios la comunidad del corregimiento de Playarrica, está en un riesgo alto, pudiendo afectar su calidad de vida; puesto que al no contar con estudios, una estrategia de mitigación o un plan de contingencia para este riesgo no se va tener el manejo adecuado, a partir de lo obtenido se puede mejorar la planificación y gestión en el área de estudio.
- La utilización de sistemas de información geográfica ha sido una herramienta determinante para presentar el mapa de pendientes más elevadas así mismo presentando las zonas más susceptibles a presentar fenómenos de remoción en masa.

12 Recomendaciones

- Formular una mesa directiva entre la comunidad y el ente gubernamental local que permita el buen manejo de estas zonas con el fin de mitigar y prevenir el riesgo por deslizamientos en el corregimiento.
- Las entidades locales y el esquema de ordenamiento deben estar mejor formulados ya que este podría ser de gran ayuda para la mitigación; pero se encontraron deficiencias en este y no se permitió la utilización correcta para la toma de decisiones en el trabajo.
- Plantear reuniones que permitan mantener informada a la comunidad de los eventos por remoción en masa y como se estarán desarrollando y mejorando.
- Como una manera de proyectar en detalle los estudios que fortalezcan la mitigación de los riesgos por deslizamientos, se recomienda realizar pruebas de estructura a los suelos para la determinar propiedades tales como la morfología, micromorfología y estabilidad de la estructura, que nos ayuden a caracterizar de manera más detallada los suelos del área de estudio.

13 Plan de trabajo en un cronograma.

Tabla 14. Cronograma de actividades Año 2018

NOMBRE DEL PORYECTO		DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA LA MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS EN EL CORREGIMIENTO DE PLAYARRICA TOLIMA.													
DURACIÓN		5 MESES													
OBJETIVOS		ACTIVIDAD	SEMANA												
GENERAL	ESPECÍFICOS		JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE								
Diseñar una estrategia viable para la mitigación de los impactos generados en las diferentes zonas de riesgo por deslizamientos en el corregimiento de Playarrica Tolima.	Identificar las zonas de riesgo por deslizamientos (remoción en masa).	Búsqueda de bibliografía	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Descripción del tema	■	■	■										
		Formulación de objetivos y metodología		■	■	■									
		Descripción del territorio		■	■	■									
		Primera Salida de campo			■	■	■								
		Identificación de las zonas de riesgo			■	■	■								
		Análisis de las zonas de riesgo					■	■							
	Analizar el tipo de suelo, geología y variables meteorológicas encontrados en la zona de estudio.	Segunda Salida de campo					■	■							
		Toma de muestras de suelo					■	■							
		Realización del estudio de geología						■	■	■					
		Realización del estudio de variables meteorológicas							■	■	■				
		Realización mapa de pendientes									■	■	■		
	Diseñar una estrategia para la reducción del riesgo en el corregimiento de Playarrica Tolima.	Análisis de las variables											■	■	
		Proponer la estrategia												■	■
		Resultados, Análisis y discusión												■	■

Fuente: (Autora, 2018)

15 Referencias Bibliográficas.

Abril, A. (2010). *Caracterización de la Humedad en Suelo Franco a Través del Proceso de Termalización de Neutrones*. Universidad Pedagógica Nacional.

- ALBERTI, R., CANALES, E., & SANDOVAL, E. (2006). *TECNICAS DE MITIGACIÓN PARA EL CONTROL DE DESLIZAMIENTOS EN TALUDES Y SU APLICACIÓN A UN CASO ESPECÍFICO*. Salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
- Argel, P. (1998). *Cratylia argentea: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Betancur, L. (2016). *Derrumbes, un riesgo que cubre a 24 regiones del territorio colombiano*. Recuperado el 20 de 10 de 2017, de El Tiempo:
<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16584617>
- Banco Mundial Colombia. (2012). Obtenido de Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas. Bogotá.
- Cambio climático y gestión del riesgo*. (2010). Obtenido de <http://cambioclimatico.cridlac.org/gestion-delriesgo/>
- Corporación autónoma del valle*. (29 de septiembre de 2017). Obtenido de LA GESTIÓN DEL RIESGO:
file:///C:/Users/Monica/Downloads/Gesti%C3%B3n_Riesgo_en_POTs_27.28.29_Septiembre29L.pdf
- Calderón Ramírez, D. (16 de mayo de 2016). *El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia*. Obtenido de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/download/4795/3592>
- Campos, A., & Diaz, C. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia*. Recuperado el 04 de 04 de 2018, de Banco mundial colombia:
<http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>
- Cardona, O. D. (2007). *Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre*. Manizales: IDEA.
- Chacón, J. (2003). *Riesgos de origen geológico y geomorfológico: deslizamientos de tierras, identificación, análisis y prevención de sus consecuencias*. Revista de ciencias sociales.
- Cortolima. (2015). *AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS*. (2010). Obtenido de Universidad nacional:
http://bdigital.unal.edu.co/37/5/10_-_5_Capi_4.pdf
- Duque, G. (2000). *RIESGO EN LA ZONA ANDINA TROPICAL POR LADERAS INESTABLES. ERICACEAE*. (2004). Obtenido de http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/04_074_01_Erica.pdf
- Esquema de ordenamiento territorial* (2014). San Antonio Tolima.
- Espinosa, J. (1999). *Acidez y encalado de los suelos*. International plant nutrition institute.
- Geología del Departamento del Tolima*. (1999). Obtenido de Servicio Geológico Colombiano.
- Garzon, j. m., & Valencia, E. (2012). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y CONSECUENCIAS POR DESLIZAMIENTO EN LA CONEXIÓN VIAL ABURRÁ - RÍO CAUCA ENTRE LAS ABSCISAS KM 04+000 Y KM 39+000*. Recuperado el 04 de 04 de 2018, de Universidad de medellin:
<http://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/254/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20vulnerabilidad%20y%20consecuencias%20por%20deslizamiento%20en%20la%20Conexi%C3%B3n%20Vial%20Aburr%C3%A1%20-%20R%20C%20A%20Cauca%20entre%20las%20abscisas%20km%2004%20000%20>
- Gomez, J. (2002). *GEOLOGÍA-GEOMORFOLOGÍA Y FISIOGRAFÍA*. Alcaldía municipal de ataco.
- Hernandez, Y. (2013). *caracterización y análisis de la amenaza y vulnerabilidad Física por taludes y laderas inestables en la microcuenca de La quebrada cay, Ibagué, departamento del*

- Tolima. Recuperado el 04 de 04 de 2018, de Universidad del Tolima: http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/RESUMENES_TESIS_MAESTRIA_CUENCAS/YELENA%20HERNANDEZ%20ATENCIA%20LOW%20VERSION.pdf
- IDEAM. (2018). *Registros climatologicos* . Obtenido de atlas.ideam.gov.co/
- INGEOMINAS. (2001). *MAPA GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA*. IBAGUE. *Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal* . (marzo de 2016). Obtenido de Unidad nacional para la gestion del riesgo: https://www.cornare.gov.co/Ordenamiento/memorias_formacion_mpios/Integracion_Gestion_del_Riesgo_y_el_Ordenamiento_Territorial_Municipal.pdf
- JÁUREGUI, E., AVERSA, M., & SALAS, R. (2017). *STRATEGIES FOR THE MITIGATION OF FLOOD RISK: THE CASE OF THE MALDONADO STREAM BASIN, LA PLATA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)*. Obtenido de file:///C:/Users/Monica/Downloads/2605-Texto%20del%20art%C3%ADculo-9373-2-10-20170323.pdf
- Jones, L. (2010). *Cambio climatico yriesgo de desastres. La acidez del suelo*. (2016). Obtenido de Cenicafe: <https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0466.pdf>
- Martinez, E., & Andrades, M. (2014). *Fertilidad del suelo y parametros que la definen*. Universidad de la rioja.
- Mora, R. (2015). *FUNDAMENTOS SOBRE DESLIZAMIENTOS*. Obtenido de bvsde: <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/conf15.pdf>
- Mosquera, J., & Gomez, E. (2011). La gestión del riesgo-de la incertidumbre a la adaptabilidad. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 55-62.
- Normatividad*. (2015). Obtenido de Unidad nacional para la gestion del riesgo: <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Normatividad.aspx>
- Propiedades de los Suelos*. (2016). Obtenido de <http://www.unsj.edu.ar/unsjVirtual/edafologia/wp-content/uploads/2016/10/UNIDAD-3A-Propiedades-de-los-suelos.pdf>
- Piedrahita, O. (2009). *ACIDEZ DEL SUELO*. Obtenido de nuprec: http://www.nuprec.com/Nuprec_Sp_archivos/Literatura/Acidez%20del%20Suelo/Fuentes%20y%20efectos.pdf
- Quesada, P. (2006). *SISMOS Y LLUVIAS, FACTORES DETONANTES DE DESLIZAMIENTOS DE LADERAS EN LAS REGIONES MONTAÑOSAS DE PUEBLA, MÉXICO*. Recuperado el 05 de 04 de 2018, de Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000413>
- Reacción del Suelo Suelos Salinos y Alcalinos* (2012). uprm.
- SALAZAR, C. A. (2011). *Gobernación del tolima*. Obtenido de estadísticas 2011-2014 san antonio: www.sanantonio-tolima.gov.co/
- Syringa persica*. (2004). Obtenido de http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/11_133_04_Syringa.pdf
- Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes*. (2017). Recuperado el 2018, de Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD: <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf?sequence=2>
- Unidad nacional de gestion del riesgo. (2013). *GUÍA COMUNITARIA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES*.

ANEXOS