

**VISUALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTO EN MASA EN LOS
PREDIOS DEL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE BETÉITIVA, DEPARTAMENTO DE
BOYACÁ**

BRIGITTE MOLINA REAL



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES®**

**Acreditación Institucional
de Alta Calidad**
Resolución 4792 del 15 de mayo de 2019

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES**

2021

**VISUALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTO EN MASA EN LOS
PREDIOS DEL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE BETÉITIVA, DEPARTAMENTO DE
BOYACÁ**

BRIGITTE MOLINA REAL

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Especialista en Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES**

2021

RESUMEN

El riesgo por movimiento en masa es uno de los problemas más relevantes en el momento de generar, implementar o diseñar estrategias y programas para la prevención del riesgo, este deberá estar contenido en el capítulo de gestión del riesgo del plan de ordenamiento territorial de cada municipio de Colombia, sin embargo, y en el caso puntual del municipio objeto de estudio, Betéitiva, en el departamento de Boyacá, su plan de ordenamiento no lo menciona, en el capítulo dedicado a la gestión del riesgo, el tema está desarrollado de manera general, y no menciona ningún tipo de amenaza y riesgo de manera puntual. En el presente trabajo se visualiza e Identifica el riesgo por remoción de masa en los predios rurales del Municipio de Betéitiva – Boyacá, determinando el tipo de riesgo que presenta cada unidad predial, esto como insumo para la prevención y creación de programas que mitiguen este riesgo. En el mismo aplica una metodología de investigación básica, junto con un desarrollo tecnológico, que dará como resultado unos mapas y una aplicación web, los cuales muestran el tipo de riesgo que presenta cada unidad predial, también se encuentra un análisis de los resultados e insumos obtenidos. Para ello se utilizan las diferentes herramientas de análisis espacial y Sistema de Información Geográfica, el cual permitirá procesar, organizar y presentar la información, generar la cartografía temática, y la aplicación web. Hoy en día los Sistemas de Información Geográfica son de gran utilidad en temas dedicados a las ciencias de la tierra, como herramienta para la planificación territorial y la gestión del riesgo, porque facilitan los procesos necesarios para lograr hacer una relación visual y espacial de las diferentes variables del territorio.

PALABRAS CLAVES: movimiento en masa, deslizamiento, predios, riesgo, prevención

ABSTRACT

The risk of mass movement is one of the most relevant problems at the time of generating, implementing or designing strategies and programs for risk prevention, this should be contained in the risk management chapter of the land use plan of each municipality in Colombia, however, and in the specific case of the municipality under study, Betétiva, in the department of Boyacá, its land use plan does not mention it, in the chapter dedicated to risk management, the topic is developed in a general way, and does not mention any type of threat and risk in a specific way. This work visualizes and identifies the risk due to landslide in the rural properties of the municipality of Betétiva - Boyacá, determining the type of risk presented by each property unit, as an input for the prevention and creation of programs to mitigate this risk. It applies a basic research methodology, together with a technological development, which will result in maps and a web application, which show the type of risk presented by each property unit, there is also an analysis of the results and inputs obtained. For this purpose, different spatial analysis tools and Geographic Information Systems are used, which will allow processing, organizing and presenting the information, generating the thematic cartography and the web application. Nowadays, Geographic Information Systems are very useful in topics dedicated to earth sciences, as a tool for territorial planning and risk management, because they facilitate the necessary processes to achieve a visual and spatial relationship of the different variables in the territory.

KEYWORDS: mass movement, landslides, property, risk, prevention

CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	1
2.	ÁREA PROBLEMÁTICA	2
3.	OBJETIVOS	4
3.1.	OBJETIVO GENERAL	4
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4.	JUSTIFICACIÓN.....	5
5.	REFERENTE TEORICO	6
5.1.	REFERENTE CONCEPTUAL	6
5.2.	REFERENTE CONTEXTUAL	10
5.3.	MARCO REFERENCIAL.....	12
5.4.	REFERENTE LEGAL Y NORMATIVO	25
5.4.1	REFERENTE LEGAL NACIONAL EN COLOMBIA.....	25
5.4.2.	REFERENTE LEGAL INTERNACIONAL.	27
6.	METODOLOGÍA.....	29
6.1.	FASE I:	30
6.2.	FASE II:	32
6.3.	FASE III:	39
7.	RESULTADOS	42
8.	CONCLUSIONES	52
9.	RECOMENDACIONES	54
10.	BIBLIOGRAFÍA	55
11.	TABLA DE ILUSTRACIONES	58
12.	INDICE DE TABLAS.....	60

1. INTRODUCCION

En el Municipio de Betétiva , departamento de Boyacá, se han registrado distintos eventos de remoción de masa , y aunque ninguno ha sido de gran magnitud, esto es muestra que es una zona la cual por sus características , físicas, geomorfológicas y topológicas , es propensa a sufrir este tipo de eventos, debido a esto, hoy en día se ve más necesario la identificación, caracterización y determinación del tipo de remoción de masa que presenta Betétiva, tanto a nivel general , como a nivel predial, de esta manera identificar los predios que se encuentran en riesgo alto, medio y bajo de presentar remoción en masa, esto con el fin de tener un control y realizar programas y medidas de prevención y atención, para así evitar daños no solo a nivel físico y estructural, sino también evitar daños y pérdidas humanas.

2. ÁREA PROBLEMÁTICA

El municipio de Betéitiva-Boyacá, cuenta con una extensión de 123 km² de los cuales 117 Km² pertenecen al área rural y los 6 km² restantes corresponden al área urbana. Según los datos del censo de 2005, la población del municipio es de 2.024 habitantes en el área rural y 389 habitantes en el área urbana de Betéitiva.

En el país cada municipio cuenta con un plan de ordenamiento territorial (POT), el cual la Ley 388 de 1997 lo define como “el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas, destinadas a orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo”, como bien lo define esta ley, este plan está realizado puntualmente para dar un uso correcto al suelo y a el territorio de acuerdo a lo estudiado y establecido en el POT.

Betéitiva no es la excepción, tiene su Plan de ordenamiento territorial, decretado mediante el acuerdo N 26 de diciembre de 2000, el cual tiene como fin “aprovechar las potencialidades del territorio, distribución y localización adecuada de las actividades e infraestructura del Municipio; garantizar políticas, estrategias de planificación y gestión que aseguren un mayor desarrollo minimizando los conflictos e impactos ambientales”, sin embargo, y al contrario de otros POT, de otros municipios, Betéitiva no tiene muy desarrollado el tema de Áreas de Amenazas y Riesgos, este tema lo menciona en el Capítulo 4, del acuerdo en mención, pero no lo profundiza, no da mucha información al respecto, solo menciona algunas características y definiciones, y si nos enfocamos en el tema puntual a trabajar y desarrollar “Amenaza y riesgo por movimiento en masa”, este si no tiene ninguna mención o desarrollo en el acuerdo. Este tema es sumamente importante y hoy en día es una necesidad identificar aquellas zonas susceptibles y potencialmente dispuestas a desarrollar este tipo de eventos, ya que no solo afectan a sus habitantes, sino también a su entorno como tal.

Surgen entonces a partir de lo expuesto las siguientes preguntas ¿Cómo, haciendo uso de los Sistemas de información Geográfica, puede estimarse el riesgo asociado a la amenaza natural por movimientos en masa en el municipio de Betétiva? ¿A través de lo obtenido es posible identificar estos riesgos, generar y desarrollar actividades que mitiguen este riesgo? Al resolverlas se podrá no solo evitar el daño material, también se evitará una posible pérdida o accidentes de familias y personas que habitan en esta zona.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Visualizar e identificar las zonas y los predios del Municipio de Betétiva – Boyacá, determinando el tipo de riesgo por movimiento en masa que cada unidad predial presenta, esto como insumo para la prevención y creación de programas que mitiguen este riesgo.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las áreas de Betétiva con amenaza por movimientos en masa (deslizamiento) y su clasificación de riesgo (alto, medio, bajo).
- Cuantificar las viviendas susceptibles a deslizamientos por movimiento en masa en el área de estudio y su tipo de riesgo (alto, medio, bajo).
- Generar insumos como mapas temáticos del área estudiada (Amenaza por movimiento masa y predial).
- Construir Mapa de Amenaza por movimientos en masa a nivel predial del Municipio de Betétiva -Boyacá.
- Realizar un análisis de los datos obtenidos e insumos realizados.
- Desarrollar una Aplicación web donde se visualicen los predios y su riesgo por movimiento en masa, y a su vez se pueda realizar consultas por cada predio de manera individual y puntual.

4. JUSTIFICACIÓN

Betétiva -Boyacá, un municipio con una extensión superficial de aproximadamente 123 km², con una población de 2.024 habitantes en el área rural y 389 habitantes en el área urbana (DANE 2005), con un esquema de ordenamiento territorial municipal adoptado por el acuerdo N 26 de diciembre del año 2000, en el cual el tema de amenazas y riesgos a causa de un fenómeno natural, lo encontramos, en el capítulo 4, “áreas de amenazas y riesgos”, artículo 9. “áreas expuestas a amenazas y riesgos (definición y delimitación), sin embargo, en este capítulo solo da una visión general de las amenazas y riesgos, pero no los especifica, estudia, ni desarrolla. La caracterización de las áreas que están expuestas o son susceptibles a movimientos en masa, nos permite hacer una correcta identificación de los predios que a través de esta clasificación presentan una mayor probabilidad de ocurrencia de este fenómeno, no solo porque está en riesgo la parte estructural y urbanística del territorio, sino también se debe tener en cuenta que en cada unidad predial (casa) habita mínimo una familia, una vida humana. En el municipio de Betétiva, se han presentado situaciones de movimientos en masa, y algo que preocupa de este hecho, es que se en los últimos años ha aumentado de manera significativa la construcción de viviendas en varias zonas del municipio, sin estudio vigente con respecto a la amenaza y riesgo por movimiento en masa, con un vacío normativo desde la alcaldía, a través de su EOT, el cual como se dijo anteriormente, este tema solo menciona y define, más no lo profundiza.

Por este motivo se realiza esta identificación de las unidades prediales, la zonificación y clasificación de la amenaza y riesgo de movimiento en masa, la cual, a través de este trabajo, nos permitirá crear insumos, datos e información, con el fin de ayudar a alertar este riesgo, y así poder planificar estrategias de mitigación, optimizar y enfocar recursos, ayudas y programas que mitiguen este problema.

5. REFERENTE TEORICO

5.1. REFERENTE CONCEPTUAL

Boyacá es una ciudad con 1.255.314 habitantes (censo nacional de 2005), de los cuales el municipio de Betétiva alberga aproximadamente 2413 personas, que está compuesta en su mayoría por grupos de campesinos, en un área de 10181,3 Ha. Éste suelo está clasificado en suelo urbano, suelo rural, suelo de expansión urbana y suelo de protección (clasificación tomada del EOT 2000), lo que quiere decir que solo en una parte de esta área está destinada para zonas y uso exclusivamente urbano, en la cual tendrán que habitar las 2413 personas, sin embargo se observa que por la misma naturaleza de las personas que viven o llegan a habitar este municipio ocupan suelos que no están destinados para vivienda, tanto por carecer de equipamientos, óptimas y dignas condiciones de vida, la falta de cobertura de servicios públicos. Como por sus condiciones físicas, topográficas y geológicas, que hacen que algunas zonas no cumplan con los requisitos de seguridad necesarios para tener una vivienda ahí.

Por lo anterior, se considera necesario realizar una relación entre el área predial y la amenaza por movimiento en masa, enfocado en Betétiva, relación que es desarrollada en este trabajo a través de los **“SIG-Sistemas de información geográfica”**, el cual es un tema que en los últimos años ha despertado un gran interés, y que es usado y aplicado en muchas áreas y disciplinas, y esto lo podemos evidenciar en un hecho y es que la mayoría de los datos e información que se encuentran hoy en día están georreferenciados, además de agregar otro tipo de características alfanuméricas, a esta le asignan una posición geográfica, lo ubican en tiempo, lugar y espacio, este hecho hace tomar más conciencia de la importancia y el uso de los SIG, no solo con un uso técnico, sino como una herramienta de planificación, estudio, análisis, visualización y todos los usos que se le puede dar y explorar; en este trabajo puntualmente

vemos su utilidad en la planificación de medidas que mitiguen riesgos y disminuyan la vulnerabilidad en los movimientos en masa de un territorio, el cual ya en el mismo tema tratado en este trabajo , viene implícito el hecho que tiene una posición en la tierra, unos elementos que deben ser identificados y ubicados, unas cantidades y caracterizaciones de dichos eventos , los cuales también deben tener y ocupar un lugar puntual en el territorio , y donde gracias a el SIG podremos obtener información cartográfica, informes, gráficos y una variedad de datos, que ayudarán a realizar una correcta y real planeación para la mitigación del riesgo por movimiento en masa.

“Si los **SIG** deben ser entendidos al día de hoy como un sistema, la ciencia que los define y en la que se fundamentan debe no sólo describir y servir de soporte a sus elementos, sino también atender a una de las características fundamentales de todo sistema: las interrelaciones existentes entre dichos elementos. Por esta razón, disciplinas tales como las ciencias del conocimiento juegan un papel importante en el ámbito de los SIG, pues son fundamentales para estudiar las relaciones entre dos de sus componentes como son la tecnología y el factor organizativo” (Olaya, 2011).

Sin embargo para llevar a cabo un buen desarrollo del SIG, debemos tener claros o mencionar algunos conceptos que nos ayuden a entender mejor la temática, y es fundamental conocer acerca de los **movimientos en masa**, el cual podemos encontrar varias definiciones, y bastante información, sin embargo, En el libro “las amenazas por movimientos en masa de Colombia, del Servicio geológico colombiano, define los movimientos en masa como: “todos aquellos movimientos que se presentan ladera abajo de una masa de roca, detritos o tierras por efectos de gravedad u otros factores detonantes o contribuyentes. Estos procesos pueden afectar el desarrollo normal de las actividades de las regiones, generando grandes pérdidas en la infraestructura y en los sectores económico, social y ambiental” , es un concepto o definición que debemos tener en cuenta y vale la pena ser mencionado, ya que es la definición de una de las entidades principales en Colombia, especializada en el estudio del suelo, y aunque es una

definición un poco técnica , es importante resaltar que ella menciona que después del evento o suceso, pueden llegar a generar varios cambios y pérdidas en todos los ámbitos físicos, estructurales y sociales.

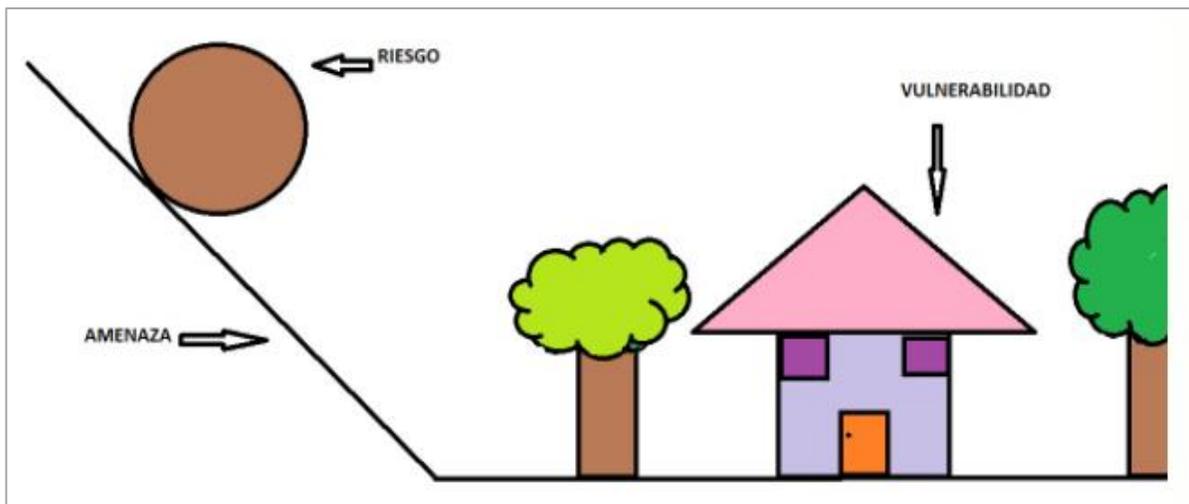
Los movimientos en masa también son conocidos como deslizamientos, derrumbes, procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, fallas de taludes y laderas, hecho que aunque no se puede evitar que sucedan, porque dependen de factores del suelo como su topografía , geología y características del suelo mismo, si se puede prevenir sus efectos y sus afectaciones, inclusive y dada la importancia del tema en nuestro país, en cada municipio de Colombia se debe incluir en su norma la delimitación de las zonas con su condición de amenaza, y son llamadas **Áreas con condición de amenaza**, las cuales son definidas de la siguiente manera: “son las zonas o áreas del territorio municipal identificadas como de amenaza alta y media en las que se establezca en la revisión o expedición de un nuevo POT la necesidad de clasificarlas como suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales para permitir su desarrollo.” (IDIGER, 2017), aunque hoy en día, y a pesar de la normativa, estas zonas en todos los municipios, no están correctamente delimitadas y/o caracterizadas, como es el caso del municipio objeto de estudio Betétiva - Boyacá.

Otro aspecto a considerar, es ver la relación de movimiento en masa ,con el término amenaza , riesgo y vulnerabilidad , todas parecen tratarse de lo mismo, como si fueran sinónimos , sin embargo, y a pesar de sus similitudes en algunos aspectos, la literatura y la ciencia los define y los diferencia, por ejemplo, la CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño), define estos términos, y menciona: -la **amenaza**: “es un fenómeno sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales”, prácticamente la amenaza es la materialización del riesgo, - **Riesgo**: “combinación de la probabilidad de que se produzca

un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad” y por último esta la - **Vulnerabilidad**: “son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza”

“La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento” (Fournier 1985).

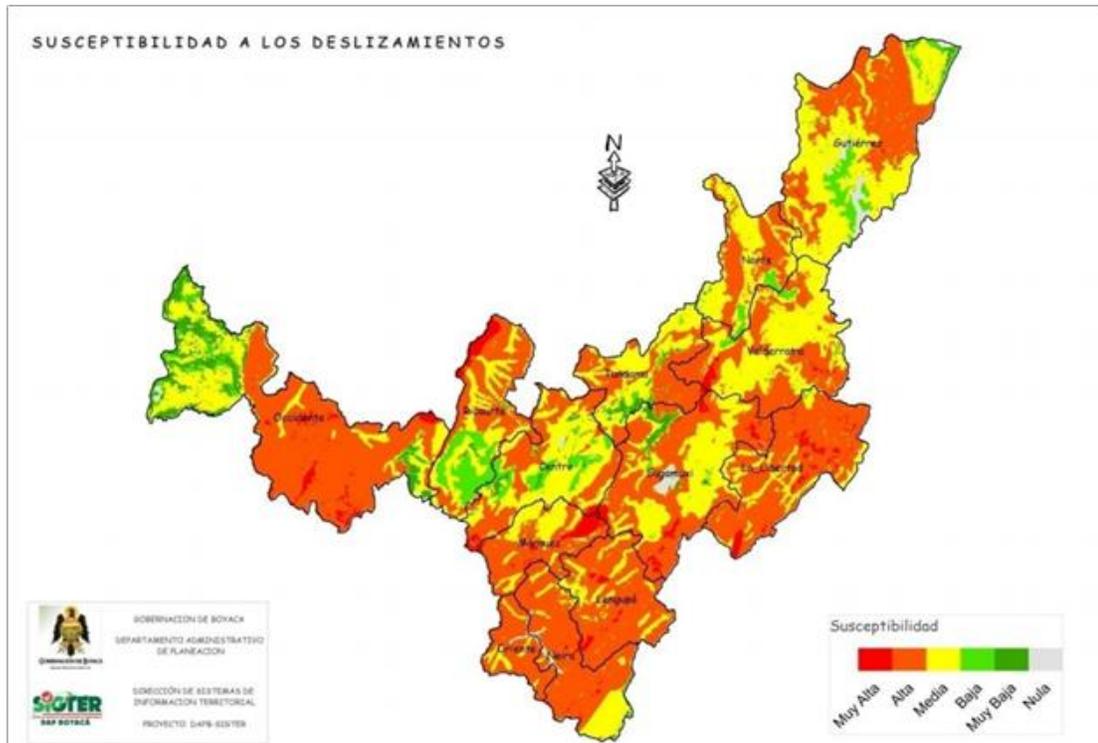
Ilustración 1. Amenaza, riesgo y vulnerabilidad– Fuente: tomada del sitio web con URL http://epn.gov.co/elearning/distinguidos/SEGURIDAD/13_riesgo_amenaza_y_vulnerabilidad



Al momento ya se han mencionado algunos aspectos temas y términos que a lo largo de este trabajo se mencionan, y de qué manera todos estos se relacionan entre sí, ya que esta parte es fundamental para lograr parte de los objetivos planteados, especialmente en el reconocimiento de los SIG como parte fundamental en el estudio de la tierra, en la planeación y el

ordenamiento territorial, y en este caso puntual, en el uso que se le puede dar en la gestión del riesgo de un lugar en específico.

Ilustración 2. Mapa deslizamientos del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales-IDEAM del año 2010



Boyacá presenta una preocupante susceptibilidad natural a los movimientos en masa, debido a sus mismas condiciones naturales, su relieve y litología, en el mapa deslizamientos del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales-IDEAM del año 2010 (Ilustración 2), se puede observar que por lo menos mitad del territorio boyacense tiene un alto riesgo de presentar deslizamientos, entre este territorio con alta susceptibilidad se encuentra el municipio de Betétiva.

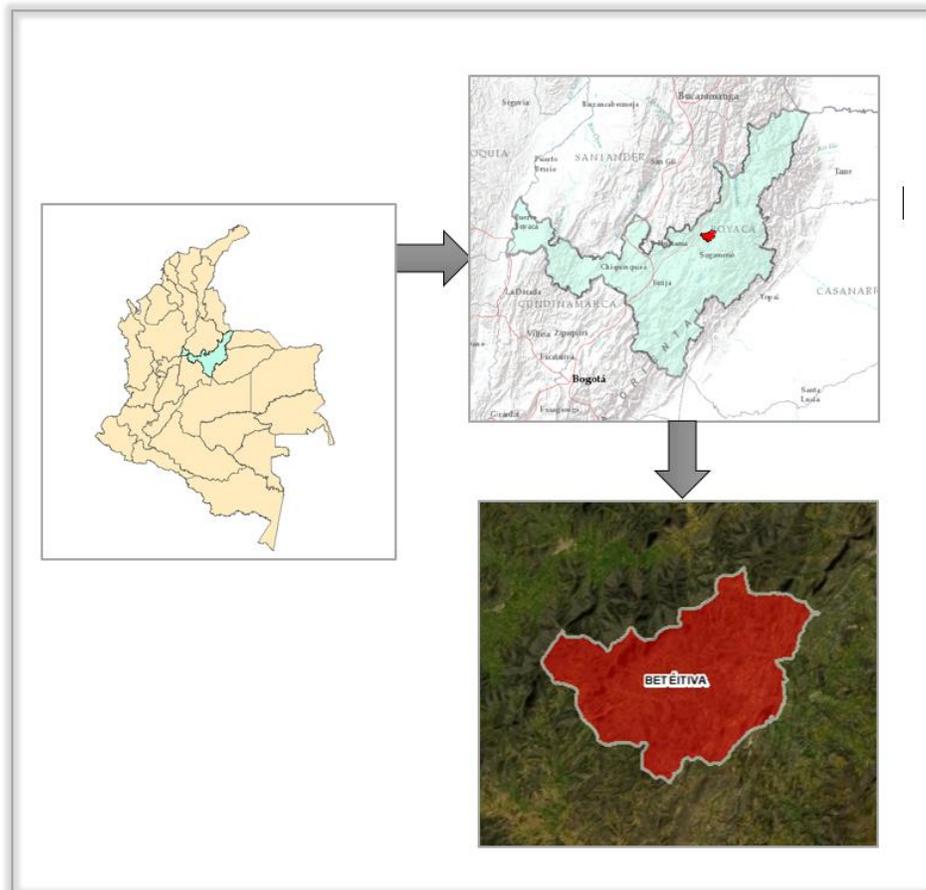
5.2. REFERENTE CONTEXTUAL

El municipio de Betétiva, pertenece al departamento de Boyacá, este se encuentra en cordillera oriental, pertenece a la provincia de Valderrama, sobre la región media del río Chicamocha. Tiene una extensión de 123 km², de los cuales 117 Pertenecen a el área rural y

el área restante 6 km pertenecen a el área urbana o casco urbano. Según datos del censo de 2005, la población del municipio es de 2.024 habitantes en el área rural y 389 habitantes en el área urbana de Betéitiva. El municipio está a 250 km de la ciudad capital de Colombia-Bogota y 110 km de Tunja capital del departamento. Se encuentra a una altura promedio de 2.575 msnm y una temperatura media de 14° C. El municipio limita al Norte con el municipio de Belén, al Noreste con el municipio de Paz de Rio, al Este con el municipio de Tasco, al Sur con el Municipio de Busbanzá, al Sureste con el municipio de Corrales, al Oeste con el municipio de Floresta.

El área rural de Betéitiva se encuentra conformado por 7 veredas (Centro, Villa Franca, Saurca, Divaquia, Buntia, Soiquia y Otengá), un centro poblado (Otengá) y el casco urbano del municipio.

Ilustración 3. Localización municipio de Betéitiva. Fuente: Autor.



5.3. MARCO REFERENCIAL

Conociendo que el tema de gestión de riesgo y puntualmente los deslizamientos por movimiento en masa no es un problema actual, y tampoco es un problema único o exclusivo de Betéitiva , a través de los años se han presentado varios eventos de movimiento en masa, no solo por las características naturales de la ciudad de Boyacá , sino por el inadecuado uso del suelo y del territorio, este fenómeno también se presentan en muchas partes del país y del mundo, por eso ha sido una problemática estudiada por muchas personas, las cuales han realizado sus trabajos y estudios basados en este tema, o temas que se relacionan con este. A continuación, se mencionaran algunos autores que dan a conocer sus investigaciones, estudios y escritos relevantes para el trabajo:

Molina D. & Nadal J. & Soriano J, 1997. Aunque este estudio y este artículo se realiza en una zona de estudio diferente a Colombia (Cava , Sierra del Cadi), se toma como referencia ya que nos sirve para ver que no solo en Colombia se presentan este tipo de eventos y que estos eventos causan alteraciones en el territorio, no importa donde este esté ubicado, cabe mencionar y se debe resaltar de este estudio que menciona otro tipo de causas aparte de las naturales, y las cuales no habían sido mencionadas en otros artículos como son la estructura de los materiales movilizados y la práctica de la agricultura, como factor de deslizamientos. Los autores también mencionan un tema que es interesante y fundamental en el campo de los SIG, ellos dicen: “ A partir de las observaciones de campo y de la fotointerpretación, se han detectado formas antiguas de movimientos de masa, fundamentalmente en la parte alta de la ladera oeste del Tossal del Quer.”, según lo escrito vemos que se valen de herramientas espaciales e informáticas para desarrollar sus estudios , como es la fotointerpretación, el cual es un proceso muy útil por el cual se extrae información de una imagen, se identifican , y procesan los elementos necesarios y requeridos para un estudio en específico, tema que tampoco había sido mencionado y manejado por los anteriores autores.

Como se observa los autores desde otra perspectiva nos dan un análisis de los eventos para así desarrollar y planificar el territorio, y aunque las políticas, leyes y normas cambian de país en país, el fin sigue siendo el mismo, la prevención de catástrofes.

Moreno-Murillo, J.M, 2001. En este estudio vemos algo muy importante, y es que los deslizamientos no solo se generan por causa natural, sino pueden ser causa de la intervención del hombre en la tierra, acá puntualmente realizan su análisis sobre el Relleno de Doña Juana en Bogotá, el cual se han presentado múltiples deslizamientos por la masa de basuras y residuos sólidos depositados en este, haciendo que este terreno pierda estabilidad en su suelo y también en su misma masa. El autor en esta ocasión se apoya en fotografías aéreas del área de estudio, de antes y después del evento, y a través de la fotointerpretación, y todas las herramientas informativas y de análisis geográfico, determina donde empiezan los eventos, las características de este, sus eventualidades y consecuencias, concluyendo al final que el relleno no presenta las condiciones básicas para prestar este servicio, no garantiza estabilidad, también el autor concluye puntualmente: "El análisis determina que en la zona del relleno la susceptibilidad y que se presenten nuevos procesos de movimientos en masa es alta y afectaría de nuevo el cauce del río con fuego por posibles represamiento como efectivamente ocurrió en este caso lo cual incrementa la amenaza aumentando el riesgo a la población ubicada en la ribera del río". Se observa, entonces que, gracias a múltiples herramientas y procesos espaciales y geográficos, se puede determinar toda clase de amenazas y riesgos por deslizamientos, ayudando y sirviendo como herramienta para tomar decisiones y determinaciones, en este caso puntualmente, se sabe que el relleno de Doña Juana está muy cerca de viviendas y zonas habitadas, que están siendo afectadas por toda la situación y amenaza que presenta este mal usado relleno sanitario.

Moreno H; María Victoria Vélez M.V; Juan David Montoya J.D; 13 Remberto Luis Rhenals R.L, 2006. Este artículo encontramos que los autores estudian el tema de los deslizamientos, pero puntualmente los causados y relacionados con la lluvia, su estudio lo realizan en el

departamento de Antioquia con un rango de datos de deslizamientos en 70 años, los cuales son procesados para llegar a un análisis propuesto, los autores mencionan que: “este estudio constituye un primer acercamiento al modelamiento de la lluvia y su influencia sobre los deslizamientos de tierra, lo cual puede dar apoyo a las autoridades en prevención de desastres para declarar estados de alerta ante condiciones de superación de umbrales de lluvia. El análisis tiene que complementarse considerando las condiciones geotécnicas, morfológicas, hidráulicas y antropogénicas propias de cada lugar para tener una visión integral del fenómeno de los deslizamientos.” La importancia de este estudio es que es un gran aporte para la construcción de un sistema de alerta temprana ante zonas de alto riesgo en Antioquia, Modelo que también puede ser tomado como base para otras zonas del país que presenten características geomorfológicas similares, un modelo que realice seguimiento en tiempo real, a través de herramientas SIG, así realizar una correcta supervisión, evaluación, caracterización y mitigación del riesgo por deslizamiento.

Duque D, 2011. “Hacer un estudio de riesgos por deslizamiento puede llegar a ser demasiado complicado, pues las técnicas de análisis son muy costosas y demoradas en el tiempo. El incremento de la utilización de computadoras en este tiempo, nos da la oportunidad de tener estudios más detallados y mucho más rápidos. Es por eso que este estudio se realizó utilizando la ayuda relativamente nueva, que maneja bases de datos relacionadas geográficamente, dicho manejo de datos se conoce como Sistema de Información Geográfica (SIG).” Como menciona el autor, él utiliza varias herramientas tecnológicas e informáticas para intentar clasificar el riesgo por deslizamientos en masa, utilizan cartografía y software especializados en manejo de información espacial, también datos físicos del área, para así llegar a un punto que pueda clasificar el territorio, quedando al final un mapa áreas de bajo, moderado y alto riesgo, sin embargo el autor también menciona en modo de conclusión que “Para realizar un mapa de riesgo con un alto factor de confiabilidad es necesario desarrollar diferentes métodos para así poder ponderar los resultados y obtener un modelo

calibrado de riesgo” y en este estudio solo se desarrolló un método, el cual hace según su propia conclusión, que el mapa y estudio resultado, sea de baja confiabilidad, si se toma como única fuente de información, pero el cual sirve como insumo para realizar comparaciones, análisis y de base para posteriores estudios.

Lopez J. & Medina M. & García E, 2015. Artículo llamado “Determinación y caracterización de viviendas habitadas en zonas de riesgo por inestabilidad de laderas en la ciudad de Tepic, Nayarit, México” el cual tiene como objetivo cuantificar y caracterizar las Viviendas Habitadas Vulnerables por estar asentadas en zonas de riesgo por inestabilidad de laderas. Este artículo es un Estudio realizado en el país de México, en la ciudad de Tepic, ciudad urbana, en donde actualmente y gracias al crecimiento poblacional se presenta un aumento proporcional en la construcción de vivienda , muchas de ellas no tienen en cuenta las características físicas del suelo , sus materiales de construcción y el tipo de vivienda que se requiere, haciendo que muchas de ellas no cumplan con las normas y no estén en condiciones para habitar, a través de la caracterización de las viviendas y la identificación de las zonas de riesgo llegan a identificar las zonas más vulnerables , su área total y realizan los análisis , se crean tablas , estadísticas y planos que servirán para realizar una correcta planeación urbana y un reforzamiento o reubicación a las viviendas más afectadas. Este artículo se tiene en cuenta como referencia ya que coincide y tiene varios aspectos que se relacionan con el presente trabajo, como lo es la identificación de viviendas, la caracterización de riesgo y que estos análisis sirvan como insumo para políticas y estrategias preventivas y de planeación.

Abril N & Amaya E & Fonseca H, 2016. En el artículo escrito por estos autores llamado “Evaluación de amenazas por movimientos en masa causados en Jericó Boyacá”, el cual basados en la experiencia en el municipio durante una ola invernal ocurrida en el año 2011, donde está ocasionó varias afectaciones físicas por deslizamientos de terreno, lo cual incentiva estos autores a revisar los estudios del tema y dar una evaluación para identificar la estabilidad y el tipo de riesgo en el cual el municipio se encuentra, así poder evitar las situaciones

presentadas en el año 2011. El artículo menciona "...El más devastador de estos eventos se produjo en la vereda La Estancia, donde un movimiento en masa que abarcó una extensión cercana a las 360 hectáreas, destruyó las escuelas, las vías y la casi totalidad de las viviendas. Con el paso del tiempo, algunas familias han regresado y se han dedicado a la tarea de recuperar sus parcelas, sin detenerse a medir los riesgos a los que puedan estar expuestas", lo cual vemos que los movimientos en masa dejan muchos daños y ocasiona muchas pérdidas económicas, sociales y de salud en los habitantes que padecen estos eventos, no solo en pequeña proporción sino en todo un territorio, claramente, es algo que aunque no podemos eliminar porque son eventos naturales, si se puede prevenir o mitigar sus afectaciones, los autores también mencionan, "las personas vuelven de donde fueron evacuados y no miden o tienen en cuenta los riesgos a los que están expuestos", por eso la importancia de los diferentes estudios y trabajos que se realicen de este tema, y acá vemos una utilidad del presente trabajo, el cual comparte con este artículo de cierto modo, movimiento en masa e identificación de su riesgo, aunque los autores enfocan su estudio desde la investigación geológica y geomorfológica, el fin es el mismo, la prevención de daños no solo materiales, sino de condiciones y salud de la población.

Guerrero A, 2016. En su trabajo se puede ver una problemática que se presenta actualmente en la ciudad y que fue uno de los principales motivos para plantear el tema objeto de estudio de mi trabajo, y es que la Autora Angie Guerrero inicia este proyecto describiendo su problema "La invasión informal por parte de la población de Lucero Bajo en la zona de ladera existente, es una de las principales problemáticas del sector, la cual hoy representa riesgo y de déficit en la calidad de vida para la comunidad que habita este lugar, el cual está expuesto a desastres e inseguridad natural, por su condición de deslizamientos y movimientos constantes de la tierra", y aunque su enfoque es un hacia otra línea, una línea arquitectónica, inicia con el problema en común la expansión y crecimiento habitacional en zonas no habitables, "La idea de crear un proyecto de renovación urbana para la población de Lucero – Bogotá, surge como estrategia de

habitación para todos los integrantes del barrio, en donde predomine el sentido de pertenencia por los espacios diseñados para el encuentro urbano entre la población, el proyecto pretende mitigar el nivel de invasión informal en las zonas de ladera en este lugar. El proyecto permitirá acercarse a la población mediante elementos básicos y materialidad de fácil acceso de manera que los habitantes tengan la posibilidad de ser parte de la creación y ejecuten de una manera entendible el proceso de crecimiento de la renovación urbana a proponer”.

INGEOMINAS, 2016. En su libro propio , elaborado por esta misma entidad presenta una guía metodológica la cual “describen los lineamientos metodológicos para realizar estudios de riesgo por movimientos en masa a escala detallada o local, que se podrán aplicar en la mayoría de las cabeceras municipales y centros poblados pequeños y medianos de Colombia, es decir, aquellos considerados dentro de las categorías 5 y 6, de acuerdo con las leyes 136 de 1994 y 1551 de 2012”, este estudio y esta guía se da a raíz de la expedición de la ley de gestión de riesgo de desastres , ley 1523 de 2012, la cual indica que todos los municipios del país deben realizar estudios de riesgo , esto con el fin de realizar una adecuada y correcta planificación del territorio, dando información cartográfica y alfanumérica de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, clasificándolo en alto medio y bajo, este libro da los lineamiento para realizar este estudio , esta clasificación y que toda la información del territorio esté homogeneizada.

Montero O, J., Beltrán Moreno, L., & Cortés D, R, 2016. En este estudio los autores realizaron un inventario de los deslizamientos presentados en áreas o zonas viales del país, el trabajo lo dividieron en 8 regiones que de algún ,modo han presentado problemas con características similares, este estudio le dieron unas características , criterios y especificaciones puntuales para la recolección de los datos, así poder determinar proyectar y tener en cuenta el resultado de los análisis en el momento de realizar proyectos y obras de ingeniería , en este caso puntual, las proyectos viales, los autores mencionan: “Los deslizamientos y otras formas de movimiento del terreno afectan muchas obras de ingeniería y de desarrollo en general con un sensible impacto en la economía y en la sociedad son particularmente destructores y muchas veces

catastróficos en las regiones montañosas de los andes tropicales”. Debemos tener en cuenta que este artículo menciona un tema muy importante y es que, aunque siempre que se piensa o habla de los deslizamientos, se piensa inmediatamente en los daños de las viviendas y sus habitantes, también debemos ver el impacto que causa en otras áreas, como en este caso en los proyectos de ingeniería civil tanto para su planeación como para su ejecución.

Amaya-Reyes, E., & Fonseca-Peralta, H, 2017. Abarca en cierta medida la problemática del presente trabajo, y parte de una realidad que también se toca en este trabajo, los autores dicen: -“Durante la fuerte ola invernal del primer semestre del año 2011, se presentaron en el municipio de Jericó, departamento de Boyacá, Colombia, movimientos en masa con consecuencias desastrosas. Intensas lluvias ocasionaron diversos fenómenos de remoción en cinco veredas, de las cuales La Estancia fue afectada por un deslizamiento del terreno que abarcó cerca de 360 hectáreas y produjo la evacuación de muchas familias. Ahora, algunas de ellas han regresado y es preciso establecer el grado de amenaza allí presente.”.En la ciudad de Boyacá, existen zonas y diferentes municipios que están en constante amenaza por movimiento en masa, en este caso hablan de Jericó. Boyacá, pero como se sabe Boyacá presenta en una gran parte de territorio riesgo inminente de deslizamientos de tierra, de los cuales, una vez ocurrido el evento, se debe evaluar las condiciones actuales del territorio para las diferentes actividades de la población y su seguridad. Claramente se observa que el trabajo de los autores está encaminado al estudio de campo posterior al evento, para tener información del suelo y sus condiciones y así desarrollar actividades de mitigación y prevención.

Celis S-V, 2018 , En su documento Plantea una Guía para la evaluación de riesgos por deslizamientos en zonas urbanas, y mencionan que “Para la prevención o mitigación de desastres es fundamental aunar esfuerzos para determinar las posibles consecuencias (riesgo) sobre un elemento expuesto (que intrínsecamente presenta una vulnerabilidad) ante un evento amenazante”, una muy acertada opinión ,la cual se puede tener como referencia y aplicar para este trabajo, ya que no hay esfuerzo mínimo o innecesario cuando se trata de prevención de

riesgos y de salvaguardar la vida humana. Lo que propone Celis S-V, es muy importante y necesario, y “En el caso particular de las zonas urbanas (donde se determinen condiciones de riesgo), se debe realizar un análisis costo – beneficio para determinar cuál medida de mitigación se debe aplicar para este riesgo; sin embargo, no existe una metodología unificada para evaluar cuantitativamente el riesgo, y su aceptabilidad o no. Es por esto que este artículo presentó una metodología para la realización de los análisis de riesgo por deslizamientos a escala de detalle, teniendo con ello una herramienta base para cumplir con lo ordenado en el decreto 1077 de 2015, en el cual los municipios deberán realizar estudios de detalle en las zonas delimitadas como “Condición de Riesgo”, que deberá ser concertada con las entidades rectoras del tema para tener una estandarización en la clasificación que se solicita y así poder tomar decisiones de una forma más acertada. Este es un insumo inicial que deberá ser aplicado en diferentes municipios y de lo posible adaptarse para que no quede al libre albedrío de los estudios realizados de los estudios la aceptabilidad del riesgo.”

Marín, R., Guzmán-Martínez, J., Martínez Carvajal, H., García-Aristizábal, E., Cadavid-Arango, J., & Agudelo-Vallejo, P, 2018. En este documento, los autores mencionan: - “La metodología empleada permite el análisis y evaluación cuantitativa de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo asociados a inestabilidad de laderas. Puede ser una herramienta útil para la planificación urbana y el ordenamiento territorial. Se integra un modelo físico determinístico que predice la ocurrencia de deslizamientos superficiales, aplicando una simulación de Montecarlo para estimar la probabilidad de falla de las celdas que representan un área del terreno. Asimismo, se emplea un modelo que cuantifica la vulnerabilidad de una vivienda afectada por un deslizamiento superficial, permitiendo el cálculo del riesgo como las consecuencias o pérdidas probables del elemento expuesto a un evento adverso”, en este caso puntual y estudiado se observa que los autores emplearon varias metodologías de estadística y física para llegar a estimar un riesgo y vulnerabilidad enfocado en un suceso (deslizamiento) ocurrido el 26 de octubre del 2016, en la vereda de El Cabuyal , el cual causó varios daños , dicho evento sirvió

como muestra, y acá esta la importancia de este documento , y es que como menciona el párrafo citado, el resultado del análisis de este evento , sirve para predecir la ocurrencia de los deslizamientos, lo cual resulta muy útil, práctico y de una aplicación real, también mencionan que se determinó de un modo cuantitativo la vulnerabilidad de las afectaciones a viviendas, tema que es de interés para el actual trabajo. Documento muy interesante el cual nos muestra de una manera cuantitativa un análisis y evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, a causa de los deslizamientos.

Vega Gutiérrez, J. A, 2019. Este artículo presenta una estimación del riesgo por deslizamiento en edificaciones causados por lluvias y sismos en la ciudad de Medellín, empleando una plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG), donde a través de varios modelos los autores plantean una manera de calcular la probabilidad que suceda un deslizamiento , partiendo de las diferentes características del suelo como las topográficas, geológicas y geotécnicas de la ciudad de Medellín , una de las características más representativas de este estudio es que utilizan las herramientas del área de la geomática para analizar y procesar los diferentes datos, a través de un DEM , datos prediales de catastro, datos de sismicidad y de precipitaciones , realizan un procesamiento y relación determinan las zonas con baja y alta amenaza de que suceda algún evento. El artículo se tiene en cuenta por la similitud del tema de estudio del actual trabajo, ya que relacionan la parte de Geográfica con las parte estructural, los deslizamientos y caracterización del riesgo , identificando las zonas con que presentan más riesgo , los autores mencionan que : “En síntesis es clara la utilidad de las herramientas automáticas para la temática de la gestión del riesgo pues en cada paso del análisis de la captura la información su procesamiento análisis numeraciones hasta la presentación de los resultados finales en forma de mapa o reportes tienen la aplicabilidad herramientas como los sistemas de información geográfica que permiten centralizar la información modelar y optimizar yo procesamiento de la misma”.

Marin R. & Londoño L. & Mattos A, 2020. Los autores en este estudio lo que pretendían era analizar y evaluar las diferentes amenazas por deslizamientos presentadas en un área específica a través de un modelo físico el cual implementaron, para así poder lograr su objetivo. Lo interesante de este artículo es que en cierto punto coincide en su enfoque con el objetivo del presente trabajo , ya que ellos lo enfocan puntualmente a calcular la vulnerabilidad de una cantidad exacta de predios y personas presentes en la zona objeto de estudio, pretendiendo dar un aporte no solo a el área de prevención de riesgo sino también un aporte a la parte física, estructural y como herramienta de ordenamiento urbano, ellos mismos lo concluyen diciendo: “La metodología que se implementó para analizar y evaluar el riesgo de deslizamientos superficiales representa una herramienta que puede ser útil en planes de ordenamiento territorial y gestión del riesgo de movimientos en masa. Su simplicidad y fácil aplicación, comparado con otros modelos físicos o metodologías para análisis del riesgo que han sido implementadas en esta región, constituye una buena alternativa para muchos proyectos de infraestructura.”.

Mesa E & Rojas K, 2020 , estos autores se basaron en antecedentes y estudios previos de amenaza por remoción de masa, del instituto Distrital para la gestión del Riesgo (IDIGER), en la localidad de Usaquén, en la ciudad de Bogotá, junto con los datos y guías metodológicas del servicio geológico colombiano dedicados a este mismo tema, hacen un cálculo de vulnerabilidad y daños por un movimiento de masa, se pueden presentar en los predios o edificaciones del área objeto de estudio, los cuales impactan directamente en sus habitantes. “Mediante una inspección visual de los elementos externos en las edificaciones se recolectó información de vital importancia para los cálculos de la investigación, como la 11 tipología de la estructura, es decir su sistema constructivo, la altura en pisos de cada edificación, además de la presencia de grietas o algún indicio de daño con el fin de evaluar el estado de conservación de estas. Así mismo esta evaluación visual permitió una identificación del uso dado a cada predio y la clasificación por grupos de uso según el título A de NSR-10, cabe aclarar que, al ser una

evaluación externa visual, existe cierto margen de error en la veracidad de los datos Para el cálculo de la vulnerabilidad se procedió a encontrar dos variables de las cuales depende este valor, la primera de ellas es la fragilidad de cada una de las estructuras en el barrio, así como de sus habitantes, la segunda es la intensidad, para su cálculo se usaron tres métodos distintos con el fin de observar la variación entre ellos, ya que fue posible realizar su cálculo de manera práctica , ambas variables se calcularon con ayuda de información teórica obtenida de distintas entidades distritales.”. De este modo determinaron los métodos para identificar el grado de vulnerabilidad y el nivel de amenaza en la zona de estudio ante la ocurrencia de un movimiento en masa en cada una de las edificaciones del Barrio de Usaquén y el posible valor de las pérdidas económicas.

Schuster R.L & Kockelman WJ, 1996. En su libro llamado “Landslides Investigation and mitigation” , en el capítulo 5 dan a conocer algunos principios generales y metodológicos para la reducción de amenazas por deslizamiento haciendo énfasis en los sistemas de prevención, para los cuales se requieren varias políticas y colaboración, del estado y creando conciencia de la población, donde también mencionan que hay que ser conscientes que la eliminación total de los problemas no es posible solo con métodos preventivos y se requiere establecer medidas de control para la estabilización de taludes susceptibles a sufrir deslizamientos.

Alcántara-Ayala, I, 2002. Este artículo llamado “*Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries*”, nos da una visión de la importancia de la geomorfología en la prevención de desastres naturales, ellos refieren que aunque estos eventos se presentan en todo el mundo , algunos países son más propensos a sufrir estos eventos por su ubicación geográfica, relacionan también la parte cultural , social y económica con la vulnerabilidad , los autores refieren: “*the less opportunities, the more vulnerability, the more affected by natural disasters*”, ellos rescatan en este artículo la importancia de la geomorfología y los geomorfólogos en la prevención de desastres naturales.

Aleotti, P, 2004. Este autor en este artículo describe un procedimiento en el cual identifica los umbrales de lluvia, los cuales se convierten en umbrales de activación de deslizamientos, el artículo basa su estudio en unos eventos en específico ocurridos en la región de Piamonte (Italia), zona en la cual los deslizamientos son muy recurrentes, a partir de esta identificación y el estudio de sus características como duración, intensidad y precipitación , hacer de este estudio un elemento fundamental en un sistema de alerta para proteger las áreas propensas a deslizamientos.

Aristizábal, Edier & Martínez, Hernán & Velez, Jaime, 2010. En este artículo los autores se basan en los diferentes estudios realizados acerca de los de los movimientos en masa producidos por la lluvia, los cuales son muy comunes en nuestro país y han sido estudiados por varios autores, acá ellos realizan una recopilación de varios de los estudios tanto geotécnicos, estadísticos y físicos para de alguna forma y a través de estos métodos poder hacer una predicción de estos eventos y que las autoridades locales puedan tomar decisiones.

Boonmee C, Arimura M, & Asada T, 2017. En las últimas décadas el número de desastres naturales ha aumentado, esto a causa de la intervención del hombre en el uso del suelo y creación de infraestructura, para estudiar y enfrentar esta situación los autores combinaron dos algoritmos uno exacto y otro Heurístico, teniendo en cuenta que el algoritmo exacto nos ayuda con los problemas de ubicación. Este artículo lo que pretende es “realizar una encuesta sobre los problemas de ubicación de las instalaciones que están relacionados con la logística humanitaria de emergencia basada en los tipos de modelos de datos y los tipos de problemas y en Examinar las situaciones previas y posteriores al desastre con respecto a la ubicación de las instalaciones” con los datos obtenidos, y a través de los algoritmos se evaluará la ubicación de las instalaciones.

Cornejo L, Marchán R, & Gines E, 2018. Artículo donde su área de estudio queda en una provincia de Perú, llamada Mal Paso , zona la cual durante la época de lluvias , presenta un riesgo por deslizamientos, situación que llama la atención más que todo en una vía que pasa

por este lugar, la vía panamericana una de las más importantes del país, la situación de riesgo por deslizamientos en este lugar ha llamado la atención de los autores ya que de presentarse un evento pone en riesgo las personas que transitan por ese lugar, interrumpe el tráfico vehicular y puede generar un colapso en la vía, ocasionando bloqueos. Para poder realizar esta evaluación de riesgo por deslizamiento, los autores se valen de técnicas SIG, con datos recolectados en época de lluvia, realizando un análisis a las diferentes características de la zona y del suelo, como el aspecto hidrográfico, topográfico, la textura, profundidad y pedregosidad.

El método aplicado fue “cualitativo de determinación de riesgos de erosión CORINE utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG) (Julca, 2015); basado en el cálculo de índices que intervienen en la erosión de los suelos. Erosividad climática, heredabilidad del suelo, topografía y cobertura vegetal. Erosividad climática: Para evaluar este parámetro se calculó el índice de Fournier Modificado, con data de precipitaciones de 40 años, de las estaciones meteorológicas de Cañaverall, Campamento Sede y los Cedros”.

Qasim S & Qasim M, 2020 , En su artículo que tiene lugar en La región de Muree en Pakistan , y dicen :“*The Murree region in Pakistan is frequently affected by landslides and causes damages to lands, houses, life lines and even loss of livestock and human life.*” (La región de Murree en Pakistán se ve frecuentemente afectada por deslizamientos de tierra y causa daños a tierras, casas, líneas de vida e incluso pérdida de ganado y vidas humanas). Aunque el área de estudio de este artículo se encuentre en un lugar muy apartado del área de estudio de este trabajo, esto demuestra que la problemática de deslizamientos de tierra o remoción de masa, no es un problema único de nuestro país, sino se presenta en todo el mundo, en este caso ellos utilizan datos recogidos en campo para evaluar ciertos indicadores necesarios para la comparación y evaluación del riesgo, tomando como referencia una escala de riesgo, llegando a conclusiones y datos necesarios para que la entidad gubernamental pertinente tome las medidas necesarias para mitigar este riesgo.

5.4. REFERENTE LEGAL Y NORMATIVO

5.4.1 REFERENTE LEGAL NACIONAL EN COLOMBIA

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA
Decreto 1547 de 1984	“Por el cual se crea el Fondo Nacional de Calamidades” (UNGRD, 1984)	Se tiene en cuenta ya que mediante este decreto se crea el Fondo Nacional de Calamidades, el cual está dedicado a la atención de las necesidades que se originen en casos de desastres o calamidad.
Ley 46 de 1988	“Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, se otorgan facultades extraordinarias al presidente de la República y se dictan otras disposiciones. (UNGRD, 1988)	Importante ya que da los lineamientos para la creación de un plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, el cual, una vez aprobado por el Comité Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, será adoptado mediante decreto del Gobierno Nacional. Este plan será a nivel nacional, regional y local, menciona las acciones, orientaciones, programas y proyectos a los cuales se deben regir.
Decreto 919 de 1989	“Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.” (Congreso de Colombia, 2012)	Este decreto es de suma importancia en uno de los temas tratados en este trabajo gestión de riesgo, en este decreto organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres el cual está constituido por el conjunto de entidades públicas y privadas que realizan planes, programas, proyectos y acciones específicas, para alcanzar los objetivos establecidos en este mismo.
Constitución Política de Colombia de 1991	Artículo 51. Todos los colombianos tienen derecho a una vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda. (Constitución Política de Colombia, 1991)	Es la base fundamental de los derechos y deberes de todos los colombianos, de este parte todo tema legal y normativo en el país.
Decreto 93 de 1998	“Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres” (UNGRD, 1998).	Decreto el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, el cual tiene como objetivo “Orientar las acciones del Estado y de la sociedad civil para la prevención y mitigación de riesgos, los preparativos para la atención y recuperación en caso de desastre, contribuyendo a reducir el riesgo y al

		desarrollo sostenible de las comunidades vulnerables ante los eventos naturales y antrópicos.” (Tomado del decreto). Se tiene en cuenta ya que da los lineamientos para la prevención y atención de desastres.
Documento CONPES 3146 de 2001	“Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres — PNPAD- en el corto y mediano plazo. (UNGRD, 2001)	Se tiene en cuenta ya que este documento presenta las acciones prioritarias y a tener en cuenta para la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (PNPAD)
Decreto 4147 - 3 de noviembre 2011	Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura. [12]	A través de este decreto se crea una de las entidades más importantes en el tema de gestión de riesgo a nivel nacional, presenta lineamientos, objetivos, funciones, normatividad entre otras.
Ley 1523 - 24 de abril del 2012	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. (Congreso de Colombia, 2012)	Ley dedicada a la prevención de riesgos en Colombia, la cual se considera uno de los elementos centrales de la gestión estratégica de los riesgos, es el pilar e instrumento principal del sistema de gestión de riesgo de desastres.
Decreto 1807 del 19 de septiembre del 2014	Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones (Congreso de Colombia, 2014)	Este decreto se tiene en cuenta ya que abarca un tema tratado en el presente trabajo, ya que este incorpora el tema de gestión de riesgo de manera obligatoria y fundamental en los POT, dando las condiciones a tener en cuenta. A partir de este decreto todos los POT deben incluir estudios básicos y detallados de la gestión de riesgo de cada municipio de Colombia.
Decreto Presidencial 308 de 2016.	Proyecto de Decreto por el cual se adoptó el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (Congreso de Colombia, 2012)	Importante en la medida que Incorporo el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el cual es un instrumento muy importante que define los objetivos y acciones para el proceso de conocimiento, reducción y prevención del riesgo.
Decreto 2157 de 2017	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012. (Congreso de Colombia, 2017)	Importante en la medida que es una herramienta para las empresas a la hora de identificar, formular y programar el seguimiento de las acciones a seguir en su plan de gestión de riesgo.

Tabla 1. Referente legal nacional en Colombia. Fuente: Autor

5.4.2. REFERENTE LEGAL INTERNACIONAL.

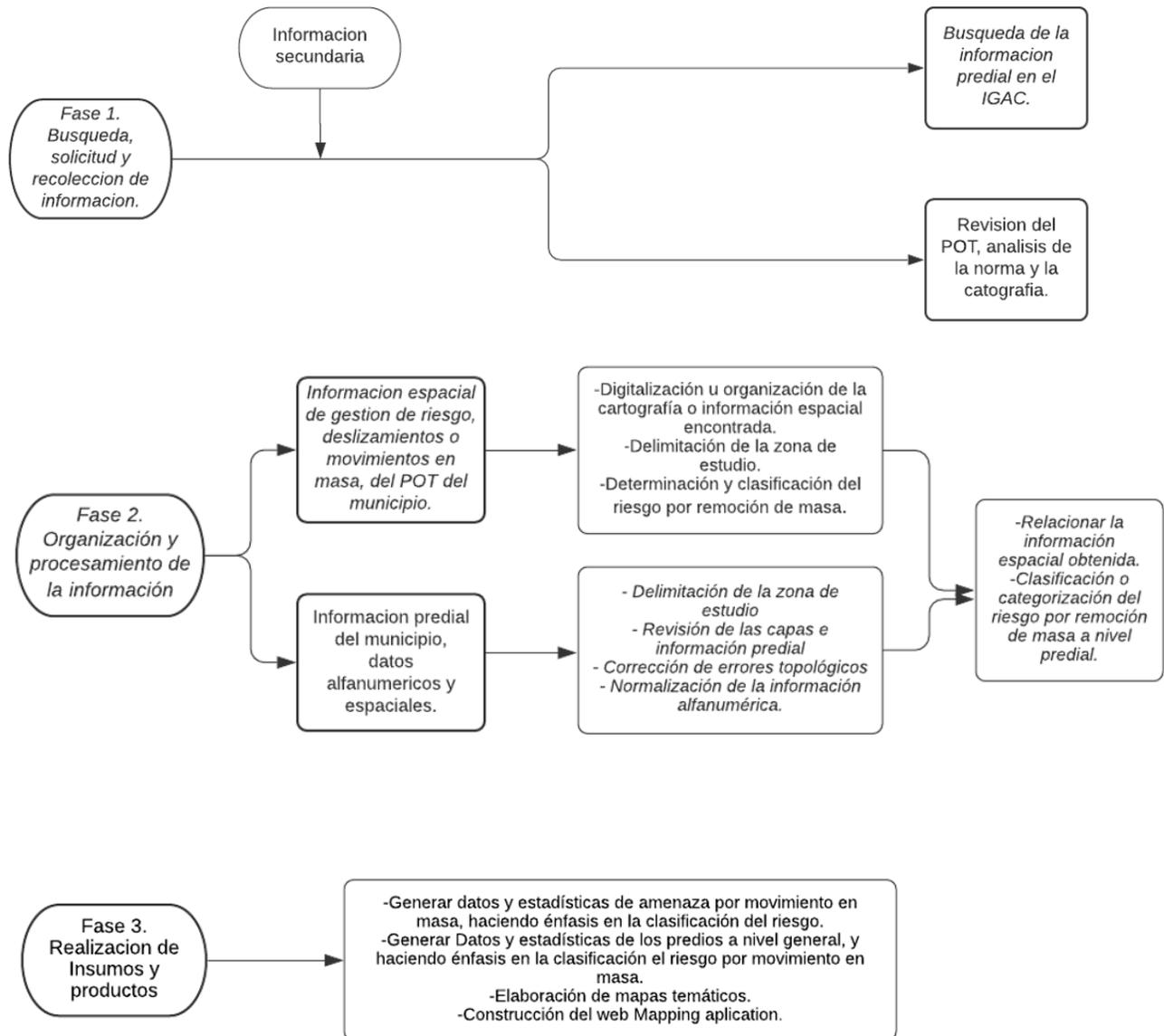
NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA
Programa IDRL - 2001 (INTERNATIONAL DISASTER RESPONSE LAW, Ginebra)	"Fue creado en el año 2001 por una resolución del Consejo de delegados de la Cruz Roja y la Media Luna Roja, para investigar cómo los marcos legales pueden contribuir a facilitar la asistencia internacional a desastres, en particular las operaciones internacionales de socorro. El Programa busca reducir la vulnerabilidad humana mediante la promoción de la preparación legal para desastres." (IFRCRC, 2003)	Importante en la medida que se ocupa de la integridad humana, estrategias de socorro, pero a nivel normativo y legal.
Marco de Acción de Hyogo (2005-2015)	El Marco de Hyogo fue un tratado firmado y aprobado en 2005 en Japón entre 168 países en el que se comprometieron a introducir en las políticas públicas los conceptos de prevención y evaluación de riesgos, así como la manera de enfrentar los desastres o los modos de actuación tras una crisis. Su objetivo general es aumentar la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres al lograr, para el año 2015, una reducción considerable de las pérdidas que ocasionan los desastres, tanto en términos de vidas humanas como en cuanto a los bienes sociales, económicos y ambientales de las comunidades y los países. El MAH ofrece cinco áreas prioritarias para la toma de acciones, al igual que principios rectores y medios prácticos para aumentar la resiliencia de las comunidades vulnerables a los desastres, en el contexto del desarrollo sostenible. (ONU, 2005).	Importante desde el hecho que trata el tema de reducción de pérdidas en caso de presentarse algún desastre, pero no solo tocan el tema de pérdida humana, sino el conjunto de cosas que hacen de la vida humana una experiencia, como los bienes sociales, económicos y ambientales, ven la vida humana de una manera íntegra, y así mismo es desarrollado todo este instrumento de implementación de la reducción de riesgo de desastre.
Ley modelo para la facilitación y la reglamentación de las operaciones internacionales de socorro en caso de desastre y asistencia para la recuperación inicial" -2011	Pretende ayudar a los Estados a abordar algunas de las cuestiones legales y reglamentarias que comúnmente surgen relativas a la asistencia internacional durante los desastres. Estas cuestiones se refieren a la entrada y la operación de asistencia a los Agentes Internacionales y también a la	Se debe tener en cuenta ya que esta ley fue creada como una herramienta de referencia y de uso voluntario por Las personas encargadas de los temas de gestión de riesgo que quieran desarrollar leyes, normativas y procedimientos en su país para la gestión de una potencial asistencia internacional en caso presentarse algún

	coordinación de su asistencia, especialmente en el período inicial de recuperación y socorro. (I.S.C.L.R.G. 2011)	evento o desastre.
Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres. (2015-2030)	“El Marco de Sendai se ha establecido con el objetivo de reducir sustancialmente el riesgo de desastres y las pérdidas en vidas, medios de subsistencia, salud y en los bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países. El marco incluye cuatro prioridades de acción y siete objetivos mundiales. Se puede encontrar más información sobre el Marco aquí.” (UN-SPIDER, 2014)”	Este establecido meta a nivel mundial para la reducción de la mortalidad en desastres naturales, se enfocaron en la prevención y respuesta, con estrategias y metas para 15 años, estas metas son puntuales y objetivas, y pueden ser aplicadas o tenidas en cuenta en cualquier país.

Tabla 2. Referente legal Internacional. Fuente: Autor

6. METODOLOGÍA

La metodología usada para la realización de este trabajo es una investigación básica, con desarrollo tecnológico, en donde se obtiene al final unos insumos físicos, digitales e interactivos. La metodología se desarrolla en 3 fases:



6.1. FASE I:

Búsqueda, solicitud y recolección de la información:

Identificar las zonas y sus predios que actualmente se encuentran con susceptibilidad y/o amenaza por movimientos en masa, en el municipio de Betétiva (Boyacá), esto como insumo para la prevención y creación de programas que mitiguen este riesgo.

En la primera fase se realizó la búsqueda de la información, sabiendo previamente que se requiriere un estudio de gestión del riesgo por movimiento en masa y la capa predial del Municipio de Betétiva, precisamente se revisó el POT del municipio donde se verifica que la información de movimiento en masa no existe se solicitó a la alcaldía de Betétiva dicha información, los cuales enviaron la información en formato Shape de un estudio por remoción en masa del municipio, la capa predial rural del departamento Boyacá (cogido DANE 15) , fue descargada de los datos abiertos del geo portal del IGAC, también en formato Shape.

- Descarga de la Información predial:

Ilustración 4, Visualización plataforma del IGAC- datos abiertos - Fuente: tomada del sitio web con URL <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-catastro>



The screenshot displays the IGAC Geoportal website. At the top, there is a navigation bar with the IGAC logo, the word 'GEOPORTAL', and the Colombian government logo with the slogan 'El futuro es de todos'. Below this is a secondary navigation bar with links for 'INICIO', 'EL IGAC', 'TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA', 'CENTRO DE INVESTIGACIÓN', 'NOTICIAS', and 'PRODUCTOS Y PUBLICACIONES'. The main content area features a left sidebar with a menu under 'DATOS ABIERTOS' including 'IGAC', 'Geoservicios', 'Agrología', 'Cartografía y Geografía', 'Catastro', 'Geodesia', 'Transparencia', and 'Ayuda'. The main content area is titled 'Datos Abiertos Catastro' and contains the text: 'Datos Abiertos Subdirección de Catastro'. Below this, a paragraph states: 'La Subdirección de Catastro del IGAC es la encargada de la producción, actualización, custodia, preservación y documentación estandarizadas de los procesos de formación, actualización de la formación, conservación del catastro y avalúos, para administrar el Sistema de Información de Tierras con base en el predio o Sistema de Información Catastral en Colombia.' A 'Nota:' section follows, stating: 'La Subdirección de Catastro esta encargada del catastro nacional a excepción de los Catastros descentralizados de Bogotá, Antioquia, Medellín, Cali y la delegación de Barranquilla.'

Bases de datos Catastrales - Cobertura Departamental

Información Geográfica y Alfanumérica

Fecha de Corte: 2021-05

Conjunto de Datos	Metadato	Descarga de Archivos
Bases de datos Catastrales Geográficas y Alfanuméricas por Departamento		

opendata > data > Subdireccion_Catastro > 2021_05 > Departamentos > shp > 15

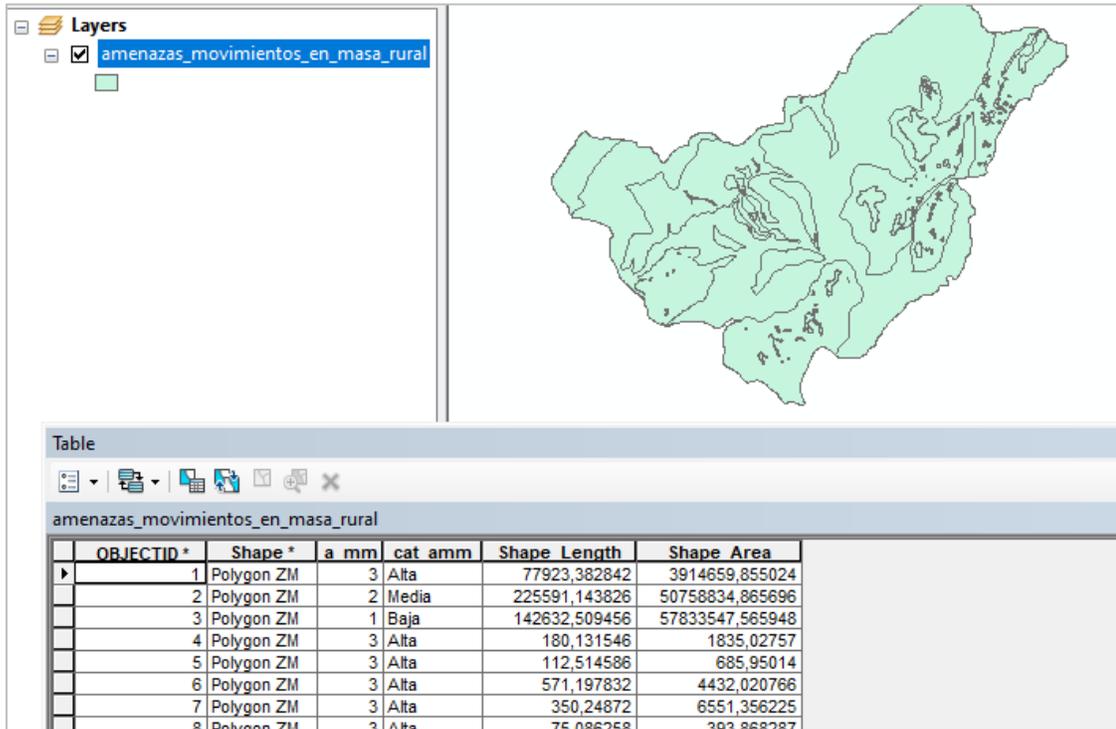
 Nombre	Modificado	Modificado por
 15_R_CONSTRUCCION.zip	 10 de junio	Datos Abiertos
 15_R_NOMENCLATURA_DOMICILIARIA.zip	 10 de junio	Datos Abiertos
 15_R_NOMENCLATURA_VIAL.zip	 10 de junio	Datos Abiertos
 15_R_SECTOR.zip	 10 de junio	Datos Abiertos
 15_R_TERRENO.zip	 10 de junio	Datos Abiertos
 15_R_VEREDA.zip	 10 de junio	Datos Abiertos

15_R_TERRENO.zip > R_TERRENO

Nombre	Fecha de mo...	Tamaño del a...
 R_TERRENO.cpg	2021-06-10	5 bytes
 R_TERRENO.dbf	2021-06-10	80,6 MB
 R_TERRENO.prj	2021-06-10	139 bytes
 R_TERRENO.sbn	2021-06-10	4,50 MB
 R_TERRENO.sbx	2021-06-10	77,4 KB
 R_TERRENO.shp	2021-06-10	246 MB
 R_TERRENO.shp.xml	2021-06-10	198 KB
 R_TERRENO.shx	2021-06-10	4,19 MB

➤ Información Amenaza por Movimiento en masa:

Ilustración 5. Información movimiento en masa, Betétiva -Boyacá, Fuente: Alcaldía Betétiva, Visualización: ArcMap V 10.5



6.2. FASE II:

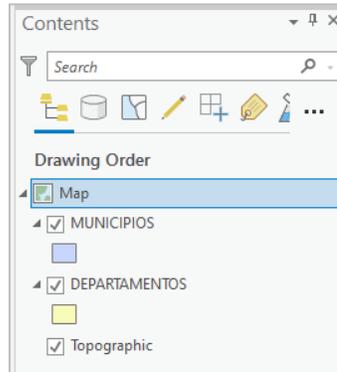
Organización y procesamiento de la información:

Usando en programa de ArcMap V 10.5, se creó una base de datos. Gdb donde se organizó la información que se requería para el trabajo.

Ilustración 6. Base de datos. gdb con las capas a trabajar, Fuente: Autor, Visualización: ArcMap V 10.5



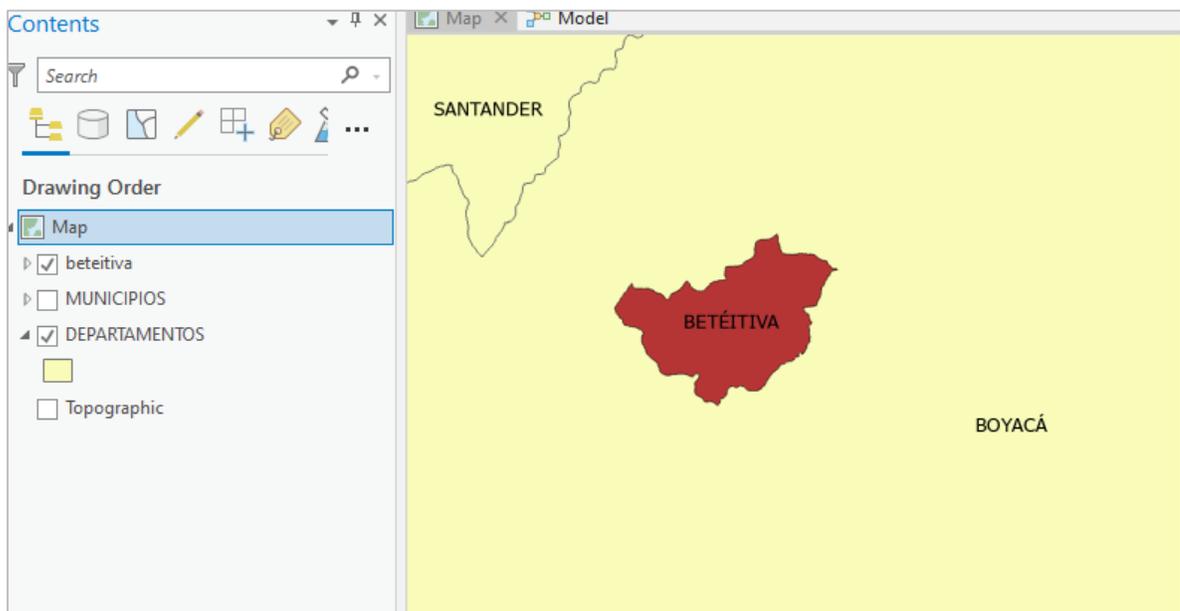
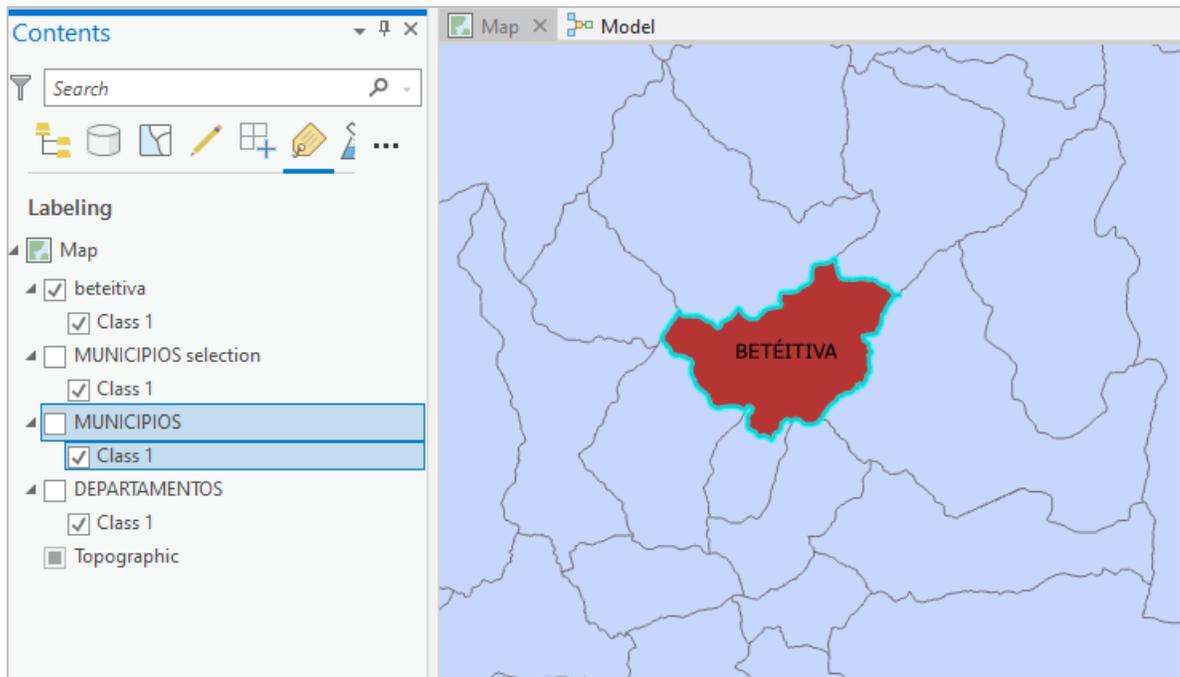
- Haciendo uso del programa Arcgis Pro, se realizó el procesamiento de la información
- Se realizó el Cargue de las capas que se requirieron para identificar el sitio de interés



- De la tabla de atributos de Municipios, se buscó el municipio objeto de estudio, en este caso era Betétiva, y se exporto al proyecto creado como una nueva capa.

Ilustración 7. Visualización general de Arcgis Pro-Tabla de Atributos y manejo de capas. Fuente: Autor.

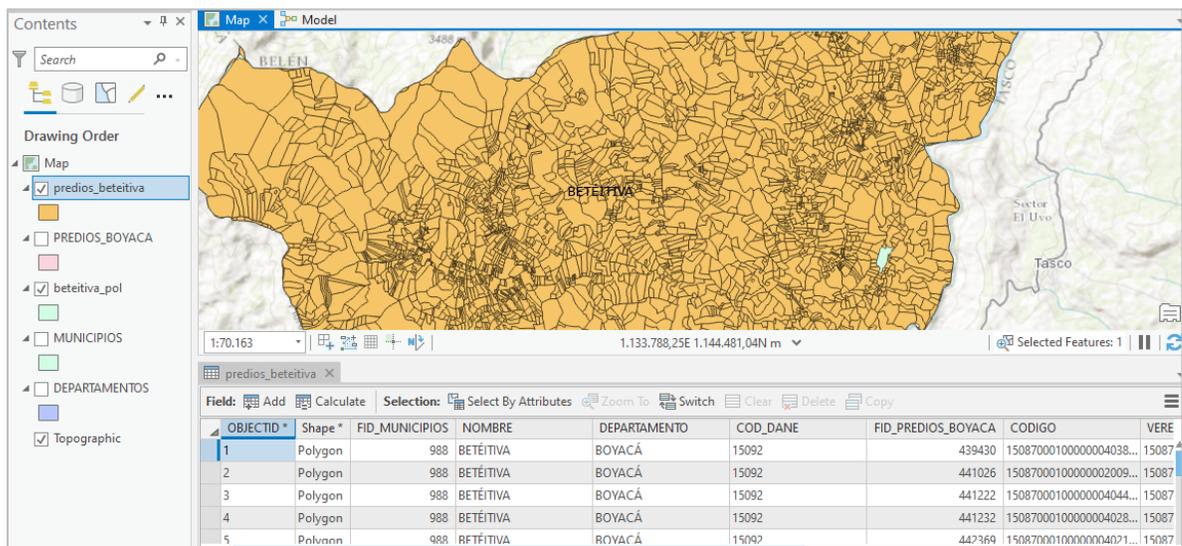
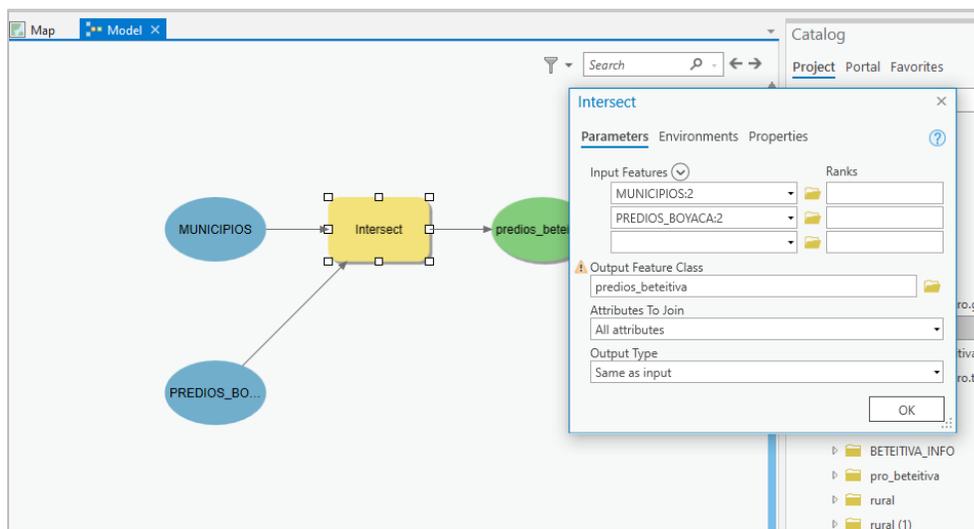
OBJECTID *	Shape *	NOMBRE	DEPARTAMENTO	COD_DANE	Shape_Length	Shape_Area
805	Polygon	BELTRÁN	CUNDINAMARCA	25086	97825,51281	181355332,753885
706	Polygon	BERBEO	BOYACÁ	15090	49841,040683	61794481,298617
324	Polygon	BETANIA	ANTIOQUIA	5091	71739,430595	171750584,266105
988	Polygon	BETÉTIVA	BOYACÁ	15092	52827,835563	101810332,396157
445	Polygon	BETULIA	ANTIOQUIA	5093	88708,230878	276904659,608942
1108	Polygon	BETULIA	SANTANDER	68092	134509,397396	409491542,181416
995	Polygon	BITUIMA	CUNDINAMARCA	25095	53661,157827	62958167,699735
1063	Polygon	BOAVITA	BOYACÁ	15097	68258,005010	146271666,270712



- A través de la herramienta Model Builder se realizó el modelo para ejecutar todos los procesos se requiere para el proyecto.
- Se Identificó y extrajo en una nueva capa los predios que pertenecen a Betétiva:

Como la capa predial que se descargo es de todo el departamento de Boyacá, se usó la herramienta Intersect, de la caja de herramientas, donde las capas que se requirieron para realizar este proceso fue el polígono de Betétiva (área de estudio), y predios Boyacá. A través del Intersect se obtuvo los polígonos que están en Betétiva como una nueva capa con todos sus atributos, la cual se exporto en el proyecto como Betétiva_pol.

Ilustración 8. Visualización del Model Builder - Proceso de Intersect Municipio/Predios-Resultado. Fuente: Autor

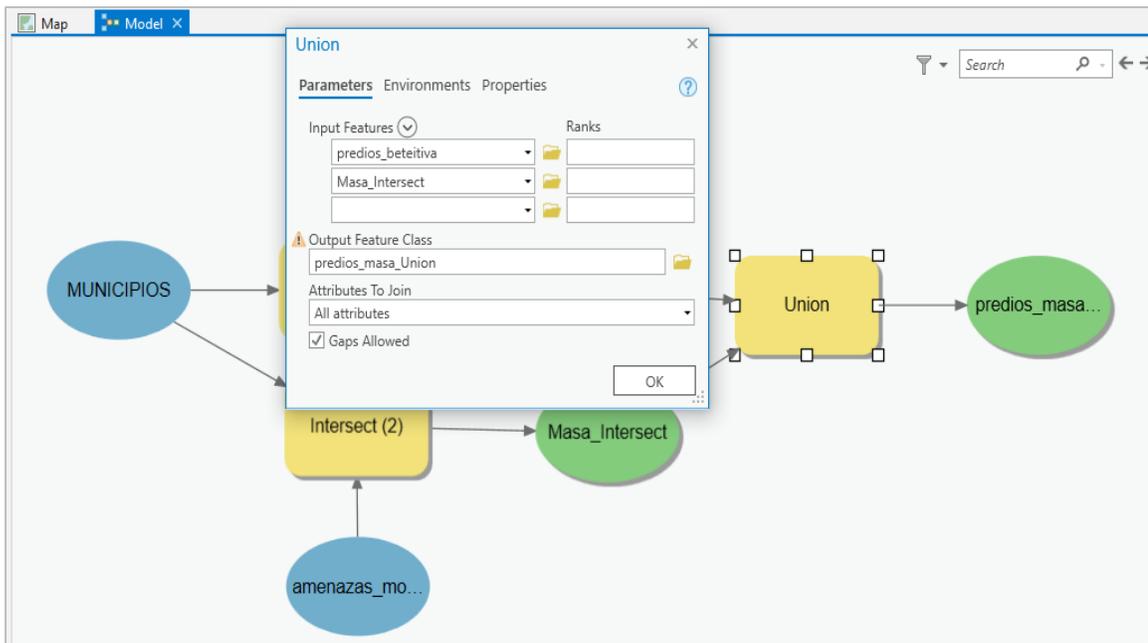


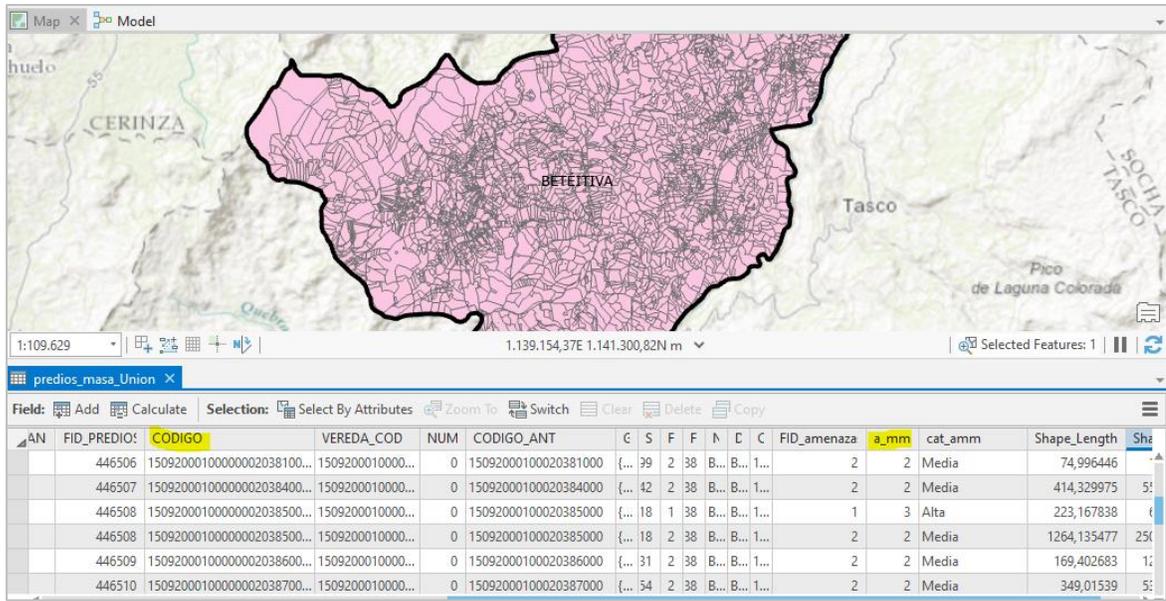
- Hasta este punto se ha obtenido la información en forma de capas (Shapes) que se requirieron para la continuación del proceso, estas capas fueron: Polígono del área de estudio -Betéitiva, Movimiento en masa – Betéitiva, Predios- Betéitiva.

Se procedió a realizar a través de las herramientas de Arcgis Pro, y siguiendo la secuencia del modelo, unos últimos pasos:

- Caracterizar y relacionar cada predio con su clasificación y/o su tipo de riesgo por movimiento en masa.
- Para lograr esto, se requirió de dos capas: predios y movimiento en masa, las cuales a través de la herramienta Unión, realizó la unión de las dos capas, dando como resultado el objetivo planteado: Predio y la clasificación de la amenaza que le corresponde.

Ilustración 10. Ilustración 8. Visualización del Model Builder - Proceso de Union, Predios/Movimiento en Masa-Resultado. Fuente: Autor



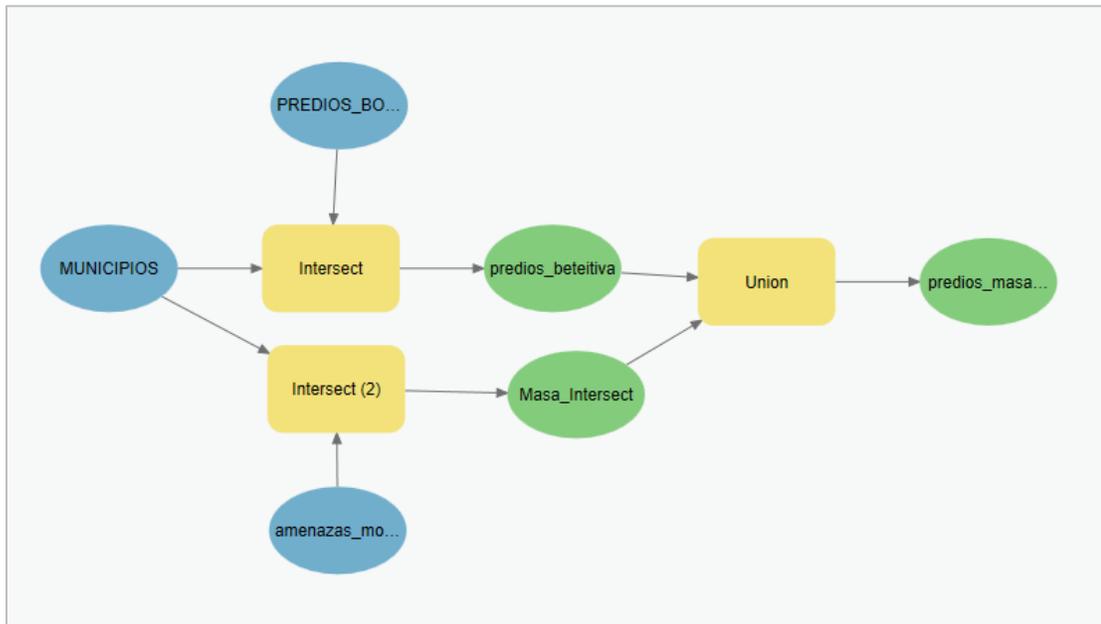


- De esta manera finalizo la creación del modelo, el procesamiento de los datos, llegando al resultado deseado: Caracterización del tipo de amenaza por movimiento en masa, a nivel predial en Betétiva -Boyacá.

Se observa la información y resultado del proceso de la siguiente manera:

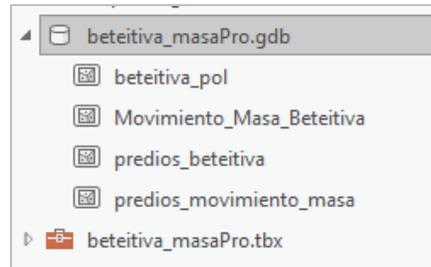
- Modelo en ModelBuilder

Ilustración 11. Modelo realizado a través de la herramienta Model Builder. Fuente: Autor.



- Una gdb. con las capas (Shapes) finales =

Ilustración 12. Visualización general del contenido de la GDB final. Fuente: Autor.

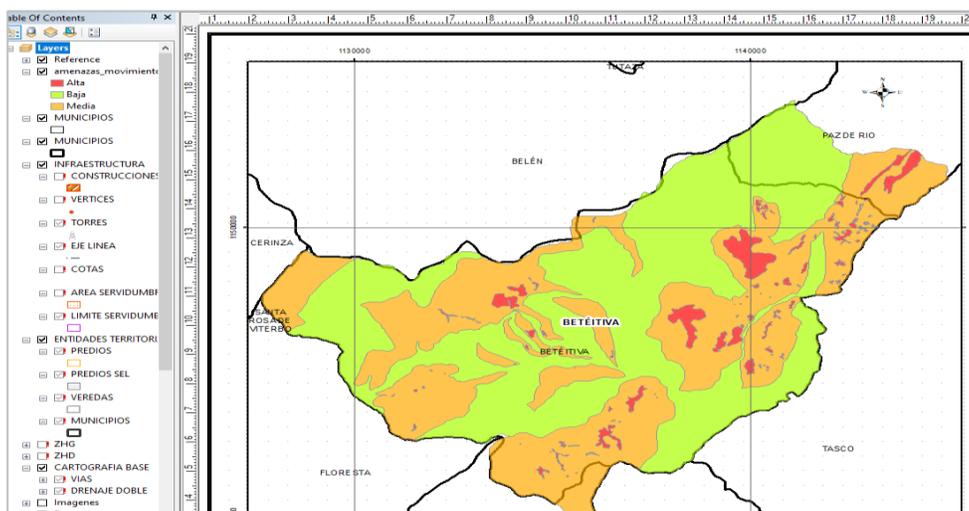


6.3. FASE III:

Realización de insumos y productos a entregar y mostrar:

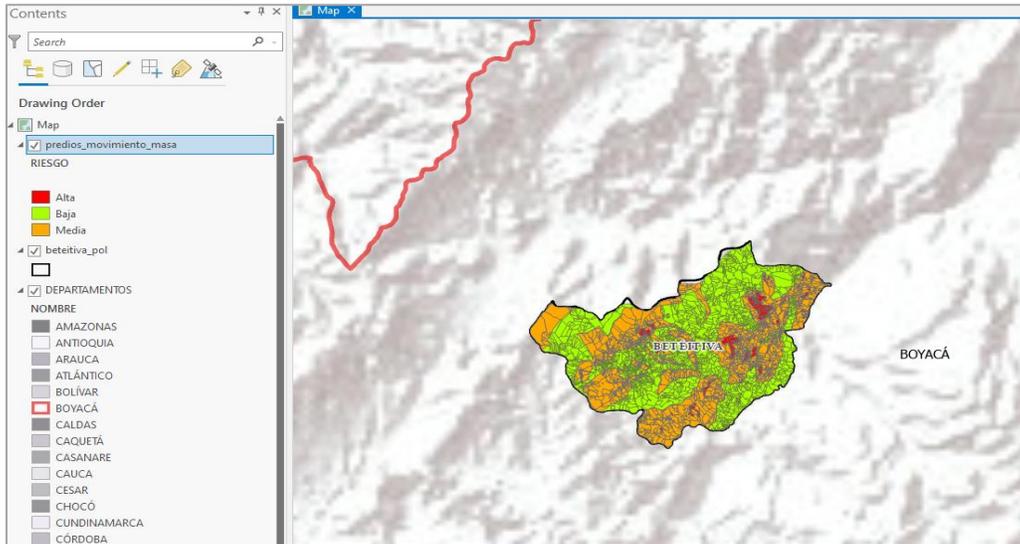
- Después de haber realizado los anteriores procesos se obtuvo la información organizada y deseada para realizar los mapas necesarios que permitió llegar a la creación del mapa objetivo final del trabajo, Mapa con la caracterización del tipo de amenaza por movimiento en masa, a nivel predial en Betétiva -Boyacá.
- Se realizaron los mapas en formato PDF usando ArcMap,

Ilustración 13. Visualización general de la Elaboración de los mapas – Fuente: Autor



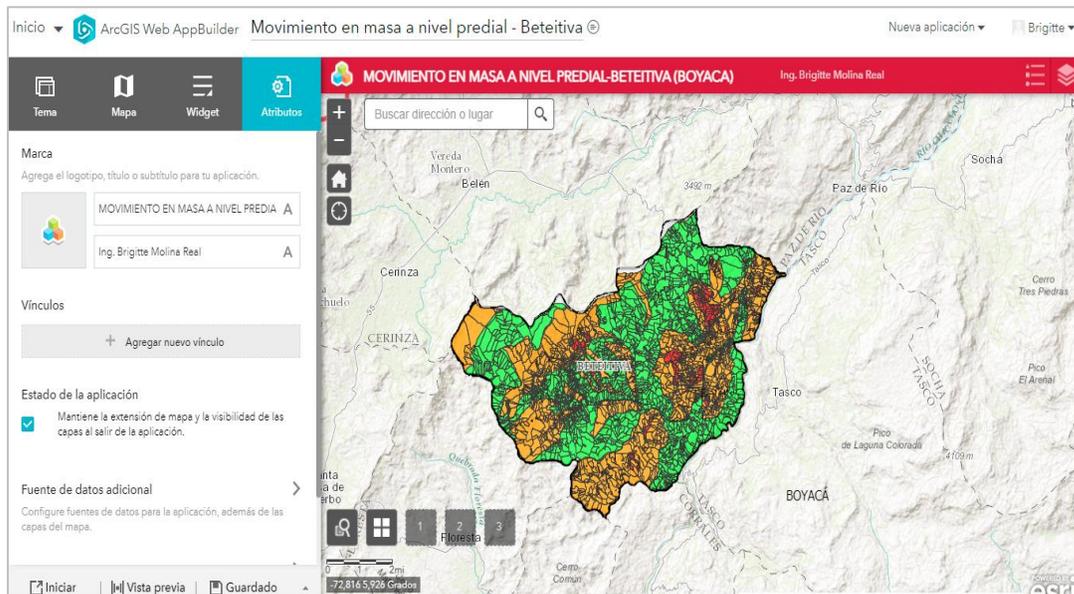
- Se realizó a través del programa ArcGIS Pro la edición de capas y los ajustes necesarios para trabajar en ArcGIS Online.

Ilustración 14. Visualización general de Arcgis Pro. – Fuente: Autor



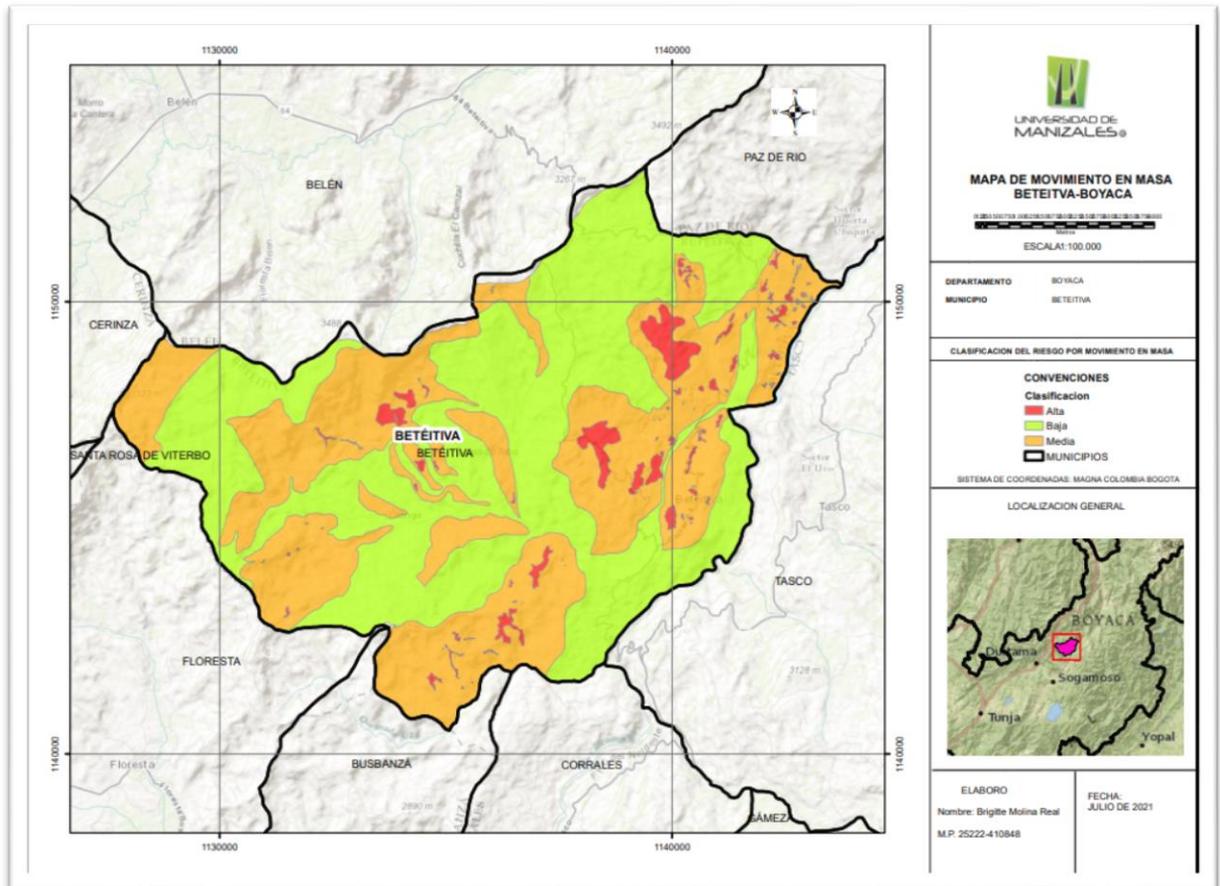
- Se realizó un Web Mapping Application con las herramientas de Arcgis Online, para visualizar y realizar consulta de los datos.

Ilustración 15. Visualización general de ArcGIS Online en la Elaboración del Web Mapping Application – Fuente: Autor



7. RESULTADOS

- Mapa de clasificación de riesgo por movimiento en masa del municipio de Betétiva -Boyaca, escala 1:100.000. (Anexo 1)

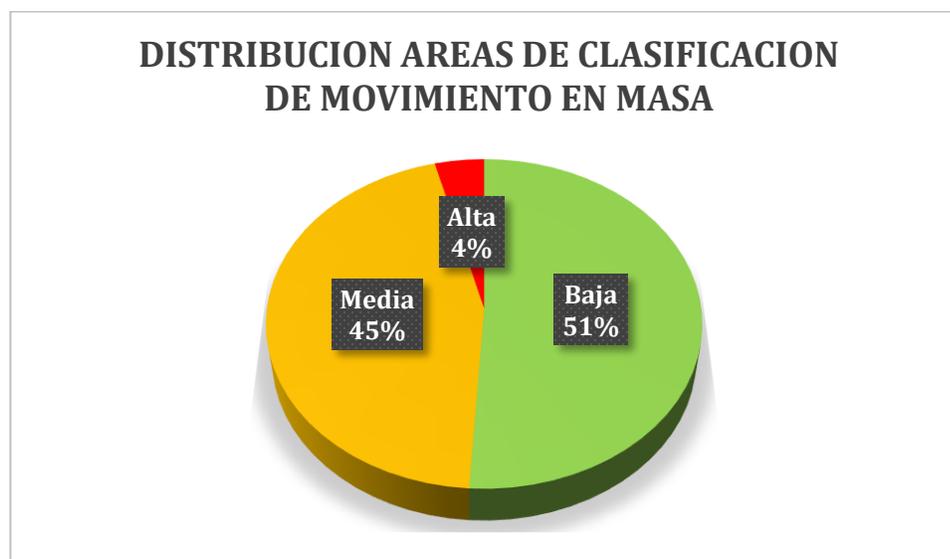


En este mapa se observa el área total del municipio y su clasificación de riesgo por movimiento en masa, se observa que el riesgo se clasifica en Alto (rojo), Medio (naranja) y Bajo (verde).

Tabla 3. Distribución de áreas del riesgo dentro del municipio de Betétiva

CATEGORIA	Has	%ÁREA
Baja	5216,46904	51
Media	4615,96648	45
Alta	348,597719	4
Total	10181,0332	100

Ilustración 16. Distribución porcentual de la amenaza por movimientos en masa, municipio Betéitiva. Fuente: Autor.



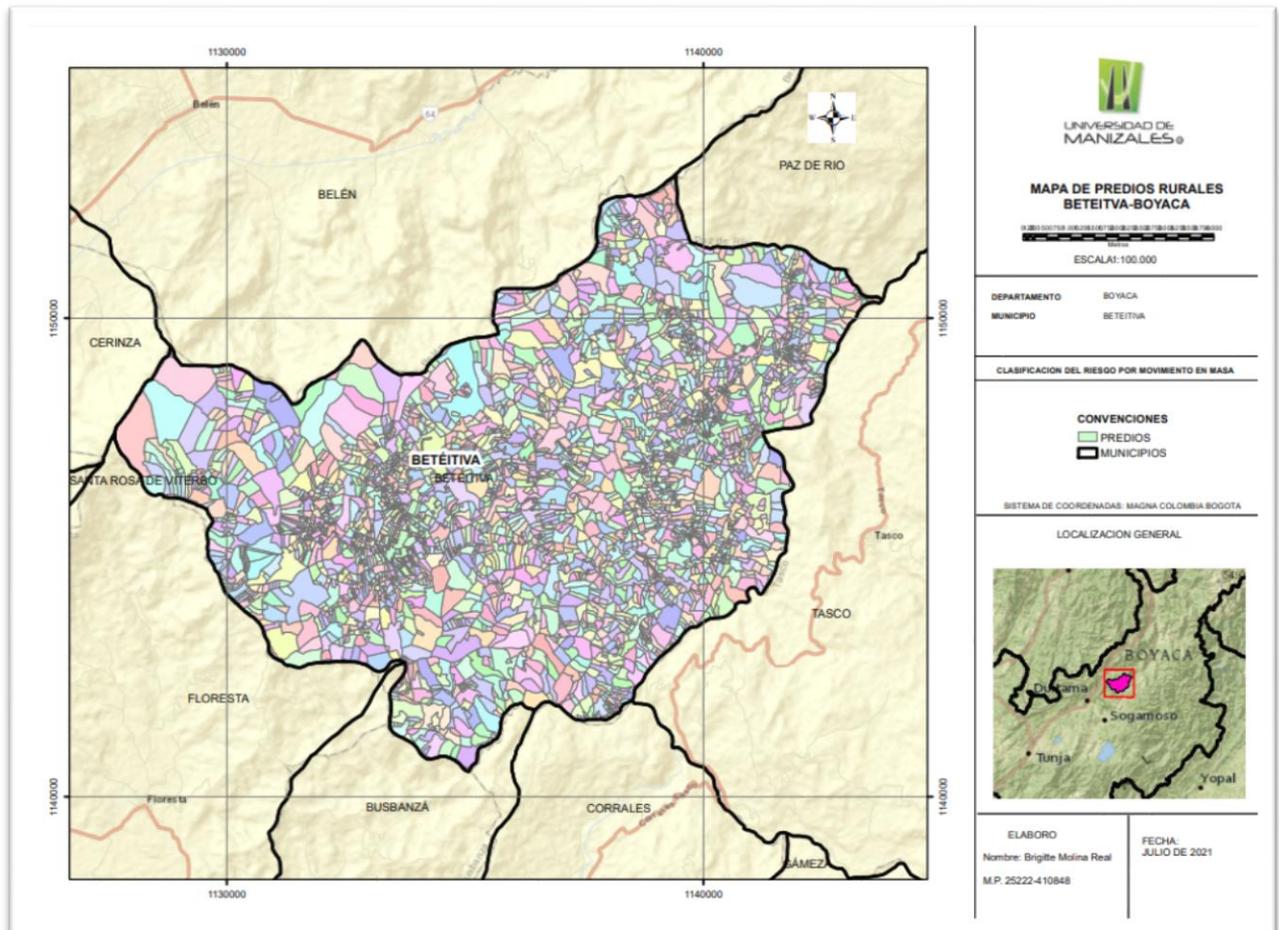
En el Grafico se observa la distribución de la clasificación por movimiento en masa que se presenta en Betéitiva-Boyacá, estas se presentan y se observan de la siguiente manera:

Categoría Baja= Amenaza por movimiento en masa es baja, un 51% del área presenta esta clasificación.

Categoría Media= Amenaza por movimiento en masa es Media, un 45% del área presenta esta clasificación.

Categoría Alta= Amenaza por movimiento en masa es Alta, un 4% del área presenta esta clasificación.

➤ Mapa de predios rurales del municipio de Betétiva -Boyacá, escala 1:100.000 (anexo 2)

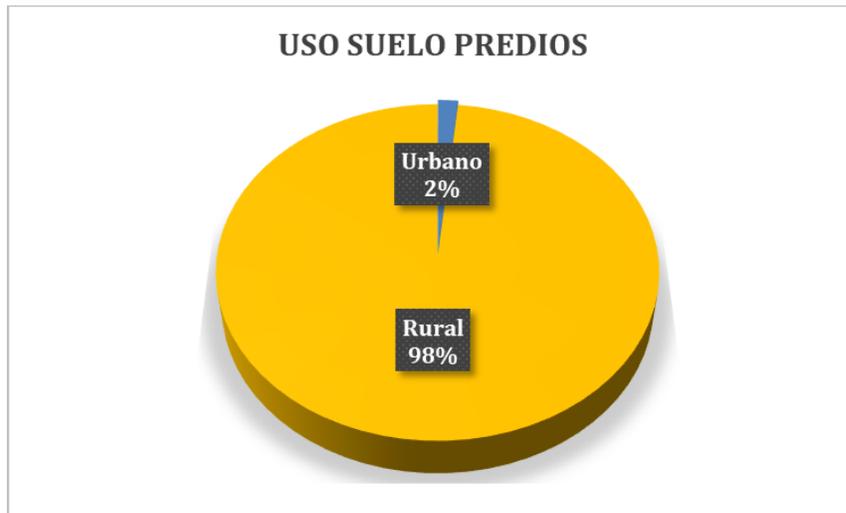


Se observa en el mapa el Municipio de Betétiva, el cual actualmente tiene alrededor de 3970 predios en el área su área rural, el cual representa el 98% del municipio (Fuente, IGAC). En el mapa los predios se observan en el mapa en polígonos de colores, todos con un área y forma diferente.

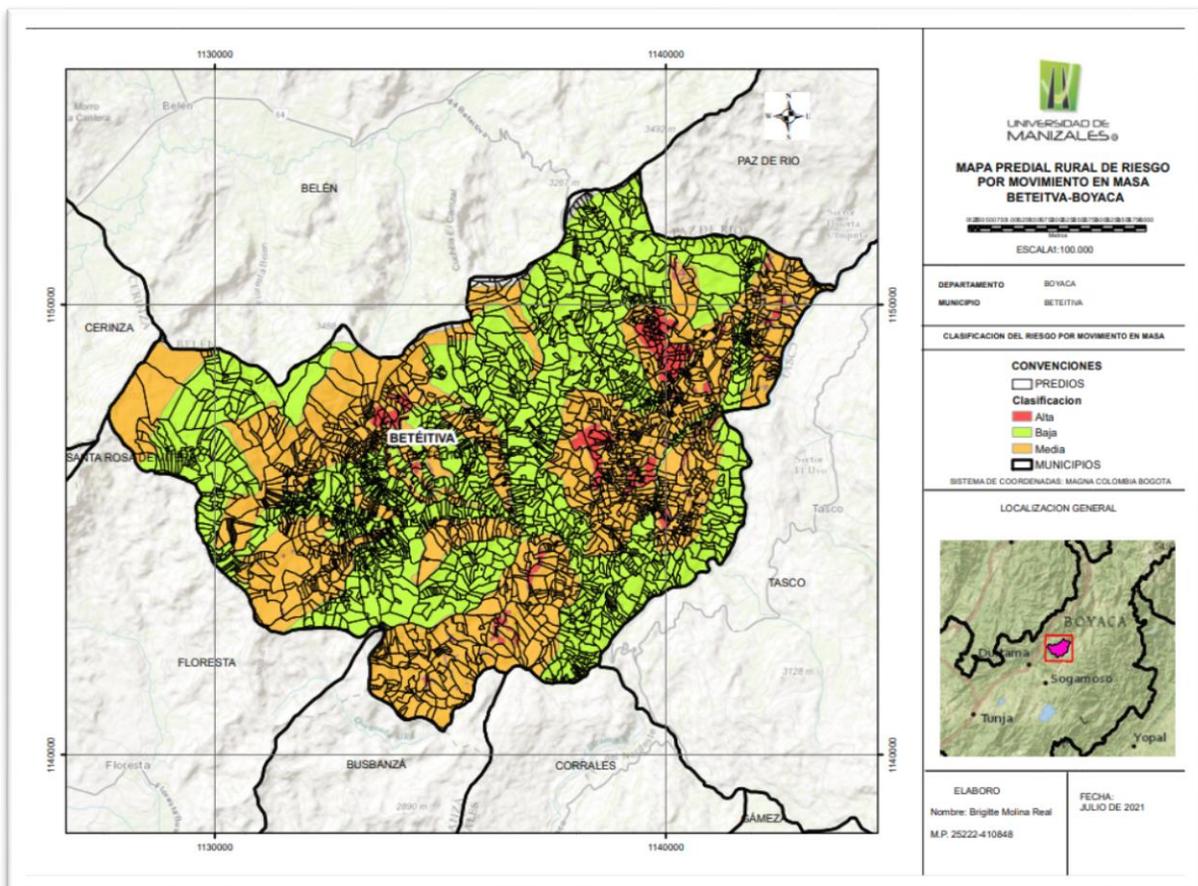
El casco urbano de Betétiva es muy pequeño, tiene aproximadamente 89 predios (Fuente, IGAC), en el mapa anterior no se observan, ya que este trabajo se enfocó en los predios de uso rural, ya que estos tienen la mayor ocupación sobre el municipio.

Lo anteriormente mencionado se puede observar en el siguiente gráfico, donde se observa que el uso del suelo urbano es de 2% y del uso de suelo Rural del 98%.

Ilustración 17. Distribución porcentual del uso del suelo a nivel predial en el municipio de Betétiva – Fuente: Autor



- Mapa Predial Rural y su clasificación de riesgo por movimiento en masa del municipio de Betétiva -Boyacá, escala 1:100.000 (anexo 3).



Este mapa resultado del análisis y unión de los predios de Betetiva y el estudio por movimiento en masa, este muestra cada polígono predial según su identificación catastral con el respectivo Riesgo que presenta.

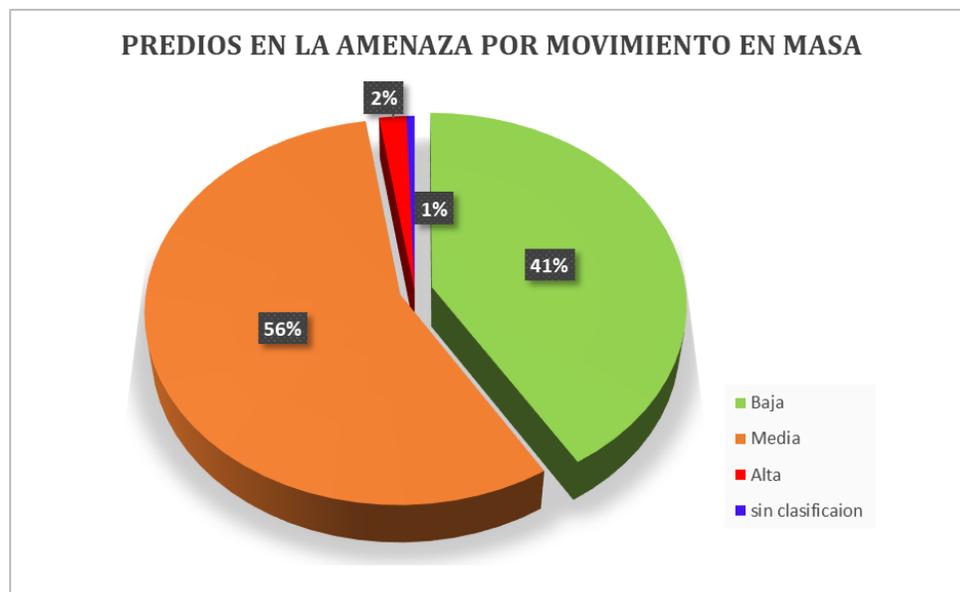
En el mapa se observa que los Predios están en delineado negro y en el fondo se observa la categorización de la amenaza en los diferentes colores.

Se presentan unos pocos predios sin clasificación de amenaza ya que el estudio no todo el límite del polígono del municipio, sin embargo, representan el 1% de la muestra predial, 1635 predios se encuentran en amenaza baja, 2238 predios se encuentran en amenaza media, y 75 predios están con una amenaza alta.

Tabla 4. Distribución de áreas del riesgo dentro del municipio de Betétiva. Fuente: Autor

CATEGORIA	CANTIDAD PREDIOS
Baja	1635
Media	2238
Alta	75
Sin clasificación	22
Total	3970

Ilustración 18. Distribución porcentual de los predios y la amenaza que presentan por movimiento en masa en el municipio de Betétiva – Fuente: Autor



- URL del Web Mapping Application, donde se puede visualizar e interactuar por el municipio de Betétiva, observando los predios en general, la clasificación por movimiento en masa, también se puede realizar la consulta por predio puntualmente, a través de su cedula catastral, se puede saber tipo de riesgo presenta el predio.

<https://umanizales.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=51c7f3a61f6649a0a4957fc8c5b3c1a>

Ilustración 19. Visualización general del Web Mapping Application. Fuente: Autor

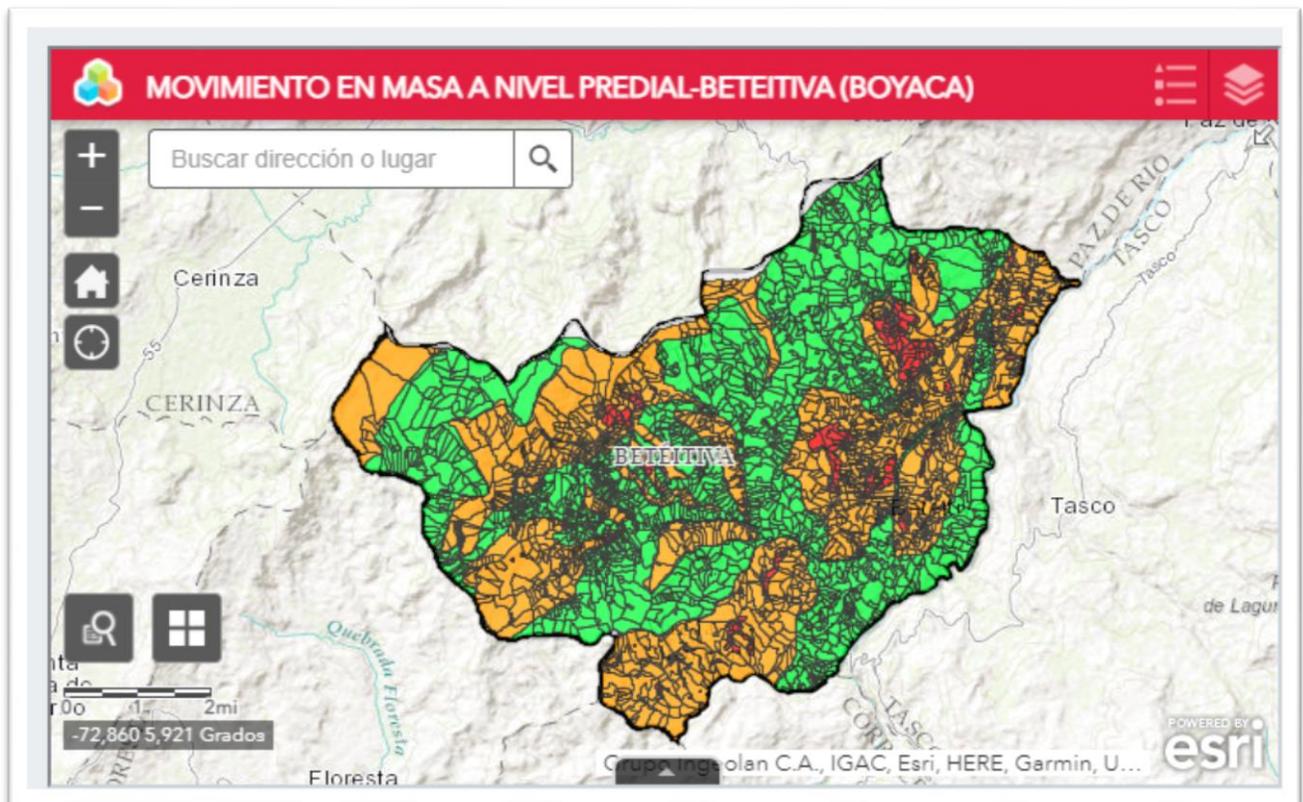


Ilustración 20. Visualización de la búsqueda de un predio por su Código catastral del Web Mapping Application. Fuente: Autor

MOVIMIENTO EN MASA A NIVEL PREDIO **CONSULTA TU PREDIO**

Buscar dirección o lugar

Cerínza

CERINZA

Quebrada Floresta

Floresta

2mi

-72,860 5,921 Grados

Tareas **Resultados**

PREDIO-RIESGO POR MOVIMIENTO EN MASA

Criterios de consulta

PREDIO

150920002000000010076000000000

CODIGO CATASTRAL

CODIGO = '150920002000000010076000000000'

Nombre de capa de resultados

PREDIO-RIESGO POR MOVIMIENTO EN MAS

Aplicar

MOVIMIENTO EN MASA A NIVEL PREDIO **CONSULTA TU PREDIO**

Buscar dirección o lugar

0 500 1000pie

-72,836 5,932 Grados

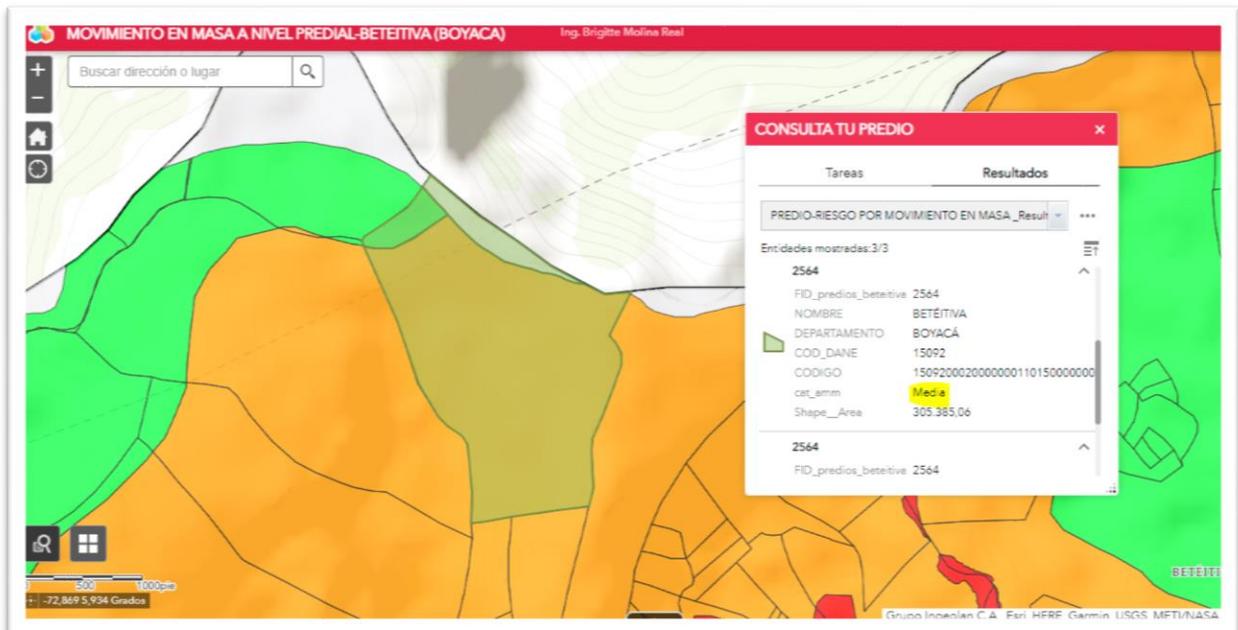
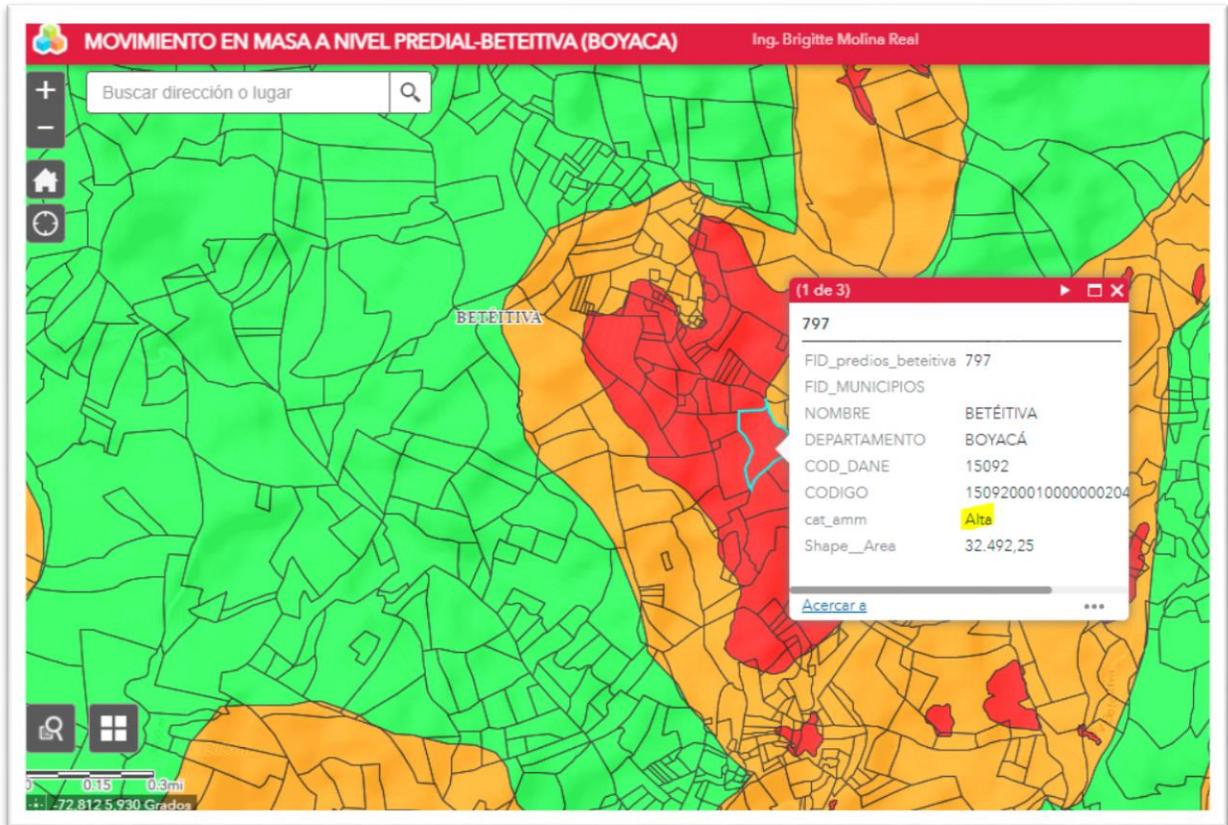
Tareas **Resultados**

PREDIO-RIESGO POR MOVIMIENTO EN MAS

Entidades mostradas: 1/1

1001	
FID_predios_beteitiva	1001
NOMBRE	BETÉITIVA
DEPARTAMENTO	BOYACÁ
COD_DANE	15092
CODIGO	1509200020000000100760
cat_amm	Baja
Shape_Area	130.153,50

Ilustración 21. Visualización general de un predio aleatoriamente en la Web Mapping Aplicación. Fuente: Autor



Los insumos, información y datos obtenidos que se muestran y describen en los resultados, cumplen totalmente con los objetivos propuestos, se logra consultar en la web por cada unidad predial del municipio de Betétiva que tipo de riesgo por movimiento en masa presenta a través de un dato básico y único de identificación predial que es la cedula catastral, este riesgo se visualiza como alto medio o bajo según le corresponda, así mismo los mapas son un insumo de suma importancia a la hora de realizar planificación territorial y estructural, tanto como para tomar decisiones en pro del bienestar del municipio, como de medida de prevención del riesgo.

Todo esto se logra a través de las herramientas y de los procesos que nos brindan los sistemas de información geográfica, ya que con ellos se pudo llegar a cumplir los objetivos planteados inicialmente, y claramente podemos decir que los SIG son parte fundamental a la hora de crear insumos, organizar información espacial y tener claridad sobre temas y datos de los territorios, parte fundamental en el momento de tomar decisiones y organizar los espacios, áreas, zonas o en este caso un municipio.

Hay que tener en cuenta que los resultados obtenidos no se pueden discutir, comparar o relacionar con un trabajo o antecedente previo, dado que el plan de ordenamiento territorial del municipio como fuente primaria de información no menciona el tema de movimiento en masa, por ende, no existen datos oficiales acerca de esto hoy en día, sin embargo, si nos remitimos a los autores, trabajos o artículos mencionados en antecedentes, varios autores coinciden cuando mencionan que todos los lugares, hablamos de territorio tanto nacional como internacional, están en constante amenaza por movimiento en masa, pero en diferente grado, por eso resaltan la importancia de tener información al respecto, identificar y categorizar este riesgo, varios también coinciden en la importancia de evaluar las condiciones del territorio para así mismo realizar actividades en pro de la seguridad de la población, también vemos que muchos documentos proponen guías de evaluación del riesgo en movimiento en masa tanto para zonas urbanas como para rurales, las cuales pueden servir como guía en el momento de realizar la

normatividad de este tema en los diferentes municipios, aunque también coinciden en decir que no bastan las medidas de prevención que se realizan partiendo de los diferentes estudios , también es de suma importancia las medidas de control y seguimiento.

Bajo este contexto, se puede decir que el trabajo puede tomarse como guía o base a un estudio para la gestión y control del riesgo, y coincidiendo con los propósitos generales de los documentos de referencia.

8. CONCLUSIONES

- En estudios previos sobre eventos de movimiento en masa la mayoría de los autores concluyen y comparten un pensamiento en común, y la importancia de caracterizar y clasificar los eventos, para priorizar y realizar controles en las zonas con un riesgo alto.
- Para poder realizar una comparación adecuada es necesario que el municipio de Betétiva tenga información oficial de Gestión de riesgo haciendo énfasis en movimiento en masa.
- Los resultados son aceptablemente precisos, dada que la información usada es real, ya que fueron obtenidas a través de fuentes de información oficiales y confiables.
- El uso de los Sistemas de información geográfica fueron una herramienta indispensable y útil en el momento de la organización y procesamiento de la información, como también a la presentación adecuada de los resultados.
- Se cumplió con los objetivos planteados, y se puede decir que los insumos resultado de este trabajo son perfectamente utilizables y útiles para las entidades gubernamentales y privadas del municipio de Betétiva en el momento que decidan incluir este tema en sus documentos y estudios de gestión de riesgo.
- El municipio de Betétiva se encuentra en su mayoría de área con un riesgo bajo y medio de generar movimientos en masa, el área que presenta un riesgo Alto es mínima.
- Se evidencia que el municipio en su mayoría es de tipo rural y el casco urbano es muy pequeño, lo que facilita a la hora de realizar sus planes y estudios territoriales puedan incluir de una manera detallada y puntual el tema de gestión de riesgo , puntualmente movimiento en masa, sin embargo, hay que tener en cuenta que el área rural ocupa el 97% del territorio, y teniendo las zonas identificadas y su categorización de movimiento en masa como se muestra en los diferentes mapas es correcto y debido incluir esta información en el EOT.

- Teniendo en cuenta que se tiene identificados los predios y su tipo de riesgo de movimiento en masa, se deben realizar estudios que permitan tomar las medidas correctivas para la mitigación de los posibles daños que se puedan generar en la infraestructura y sus habitantes, teniendo en cuenta la clasificación Alta, media y baja.
- Se deben adelantar por parte del municipio y las entidades estatales competentes, el desarrollo de los estudios a detalle para las zonas que presentan afectación por movimientos en masa tipo “Alto”, y aunque el número de predios que se encuentran en este tipo de riesgo es mínimo, ellos constituyen la necesidad de una atención inmediata.
- En caso de tener duda y no tener la seguridad del tipo de riesgo que presenta un predio, ya sea para realizar modificaciones estructurales, realizar alguna construcción o iniciar alguna modificación, pueden realizar la consulta por número catastral del predio en la Aplicación web creada, a través de la URL relacionada en el apartado resultados.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda como primera medida la actualización del plan de ordenamiento territorial del municipio incluir de manera detallada todo lo relacionado con gestión del riesgo, haciendo énfasis en por movimiento en masa.
- Es factible realizar este estudio a una escala mayor, aplicando otros métodos de identificación y caracterización, de manera que se pueda realizar el estudio no solo a nivel predial, ni no al nivel necesario para los planes y programas del municipio.
- Se recomienda que aunque los resultados del este estudio son confiables y aceptables, en el momento que llegaran a ser requeridos para determinar y caracterizar los movimientos en masa, se actualicen los datos, ya que el estudio enviado de remoción de masa son del año 2018, es necesario siempre manejar información actual.
- Se recomienda a las entidades gubernamentales correspondientes hacer un control y seguimiento a los predios que se encuentran en las zonas identificadas con Riesgo Alto.
- Se recomienda socializar a los propietarios de los predios del área urbana de Betétiva la información obtenida con este trabajo, para que ellos tengan presente que independientemente del grado, todos tienen probabilidad de sufrir eventos por movimiento en masa, generar conciencia sobre el uso adecuado del suelo y una explotación de este responsable.

10. BIBLIOGRAFÍA

Abril González, N. A., Amaya Reyes, E. G., & Fonseca Peralta, H. A. (2016). Evaluación de amenazas por movimientos en masa causados en Jericó Boyacá, durante el periodo invernal de 2011 (Threat assessment caused by mass removal in Jericó (Boyacá), during the winter of 2011). *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(1), 6. <https://doi.org/10.19053/1900771x.5115>.

Alcántara-Ayala, I. (2002). Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47(2–4), 107–124. [https://doi.org/10.1016/s0169-555x\(02\)00083-1](https://doi.org/10.1016/s0169-555x(02)00083-1).

Aleotti, P. (2004). A warning system for rainfall-induced shallow failures. *Engineering Geology*, 73(3–4), 247–265. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2004.01.007>

Aristizábal, Edier & Martínez, Hernán & Velez, Jaime. (2010). Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* ISSN 0370-3908. 34. 209-227.

Boonmee, C., Arimura, M., & Asada, T. (2017). Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 485–498. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.01.017>

Celis Murillo, Sandra V, Mosquera Tellez, Jemay , (2018). Guía Metodológica para evaluación de riesgos por deslizamientos en zonas urbanas a escala de diseño. Facultad de ciencias sociales políticas y humanidades. Bucaramanga, Colombia.

Cornejo, L., Marchán, R., & Gines, E. (2018). Slip risk in the «Mal Paso» Sector, Tumbes, Peru. *Manglar*, 15(1), 19–26. <https://doi.org/10.17268/manglar.2018.003>

Constituyente, A. N. (2020). Constitución política de Colombia: actualizada al 18 de septiembre de 2019 (2.a ed.). Paracelso.

DANE. (2005). Resultado Censo general 2005. <https://www.dane.gov.co/files/censo2005/regiones/boyaca/beteitiva.pdf>

Duque Arango, D. (2011b). Determinación de Áreas de Riesgo por Deslizamientos en la Comuna 20 del Municipio de Cali, utilizando Sistemas de Información Geográfica. *Ingeniería y Competitividad*, 3(2), 37. <https://doi.org/10.25100/iyc.v3i2.2326>.

Guerrero Ramírez, A. N. (2016). Borde urbano de integración: Lucero-Ciudad Bolívar. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Diseño. Programa de Arquitectura. Bogotá, Colombia.

INGEOMINAS. (s. f.). Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa (Colección guías y manuales ed.). 2016.

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2003, Marzo). *International Disaster Response Law Project*. International Federation. https://www.ifrc.org/Global/Publications/IDRL/country%20studies/IDRL_Fieldstudies_results0303.pdf.

I.S.C.L.R.G. (2011, Noviembre). Ley modelo para la facilitación y la reglamentación de las operaciones internacionales de socorro en casos de desastre y asistencia para la recuperación inicial. Model Act_sp. [https://www.ifrc.org/PageFiles/53419/Model%20Act_sp%20\(without%20commentary\).pdf](https://www.ifrc.org/PageFiles/53419/Model%20Act_sp%20(without%20commentary).pdf)

López Solís, J., Beas Medina, M. G., & Garcia Ramirez, E. I. (2015). Determinación y caracterización de viviendas habitadas en zonas de riesgo por inestabilidad de laderas en la ciudad de Tepic, Nayarit, México. *Ateliê Geográfico*, 9(3). <https://doi.org/10.5216/ag.v9i3.34534>.

Marín, R., Guzmán-Martínez, J., Martínez Carvajal, H., García-Aristizábal, E., Cadavid-Arango, J., & Agudelo-Vallejo, P. (2018). Risk Assessment of Shallow Landslides for Infrastructure Projects: Analysis of the Case of a Landslide in the El Cabuyal Zone. *Ingeniería Y Ciencia*, 14(27), 153-177. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.14.27.7>.

Marín, R. J., Marín-Londoño, J., & Mattos, L. J. (2020). Análisis y evaluación del riesgo de deslizamientos superficiales en un terreno montañoso tropical: implementación de modelos físicos simples. *Scientia et Technica*, 25(1), 164–171. <https://doi.org/10.22517/23447214.22171>

Mesa Argote, E. J., & Rojas Rojas, P. K. (2020). Análisis del escenario de daño de estructuras y personas, por fenómenos de remoción en masa, barrio Usaquén, Bogotá. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/884.

Molina, D., Nadal, J., & Soriano, J. M. (1997). Caracterización y consecuencias de un deslizamiento en un área marginal del Pirineo oriental (Cava, Sierra de Cadí, Enero de 1997). *Pirineos*, 149-150(0), 63–80. <https://doi.org/10.3989/pirineos.1997.v149-150.126>.

Montero O, J., Beltrán Moreno, L., & Cortés D, R. (todavía no publicado). Inventario de deslizamientos en la red vial colombiana. *Ingeniería e Investigación*.

Moreno-Murillo, J.M. (2001): Fotointerpretación y Dinámica del Deslizamiento en el Relleno Sanitario de Doña Juana, Bogotá- Colombia. -GEOLOGIA COLOMBIANA, 26, pp153-175, 8 Figs., 1 Lamina, Bogotá.

Moreno, Hernán Alonso, Vélez, María Victoria, Montoya, Juan David, & Rhenals, Remberto Luis. (2006). La lluvia y los deslizamientos de tierra en Antioquia: análisis de su ocurrencia en las escalas interanual, intraanual y diaria. *Revista EIA*, (5), 59-69. Retrieved July 13, 2021, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372006000100005&lng=en&tlng=es.

Naciones Unidas, Estrategia Internacional para la reducción de Desastres. (2005). Marco de Acción de Hyogo. EIRD. https://www.preventionweb.net/files/1217_HFABrochureSpanish.pdf

Normatividad

Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información geográfica, Versión 1.0*. (libro)

Qasim, S., Qasim, M. An indicator based approach for assessing household's perceptions of landslide risk in Murree hills of Pakistan. *Nat Hazards* 103, 2171–2182 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04076-8>.

Schuster, R.L. y Kockelman, W.J. (1996). Principles of Landslide Hazard Reduction. En: A.K. Turner y L.R. Schuster (eds.). *Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247* (pp. 91-105). Washington, EE. UU: National Research Council, Transportation Research Board

Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

Tique, M. (2017). Análisis y evaluación del escenario de riesgo por movimientos en masa en la localidad de Rafael Uribe, Bogotá DC.

UN-SPIDER. (2014). La ONU y la Gestión del Riesgo de Desastres. UN-SPIDER Knowledge Portal. <https://un-spider.org/es/riesgos-y-desastres/ONU-y-gesti%C3%B3n-del-riesgo-de-desastres>.

Vega Gutiérrez, J. A. (2019). Estimación del riesgo en edificaciones por deslizamientos causados por lluvias y sismos en la ciudad de Medellín, empleando herramientas de la Geomática. *Revista Cartográfica*, 92, 111–133. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i92.440>

Web, C. T. (2021). BOYACA-BETÉITIVA. Colombia Turismo Web. <http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/BOYACA/MUNICIPIOS/BETEITIVA/BETEITIVA.htm>

11. TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Amenaza, riesgo y vulnerabilidad– Fuente: tomada del sitio web con URL http://epn.gov.co/elearning/distinguidos/SEGURIDAD/13_riesgo_amenaza_y_vulnerabilidad ---	9
Ilustración 2. Mapa deslizamientos del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales-IDEAM del año 2010 -----	10
Ilustración 3. Localización municipio de Betétiva. Fuente:Autor. -----	11
Ilustración 4, Visualización plataforma del IGAC- datos abiertos - Fuente: tomada del sitio web con URL https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-catastro -----	30
Ilustración 5. Información movimiento en masa, Betétiva -Boyacá, Fuente: Alcaldía Betétiva, Visualización: ArcMap V 10.5 -----	32
Ilustración 6. Base de datos. gdb con las capas a trabajar, Fuente: Autor, Visualización: ArcMap V 10.5-----	32
Ilustración 7. Visualización general de Arcgis Pro-Tabla de Atributos y manejo de capas. Fuente: Autor.-----	33
Ilustración 8. Visualización del Model Builder - Proceso de Intersect Municipio/Predios-Resultado. Fuente: Autor-----	35
Ilustración 9. Visualización del Model Builder - Proceso de Intersect Beteitva Poligono/Movimiento en Masa-Resultado. Fuente: Autor -----	36
Ilustración 10. Ilustración 8. Visualización del Model Builder - Proceso de Union, Predios/Movimiento en Masa-Resultado. Fuente: Autor -----	37
Ilustración 11. Modelo realizado a través de la herramienta Model Builder. Fuente: Autor. -----	38
Ilustración 12. Visualización general del contenido de la GDB final. Fuente: Autor.-----	39
Ilustración 13. Visualización general de la Elaboración de los mapas – Fuente: Autor -----	39
Ilustración 14. Visualización general de Arcgis Pro. – Fuente: Autor-----	40
Ilustración 15. Visualización general de ArcGIS Online en la Elaboración del Web Mapping Application – Fuente: Autor-----	40
Ilustración 16. Distribución porcentual de la amenaza por movimientos en masa, municipio Betétiva. Fuente: Autor.-----	43
Ilustración 17. Distribución porcentual del uso del suelo a nivel predial en el municipio de Betétiva – Fuente: Autor -----	45

Ilustración 18. Distribución porcentual de los predios y la amenaza que presentan por movimiento en masa en el municipio de Betétiva – Fuente: Autor -----46

Ilustración 19. Visualización general del Web Mapping Application. Fuente: Autor -----47

Ilustración 20. Visualización de la búsqueda de un predio por su Código catastral del Web Mapping Application. Fuente: Autor -----48

Ilustración 21. Visualización general de un predio aleatoriamente en la Web Mapping Application. Fuente: Autor-----49

12. INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Referente legal internacional. Fuente: Autor -----26

Tabla 2. Referente legal Nacional en Colombia. Fuente: Autor -----28

Tabla 3. Distribución de áreas del riesgo dentro del municipio de Betétiva -----42

Tabla 4. Distribución de áreas del riesgo dentro del municipio de Betétiva. Autor-----46