

Análisis sobre los riesgos ambientales y zonificación de las áreas de afectación por amenaza volcánica hidrográfica del río Otún ubicado en el municipio Dosquebradas del departamento de Risaralda

Leydi Carolina Cardona, Alvaro Enrique Llanos Molina y Julio Cesar Jiménez Pérez

ALVARO LLANOS MOLINA 27 DE MAYO DE 2023 05:28 UTC

Sección 1

1. 1. RESUMEN

El municipio de Dosquebradas, departamento de Risaralda (Colombia), debido a la proximidad de 36 kilómetros que tiene hacia el Volcán Nevado del Ruiz, se halla dentro de los perímetros de amenaza volcánica por la caída de Piroclastos (ceniza y lapilli) con acumulaciones entre 1 y 10 cm (carga sobrepuesta entre 10 y 100 kg/m²), acorde a la tendencia de los vientos imperantes en la zona con un radio aproximado de 54 Km que pueden ser transportados por el vientos, de acuerdo a lo referenciado por el Servicio Geológico Colombiano (2023), lo cual conllevaría a la generación de problemas ambientales a fuentes hídricas, afectación a la calidad del aire y enfermedades respiratorias.

Dado a que el municipio se encuentra ubicado dentro de la Zonificación de Amenaza Volcánica, que corresponde al área de injerencia que presenta un riesgo de caída de cenizas volcánicas, con efectos potenciales en la producción de lluvia de piroclastos sobre zonas rurales, además de la contaminación de a fuentes hídricas y bocatomas que abastecen los acueductos de los municipios de Pereira, Dosquebradas, Marsella, Santa Rosa de Cabal, en el departamento de Risaralda, y que conllevarían al colapso de algunos de los componentes de la infraestructura debido a los riesgos de origen natural (sismos, remoción de masas, inundaciones, incendio, caída de ceniza y piroclastos) ocasionados por una eventual erupción.

Con la finalidad de evaluar las zonas de amenazas volcánica, es importante determinar los impactos a los que se verían expuestos los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado y Aseo del Municipio de Dos Quebradas que se abastecen del afluente del río Otún que conllevarían a la identificación de sustancia que alteren la calidad del agua originados por afectaciones de fenómenos naturales; es importante dentro de la investigación determinar los impactos sociales, ambientales y económicos imperantes en la zona al momento de eventos eruptivos; es por ello que se debe proponer como fuente de zonificación de los impactos ambientales la aplicación y uso de Sistemas de Información Geográfica, que nos permitan realizar la representación de la zonas de influencia de amenaza volcánica en la que se encuentra localizado el municipio de Dosquebradas Risaralda, la ubicación de los afluentes, de las zonas de derrumbes, asentamiento de los centros poblados urbanos y rurales e ubicación de los sistemas de acueductos que se encuentran dentro del radio de influencia..

Palabras claves: Río Otún, amenaza volcánica, Sistemas de Abastecimiento de agua potable, contaminación ambiental, Sistemas de Información Geográfica, Dosquebradas Risaralda, Volcán Nevado del Ruiz

1.2. ABSTRACT

The municipality of Dosquebradas, department of Risaralda (Colombia), due to the proximity of 36 kilometers to the Nevado del Ruiz Volcano, is within the perimeters of volcanic threat due to the fall of Pyroclastic (ash and lapilli) with accumulations between 1 and 10 cm (superimposed load between 10 and 100 kg / m²), according to the trend of the prevailing winds in the area with an approximate radius of 54 km that can be transported by the winds, as referenced by the Colombian Geological Service (2023), which would lead to the generation of environmental problems to water sources, affectation to air quality and respiratory diseases.

Given that the municipality is located within the Volcanic Threat Zoning, which corresponds to the area of interference that presents a risk of volcanic ash fall, with potential effects on the production of pyroclastic rain on rural areas, in addition to the contamination of water sources and inlets that supply the aqueducts of the municipalities of Pereira, Dosquebradas, Marseille, Santa Rosa de Cabal, in the department of Risaralda, and that would lead to the collapse of some of the components of the infrastructure due to the risks of natural origin (earthquakes, mass removal, floods, fire, ash fall and pyro clasts) caused by an eventual eruption.

In order to evaluate the areas of volcanic threats, it is important to determine the impacts to which the Aqueduct and Sewerage and Cleaning Systems of the Municipality of Dos Quebradas that are supplied by the tributary of the Otún River would be exposed, which would lead to the identification of substances that alter the quality of the water caused by affectations of natural phenomena; It is important within the research to determine the social, environmental and economic impacts prevailing in the area at the time of eruptive events; that is why it should be proposed as a source of zoning of environmental impacts the application and use of Geographic Information Systems, which allow us to make the representation of the areas of influence of volcanic threat in which the municipality of Dosquebradas Risaralda is located, the location of the tributaries, of the landslide areas, settlement of urban and rural population centers and location of aqueduct systems within the radius of influence.

Keywords: Otún River, volcanic hazard, drinking water supply systems, environmental contamination, Geographic Information Systems, Dosquebradas Risaralda, Nevado del Ruiz Volcano

1.3. INTRODUCCION

Este trabajo tiene la finalidad de identificar y mapificar una zona del territorio nacional, que contenga una problemática ambiental, con el fin de poner en práctica el uso de los Sistemas de Información Geográfica SIG, que nos permitan delimitar la identificación del problema, realizar un análisis de la zona y finalmente producir composiciones de impresión que ilustren la problemática ambiental y las posibles soluciones al planteamiento del problema; es por ello que con la ayuda del Software Público

Qgis, con la aplicación del uso de los geoproceto nos conlleve a efectuar un análisis de posibles amenazas del problema de contaminación en la fuente hídrica del municipio de Dosquebradas departamento de Risaralda, ante una posible erupción volcánica.

El municipio de Dosquebradas, del Departamento de Risaralda (Colombia), se focaliza una amenaza ambiental debido a la proximidad que tiene zona del país con el Volcán Nevado del Ruiz, que ante una posible erupción puede ocasionar afectación a la cuenca hídrica del rio Otún derivados de los fenómenos geológicos de origen naturales que se deriven de una eventual erupción relacionados por deslave, caída de ceniza, fujo piroclásticos entre otros. El cual conllevaría a la afectación de la calidad del agua para el consumo humano, debido a las afectaciones que infraestructurales y operación que puedan sufrir los sistemas de Tratamiento de agua Potable, los cuales pueden colapsar por la acumulación de sustancias (caída de ceniza), avalanchas o sustancias que alteran la condición fisicoquímica del agua, haciendo no se apta para el consumo por niveles alteración en los parámetros fisicoquímicos.

Finalmente con esta investigación, se pretende generar un análisis investigativo sobre la zona de influencia del Volcán Nevado del Ruiz con relación al cuenca hidrográfica del rio Otún que hace parte del complejo hídrico que abastece algunas de las plantas de Tratamiento de Agua Potable del municipio de Dosquebradas y parte del área metropolitana de la Ciudad de Pereira Risaralda, que permitan generar mediante el uso de software de Sistema de Información Geográfica SIG. Composiciones de impresión (mapificación) que nos detallen gráficamente la zona del problema, verificar los niveles de riesgos de amenaza volcánicas y geotécnica, ubicación de zonas urbanas y rurales que se encuentran dentro la franja de amenaza del rio Otún, que puede generar afectaciones ambientales, por estar dentro del área de amenaza de fenómenos volcánicos

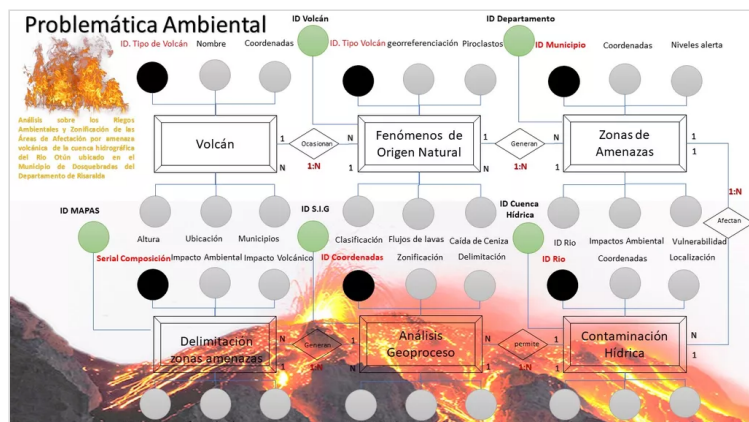
1.4. Objetivos

Objetivo General.

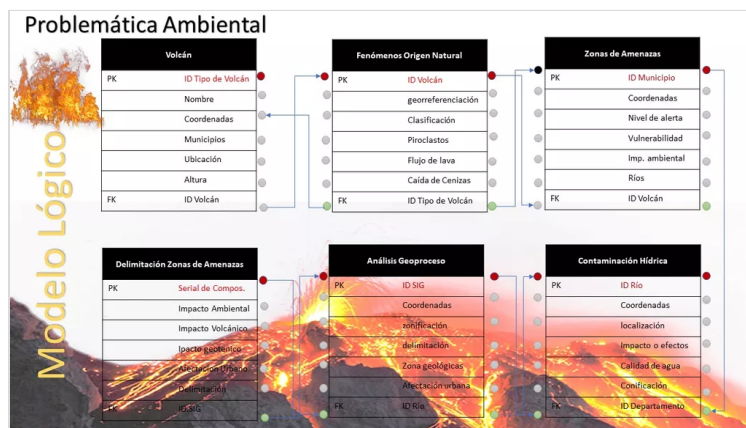
Conocer las principales amenazas en la fuente hídrica Rio Otún Ubicado en el Municipio de Dosquebradas del Departamento de Risaralda, por efectos de origen naturales derivados por una posible erupción del Volcan Nevado del Ruiz .

1. Diseñar y construir modelo lógico problemáticas de la contaminación sobre la fuente hídrica.
2. Identificar modelamientos de los geoproceto necesarios para lograr correcta descripción e identificación del problema.
3. Desarrollar y entregar los mapas temáticos solicitados a partir de diseños composición de impresión de Qgis.

1.5 MODELO ENTIDAD - RELACION



Se ilustra mediante una representación de sistema, conceptos referentes a la problemática ambiental "contaminación de fuente hídrica" por la caída de ceniza volcánica, con el fin de dar en el proceso de investigación los impactos que se derivarían ante una eventual erupción; mediante este esquema se incluye las entidades importantes y las relaciones entre ellos.



Sección 2

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El volcán nevado del Ruiz, se encuentra ubicado en las coordenadas Latitud: 4° 53 43 N y Longitud: 75° 19 21 O y a una altura de 5321 msnm ubicado entre los límites de los departamentos de Calda y Tolima en Colombia, se trata de un volcán activo de clasificación estratovolcán con dos conos parásitos "La Olleta y La Piraña" referenciado por el Sistema Geológico Colombiano, (2023), el Nevado del Ruiz posee una forma alargada en las direcciones Noreste y Sureste, presenta un relieve achatado y con un diámetro mayor en su base de 15 Km de longitud, además de presentar un cráter activo (Arenas) con un diámetro de 870 x 830 m y profundidad de 247 m, el complejo volcánico del Ruiz presenta dos volcanes secundarios denominados " La olleta y la Piraña. El drenaje se caracteriza por ser radial excéntrico y en el edificio volcánico nacen los afluentes hídricos de los ríos Güalí, Lagunillas y Recio, afluentes del río Magdalena, y el río Chinchiná, afluente del Cauca. La geológica del complejo volcánico está construido en el mismo basamento del Cerro Bravo en donde se convergen la intersección de cuatro grupos fallas geológicas (Palestina, Termale y Villamaría) en donde se han suscitados tres estadios denominados Ruiz Ancestral, Ruiz Viejo y Ruiz donde se incluyen la construcción y destrucción alternada de los tres edificios, que derivan en la generación de lava, depósitos de flujos piroclásticos, Oleadas piroclásticas, avalancha o alud de escombros, caída de piroclastos, lahares y domos. Sistema Geológico Colombiano, (2023).

Debido a la proximidad del municipio de Dosquebradas, departamento de Risaralda (Colombia), al Volcán Nevado del Ruiz, correspondiente a una distancia de 36 kilómetros, se determina que se encuentra dentro de los perímetros de zona de amenaza volcánica por la caída de Piroclastos (ceniza y lapilli) con acumulaciones entre 1 y 10 cm (carga sobreimpuesta entre 10 y 100 kg/m²), acorde a la tendencia de los vientos imperantes en la zona con un radio aproximado de 54 Km que pueden ser transportados por el vientos, que representan un nivel de riesgo ambiental sobre la cuenca hídrica del rio Otún ocasionado la contaminación directa sobre la calidad del agua originados por la acción de fenómenos naturales derivados por la posible erupción del volcán Nevado del Ruiz el afluente nace a los 4.600 msnm, en el sitio denominado caño Alsacia, quebrada que desemboca en la laguna del Otún, y que se encuentra ubicada en el municipio de Pereira Risaralda siguiendo una trayectoria de recorrido en el sentido oriente-occidente hasta desembocar a los 950 msnm en el río Cauca en la vereda Estación Pereira del municipio de Marsella. La cuenca del rio Otún tiene una longitud del cauce principal de 51.99 km.

Con base a la ubicación de la Cuenca del rio Otún, quien abastece el municipio de Dosquebradas Risaralda, y frente a la diagramación del mapa de amenaza volcánica y mapas de Riesgos de la Calidad

del Agua para el Volcán Nevado del Ruiz, se evidencia que esta fuente hídrica se encuentra focalizada en la zonas de amenaza de Riesgo Medio en caso de presentarse una eventual erupción, en donde se generaría una problemática ambiental derivados por la emisión de ceniza volcánica que conllevarían a un incremento en la turbiedad, color y concentración de contaminantes (sustancias tóxicas) en el agua, además de los daños que se presentarían en la infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable “Villamaría” por estar expuesta a la concentración de ceniza volcánica que derivarían en alteración de la calidad del agua y la prestación de servicio, debido a las posibles obstrucción a los sistemas de captación y acumulación sedimentos.

las amenazas ambientales ante la ocurrencia del evento, y que ponen en riesgos la calidad del agua del río Otún y por consiguiente a las posibles amenazas a las que estarían expuesta los Sistemas de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del municipio de Dosquebradas Risaralda, que ponen en riesgos la prestación del servicio públicos domiciliarios, es por ello que es importante realizar un análisis e incidencia de las amenazas sobre el afluente hídrico y los componentes del sistema por ocasión a los fenómenos naturales derivados de una posible erupción volcánica.

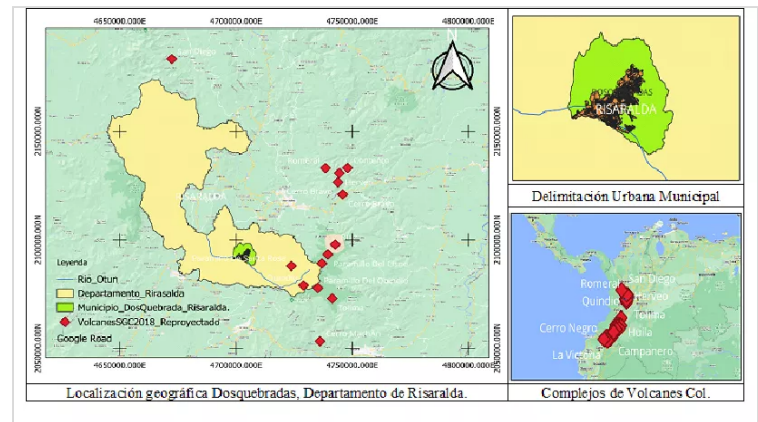
1. Sismos: De acuerdo al Plan de Emergencias y Contingencias del municipio de Dos Quebradas Risaralda (2011) refiere que la fuente de sismos para esta zona en términos de energía liberada y por la estadística del número de eventos sísmicos de la zona ocurridos en los últimos 100 años, ha sido derivada por la zona de benioff, que pasa por debajo de esta región, y se encuentra ubica a unos 75 y 140 km al sur del municipio de La Virginia Risaralda, en donde se puede generaran movimientos telúricos de magnitud potencial de 7,5 a 8,5 en la fosa Pacífica y eventos de 6,5 a 7,5 dentro de una distancia de 110 km por debajo del área”. El municipio de Dosquebradas de acuerdo al Sistema Geológico colombiano registra en los últimos 30 años un total de 18 eventos de sismicidad mínima de 0,7 grados y máxima 4,6 grados.

2. Inundaciones: De acuerdo al Plan de Emergencia y Contingencia Servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Serviciudad E.S.P. E.I.C.E (2021) las inundaciones ocasionadas por el desbordamiento de las fuentes hídricas circundantes al municipio, ponen en riesgo el funcionamiento de los sistemas de acueductos, alcantarillado y aseo, además se focalizan como siguientes barrio Santa Mónica, Portal del Parque, La Pradera, Valher, zona de Merca más, La Macarena, Aurora Baja, Campestre B, Hospital Santa Mónica entre otros, por cauces como Dosquebradas, La Víbora, Molinos, Cañaveral y Fraile que se encuentran sobre el margen de nivel alto de riego.

3. Calidad del Agua: La amenaza de la calidad del agua se vería afectados por la concentración de variables de metales pesados originados por la caída de material particulado de origen volcánico, que conllevarían a la alteración de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y otros organismos patógenos que superarían los niveles permisibles de admisibilidad para el consumo del agua. También encontramos altos niveles de sulfatos, nitrato, cloruros y otros contaminantes, como consecuencia se detectó valores de Ph ácidos, elevada turbidez las aguas superficiales, el agua potable no muestras altos valores anómalos de elemento que puedan estar presentes en las cenizas debido a corrientes de las aguas el proceso de agitación es natural permita la que la dilución sea más rápida. (ADMIN 2023).

4. Erupciones Volcánicas: Debido a la proximidad del municipio de Dosquebradas, departamento de Risaralda (Colombia), al Volcán Nevado del Ruiz, correspondiente a una distancia de 36 kilómetros, se determina que se encuentra dentro de los perímetros de zona de amenaza volcánica por la caída de Piroclastos (ceniza y lapilli) con acumulaciones entre 1 y 10 cm (carga sobrepuesta entre 10 y 100 kg/m²), acorde a la tendencia de los vientos imperantes en la zona con un radio aproximado de 54 Km que pueden ser transportados por el vientos, que representan un nivel de riego ambiental sobre la cuenca hídrica del río Otún ocasionado la contaminación directa sobre la calidad del agua originados por la acción de fenómenos naturales

derivados por la posible erupción del volcán Nevado del Ruiz el afluente nace a los 4.600 msnm, en el sitio denominado caño Alsacia, quebrada que desemboca en la laguna del Otún, y que se encuentra ubicada en el municipio de Pereira Risaralda siguiendo una trayectoria de recorrido en el sentido oriente-occidente hasta desembocar a los 950 msnm en el río Cauca en la vereda Estación Pereira del municipio de Marsella. La cuenca del río Otún tiene una longitud del cauce principal de 51.99 km.



2.2. JUSTIFICACIÓN

El País Suramericano de Colombia presenta una topografía que se caracteriza por las diferentes formas de relieves, atravesado por la cordillera de los andes, se divide en macizo del este, centro y oeste, esto quiere decir que cuenta con varias elevaciones, formando picos de nevados y volcanes, contando con una riqueza paisajística en los parques naturales; En Colombia se han presentado una serie de desastres naturales y no se ha adquirido conocimiento sobre como elabora planes de prevención, sobre cómo realizar la gestión de riesgo, después de dichos desastres. Para que esto no se siga presentando, se ha caracterizado la zona de amenaza volcánica del municipio de Dosquebradas, en el departamento de Risaralda (Colombia) hasta el volcán nevado del Ruiz, que se encuentra a una distancia de 36 km dentro los límites de zona amenazada por posible erupción del volcán nevado del Ruiz, provocando caída de piroclastos, cenizas que son transportadas por el viento, convirtiéndose en una medida de riego ambiental de la cuenca del río Otún, para conocer las causas y efectos que existe en la zona de estudio, con este fin se recolecta información según estudios referenciados del servicio geológico colombiano (2023) esto ayudara a crear indicadores para la gestión de riesgo volcánica y así poder tener una idea más clara de las causa y efectos, lo que permitirá tomar decisiones en los planes de emergencia y contingencia sobre la erupción del volcán nevado de Ruiz, es importante dentro de la investigación aplicar el uso se software de Sistemas de Información geográfica que nos permitan generar geoproceto que faciliten es estudio de zonificación de riegos por amenaza volcánica en la zona objeto de análisis y tener un esquema de diagramación del impacto ambiental que se generaría en esta región del país.

Sección 3

3.1. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO.

El Nevado del Ruiz, corresponde a un volcán de tipo estratovolcán activo que hace parte constitutiva del Complejo Volcánico Nevado del Ruiz (CVNR), conformado por 14 estructuras volcánicas dentro los cuales se encuentran el volcán La Olleta, Volcán Nereidas, Volcán Piraña, Domo Colada Alfombrales, Domo Plazuelas, entre otros; El Volcán Nevado del Ruiz se encuentra Ubicado en el límite de los departamentos del Tolima y Caldas en Colombia (ver Figura 1.2).

Esta posición geográfica hace parte de la zona de subducción de la placa Nazca bajo la placa suramericana, el cual coincide con una zona volcánica activa aproximadamente desde el límite del Plioceno y el Pleistoceno hasta la actualidad, que además de incluir el Volcán del Nevado del Ruiz (VNR) están los volcanes de Santa Isabel al sureste, el Volcán Nevado del Tolima al sur del VNR, entre otros complejos volcánicos Ferrer, L (2026).

La masa glaciaria del Volcán nevado del Ruiz se caracteriza por permanecer unida a una sola matriz, la cual se encuentra únicamente interrumpida por el Cráter "Arenas". Esto debido a la morfología del volcán, conformada por dos "mesetas" o planicies sobre la parte superior de la estructura. La primera corresponde con la planicie donde se emplaza el cráter Arenas y posee una extensión aproximada de 1,6 km². La segunda cuenta con una extensión aproximada de 1 km², se localiza al sur de la primera y tiene una topografía menos plana y más redondeada, cubriendo lo que puede ser un domo volcánico. Tanto la topografía anteriormente descrita, como la altura de esas dos estructuras (localizadas ambas por encima de los 5000 metros), hacen que los glaciares que allí reposan tengan una tendencia a "conservarse" y a no experimentar procesos de fusión glaciaria tan intensos. Ideam (2023).

Dentro de los Riesgos Volcánicos es importante definir el concepto de Amenaza Volcánica, que de acuerdo a la Sistema Geológico colombiano (2023), refiere que se trata peligro latente de que un evento de origen volcánico se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012). Además, se realiza la descripción de los fenómenos, así:

1. Caídas de Piroclastos: Como resultado de las erupciones explosivas de los volcanes, estos expiden a la atmosfera partículas fragmentadas a las que se le dominan (piroclastos) que de acuerdo a su tamaño de su morfología se conocen como: ceniza (menor de 2 mm), lapilli (2 a 64 mm) y bloques y bombas (mayor de 64 mm).

2. Corrientes de densidad piroclásticas - CDP (Flujos y Oleadas piroclásticas): Se tratan de nubes de material incandescente compuestas generalmente por fragmentos de rocas, cenizas y gases calientes (de 300°C a > 800°C) que se mueven a grandes velocidades (de decenas a varios centenares de Km/h) desde el centro de emisión por los flancos del volcán tendiendo a seguir los valles. Se originan a partir del colapso gravitacional de columnas eruptivas y por la destrucción gravitacional y explosiva de domos y flujos de lava.

3. Lahares: Se trata de una mezcla de fragmentos compuestos por roca, arena, limo, arcilla, biomasa (tales como vegetación, suelo, troncos de árboles arrastrados) y agua que se desplazan por los cauces de las quebradas, ríos ubicados en las laderas y planicies que circundan del volcán. Un lahar en movimiento se presenta como una masa de concreto húmedo que carga fragmentos que varían desde arcilla hasta bloques de más de 10 m en diámetro.

4. Flujos de lava: Se tratan de corrientes de roca fundida, generalmente fluidas, emitidas por el cráter o por grietas en los flancos del volcán y pueden canalizarse por los valles; su temperatura varía entre los 800 °C y 1200 °C, la velocidad y alcance de la lava dependen de la composición, la morfología del terreno, la pendiente y las barreras topográficas que encuentren a su paso.

5. Avalancha de escombros: Se tratan de grandes deslizamientos de roca que se desprenden del edificio volcánico que resultan por la inestabilidad de las laderas del volcán. Además, puede originarse por el ascenso de material volcánico (magma – roca fundida en el interior del volcán) o a un fuerte sismo cercano. Muchos de estos

deslizamientos están acompañados por actividad magmática que causa explosiones dirigidas (Blast) en la misma dirección del deslizamiento.

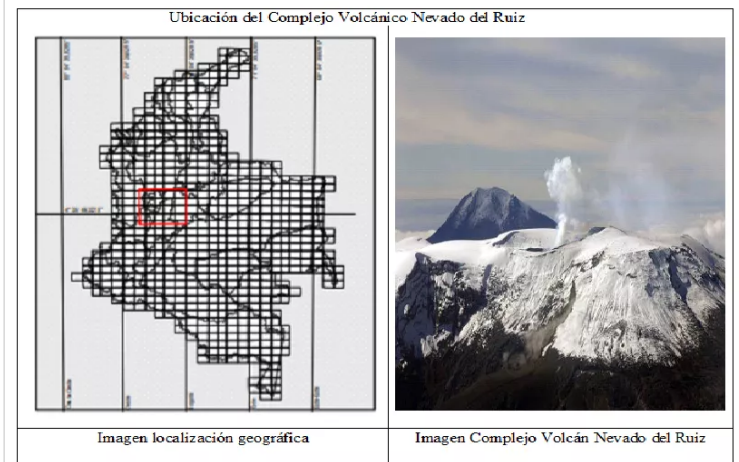
6. Explosión lateral dirigida (BLAST): Es un flujo piroclástico que incide de la destrucción parcial del aparato volcánico debido a las altas presiones de los gases que se ejercen en la cámara magmática. Estas explosiones laterales están acompañadas por otros flujos piroclásticos y representan los efectos más devastadores de una erupción explosiva, pues pueden alcanzar velocidades de hasta 500 km/h y temperaturas de 1000 °C.

7. Gases Volcánico: La composición de los gases volcánicos, es variante al tipo de clasificación del volcán, El gas volcánico más abundante es el vapor de agua, que se trata de un gas inofensivo. Sin embargo, los volcanes también pueden emitir cantidades significativas dentro los cuales podemos encontrar al cual se suman ciertas concentraciones de CO₂ (dióxido de carbono), SO₂ (dióxido de azufre) y H₂S (sulfuro de hidrógeno) entre otros. Dependiendo de sus concentraciones, todos estos gases son potencialmente peligrosos para las personas, los animales, la agricultura y las propiedades.

8. Ondas de Choques: Este fenómeno consiste en el empuje que ejerce el aire comprimido que se propaga a una velocidad mayor que la del sonido originado en la explosión de una erupción volcánica; pueden causar vibración, rupturas de vidrios, fisuras en paredes de estructuras y lesiones en las personas y animales, según su cercanía que están tengan sobre la zona en donde se está presentando el evento eruptivo.

9. Sismos Volcánicos: Los sismos de origen volcánico son un tipo de sismo, que son inducidos u ocasionados por el movimiento) de magma. Este movimiento provoca cambios de presión en la roca alrededor del magma que experimenta un grado de estrés. En algún punto de la erupción, la roca puede romper o mover, en conclusión, estos se pueden derivar por la actividad interna de un volcán se pueden presentar antes, durante y después de una erupción, son de magnitudes pequeñas a medianos y pueden causar daños a infraestructura, deslizamiento o movimientos de masas.

Por otra parte se debe conocer la zonificación de la amenaza volcánica, que infiere la interpretación de resultado del registro geológico en los depósitos del Volcán nevado del Ruiz, que se analizan con la información de su actividad durante los últimos 10.000 años (Antes del presente), permitiendo conocer los fenómenos volcánicos y las posibilidades de ocurrencia de proyectiles balísticos, caídas piroclásticas, y lahares, corrientes de densidad piroclástica y flujos de lavas, para la caracterización del mapa de riesgos y las delimitaciones de las áreas de amenazas se tiene como punto de referencia la emisión el cráter Arenas del volcán Nevado del Ruiz, en donde se establecen las zonas de amenaza alta, media y baja del mapa de amenaza para el volcán Nevado del Ruiz, Se describen a continuación los tipos de zonas de amenazas volcánicas, y la simbología determinada para el área correspondiente al Volcán Nevado del Ruiz.



expulsión de las partículas o residuos sólidos que se encuentran en el cráter.

Tabla. 2

Es importante determinar como una erupción volcánica, causa un efecto perjudicial al medio ambiente, debido a que al momento de producirse un evento eruptivo se expulsa lava y una gran cantidad de gases tóxicos (dióxido de azufre, sulfuro de hidrogeno, dióxido de carbono, sulfuro de carbono, cloruro de hidrogeno, metano, monóxido de carbono entre otros) que son perjudiciales tanto para animales, vegetación y seres humanos, dado que una erupción volcánica afecta el medio ambiente circundante, el aire y calidad del agua son los elementos con mayor afectación; la presente investigación consiste en analizar las afectaciones que se generan por la contaminación del agua por caída de ceniza, los cuales pueden alterar los cursos de agua por los agentes contaminantes solubles, que conllevan a la variación de la temperatura y la disminución de la disponibilidad del oxígeno para la fauna vegetal y animal, también derivan en la generación de problemas de salud pública debido a los inconvenientes para su potabilización y suministro.

Tabla 1.

Zona de Amenaza	Simbología	Descripción
Alta		Corresponde a las áreas que se verían de manera directa afectada por la Caída de piroclastos, corrientes de densidad piroclástica, flujos de lava, lahares, avalanchas de escombros y explosión lateral dirigida (Blast).
		Corresponde a la zona que tendrán afectaciones lahares, que se originan en la parte alta del edifico volcánico, se canalizan por los valles de los ríos y quebradas que nacen allí.
		Corresponde a áreas que pueden acumularse de ceniza y lapilli, que representa un área de acumulaciones mayores a 10 cm de espesor (Lo que puede generar una carga sobrepuesta > 100 kg/m ²), en un radio aproximado de 25 km, dentro de la cual se puede afectar las zonas rurales de los municipios.
		Amenaza alta proyectada: en donde se verían afectadas zonas expuestas a caída de piroclastos con acumulaciones mayores a 10 cm, representada alrededor del volcán, por épocas del año en que la dirección de los vientos es diferente a la predominante, lo cual podría afectar otras cabeceras y/o zonas rurales de municipios.
Media		Zona que están en área de injerencia y que pueden ser afectadas por una explosión lateral dirigida (Blast). Las Avalanchas de escombros se pueden generar producto de los colapsos de flanco generados en cabeceras de los ríos Azufrado y Lagunilla, inducidas por ascenso de gran cantidad de magma en el edifico volcánico, o por un sismo de gran magnitud en cercanías del volcán.
		Corresponde a áreas dentro de zonas que están con posibilidades de ser afectadas por caídas de ceniza y lapilli con acumulaciones entre 1 y 10 cm de espesor (carga sobrepuesta entre 10 y 100 kg/m ²), acorde a la tendencia de los vientos imperantes en la zona, tiene un radio aproximado de 54 km, dentro del cual se pueden afectar los municipios.
		Amenaza media proyectada: se trata de zona expuesta a caída de piroclastos con acumulaciones entre 1 y 10 cm, representada alrededor del volcán, para épocas del año en que la dirección de los vientos es diferente a la predominante, lo cual podría afectar otras cabeceras y/o zonas rurales de municipios.
Baja		Se tratarían de áreas que se verían potencialmente afectadas por caída de ceniza y lapilli con acumulaciones de 0.5 mm y 1 cm de espesor acorde a la tendencia de los vientos imperantes en la zona, donde podrían ser afectados los municipios tanto en su parte urbana y rural.
		Amenaza baja proyectada: se refiere a zona expuesta a caída de piroclastos con acumulaciones entre 0,5 mm y 1 cm, representada alrededor del volcán, para épocas del año en que la dirección de los vientos es diferente a la predominante, lo cual podría afectar otras cabeceras y/o zonas rurales de municipios.

Zona de Tipos de ceniza	Subclase	Descripción
Mágmatca	Basáltica	Son las que se forman a partir de la lava que contienen una baja viscosidad, se caracterizan por ser partículas de vidrios de tamaño pequeño de forma esferoide u ovoide.
	Silícica	Son las que se producen por explosiones del magma traquíticos y dicóticas, caracterizadas por ser magmas de baja viscosidad, caída de ceniza escasa y se evidencia una mayor de flujos piroclásticos.
	Rhyolítica o Andesítica	Son las que se producen por productos de grandes explosiones, se caracterizan por ser de magmas de gran viscosidad y alto contenido volátil, están constituidas por una mezcla de vidrios, cristales y componentes líticos.
	Carbonatada	Son las que contienen un gran contenido de carbonato de sodio, su particularidad es que este tipo de ceniza al estar presente en el suelo se caracterizan por encontrarse revestidas por cristales en forma de tallo, y su presencia es casi escasa.
Freactomagmaticas		Se producen al generarse un contacto con el magma y el agua, se produce un fluido inestable en donde se propaga una onda que fragmenta el material, el tamaño de las partículas varía de acuerdo a la magnitud de la explosión.
Conos Litorales		Son las que se producen cuando el vapor es atrapado bajo la corteza de flujos de lava, caracterizados por grandes explosiones.

Sección 4

4.1. METODOLOGIA

Para el desarrollo del presente proyecto de grado, para determinar o diagramar las zonas de nivel de amenaza volcánica, se utiliza el software QGIS que se trata de un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto, con el fin de localizar el área de influencia del Volcán Nevado del RUIZ, se procede a generar el escenario de riesgos se procede a utilizar los siguientes geoprocesos del software QGIS Sistema de Información Geográfica.

1. Obtener Datos Topográficos en formato DEM

Para descargar datos ráster de Modelos Digitales de Elevación DEM generados a partir de la misión SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) con 90 m de resolución espacial, a través del enlace: <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/> se ubica la zona objeto de estudio y se descarga el DEM.

2. Obtener Capas formato ShapeFile.

Para obtener las capas objetos de estudios que nos permitirán realizar los geoprocesos unión y creación de búfer para realizar los niveles de amenaza volcánica; se procede a acceder al Geo portal del IGAG enlace <https://www.colombiamaps.gov.co/> se obtienen

3.2.

La presente investigación radica en la problemática ambiental que puede generar la emisión de ceniza volcánica, tras una eventual erupción del Volcán Nevado del Ruiz, para ello debemos comprender que la Ceniza Volcánica según IVHHN (s, f) refiere que se componen de finas partículas de roca fragmentada de valores de menos de 2 mm de diámetro, las cenizas al estar cerca del volcán suelen estar caliente, pero al alejarse por acción del viento esta comienza a enfriarse, existen tres mecanismos por los cuales se pueden formar las cenizas volcánicas que son (1) por medio de la liberación de gases, (2) enfriamiento a) Por el enfriamiento y explosión en fragmentos del magma y (3) por la trituración y

las siguientes capas así:

Nombre de capa	Tipo de Archivo
Capa Asentamientos Rurales	ShapeFile
Capa Viviendas Urbanas	ShapeFile
Fenómenos Amenazantes Geológico	ShapeFile
	ShapeFile
	ShapeFile
	ShapeFile
Amenazas Volcánicas	ShapeFile
Áreas Homogéneas de suelos urbanos	ShapeFile
Áreas Homogéneas de suelos Rural	ShapeFile
Complejos de páramos de Colombia	ShapeFile
Cobertura de Acueductos	ShapeFile
Base de datos vectorial básica. Municipios de Pereira, Dosquebradas y La Virginia, Risaralda. Escala 1:5.000	ShapeFile
Municipios Colombia	ShapeFile
Ríos Colombia	ShapeFile
Fallas geológicas	ShapeFile

Cargan la capa denominada “MunicipiosCol_shp” se realiza el corte de los municipios objetos de estudios y que tienen injerencia con el Volcán Nevado del Ruiz.

1. Cortar la Capa Ráster.

Se Realiza una extracción de la capa ráster “DEM” para el área de estudio utilizando la herramienta “Cortar ráster por capa de máscara”. Se procede a guardar el archivo cortado en la carpeta del proyecto con el nombre “MDE_ Volcan_ Nevado_ del Ruiz”

Se añade una simbología a la capa “MDE_ Volcan_ Nevado_ del Ruiz” utilizando el tipo de renderizador Pseudocolor monobanda y utilice la rampa de colores que permita una mejor visualización.

Determine la elevación mínima y máxima a la capa “MDE_ Volcan_ Nevado_ del Ruiz”, la cual corresponderá a las elevaciones del área de estudio.

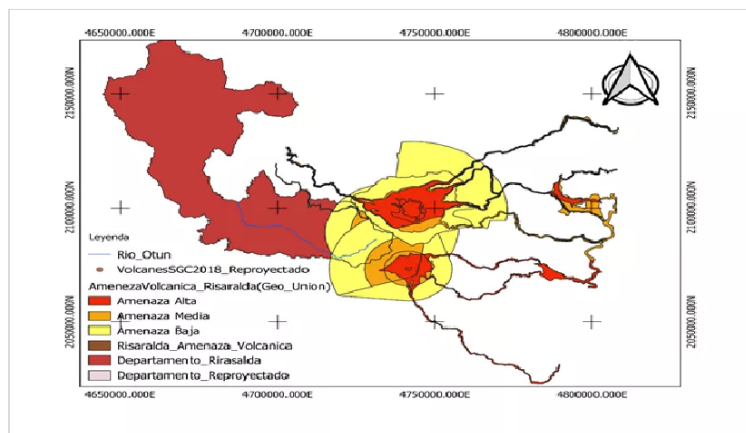
Utilice la herramienta “Análisis” para generar un mapa de sombras (Hillshade) y aplique una transparencia adecuada a la capa “MDE_ Volcan_ Nevado_ del Ruiz” con el fin de visualizar el mapa de sombras y su aspecto en 3D.

La capa llamada “Amenazas_Volcanicas_volcan_CHILES.shp” tiene la ubicación puntual donde se muestran las zonas de injerencias con los niveles (Alto, medio y Bajo) que se encuentran dentro del perímetro de amenaza de erupción volcánica.

La capa llamada Capa Asentamientos Rurales, Capa Viviendas Urbanas, Fenómenos Amenazantes Geológico, Amenazas Volcánicas, Memoria Urbana Censal, Complejos de páramos de Colombia, Cobertura de Acueductos, Base de datos vectorial básica. Municipios de Pereira, Dosquebradas y La Virginia, Risaralda. Escala 1:5.000, Municipios Colombia y Ríos Colombia, permitirán la ubicación puntual de los centros poblados urbanos y rurales que están dentro de la zona de injerencias con los niveles (Alto, medio y Bajo) ante una posible amenaza de erupción volcánica; para obtener las áreas objetos de estudio se procederá a utilizar el geoproceso “vectorial: Herramientas de geoproceso: Cortar” con el fin de obtener solo las áreas objeto de análisis para la presente investigación en donde se obtienen las siguientes composiciones.

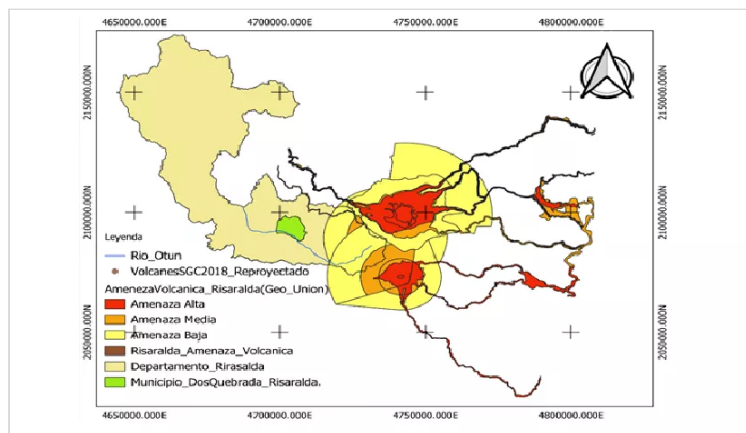
4.2. MAPA DE AMENAZA VOLCANICA

Se realiza el geoproceso Cortar con las capas Departamentos Colombia con el fin de obtener la máscara (Risaralda). Donde posteriormente se hace la unión de capas (Departamento Risaralda, río Otún y Amenazas Volcánicas VNR), con el fin de determinar las áreas de injerencia de amenaza del Volcán nevado del Ruiz.



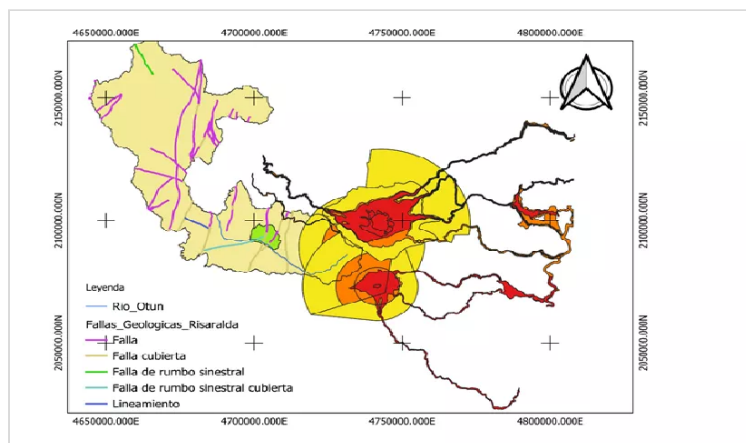
4.3. MAPA DE AMENAZAS VOLCANICAS

Se realiza el geoproceso Cortar con las capas Municipios Colombia con el fin de obtener la máscara (Dosquebradas). Donde posteriormente se hace la unión de capas (Municipio Risaralda, ríos Otún y Amenazas Volcánicas VNR), con el fin de determinar las áreas de injerencia de amenaza del Volcán nevado del Ruiz.



4.4. MAPA DE FALLAS GEOLOGICAS

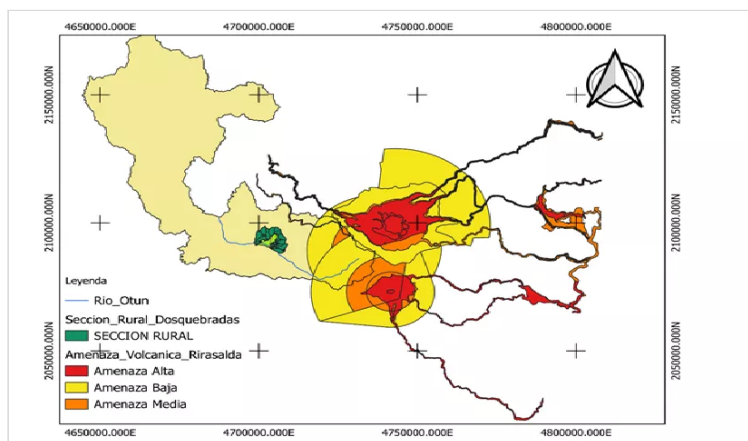
Se realiza el geoproceso Cortar con las capas Fallas geológicas y Municipio de Dosquebradas con el fin de obtener la máscara (Fallas Dosquebradas). Donde posteriormente se hace la unión de capas (Municipio Risaralda, ríos Otún y Amenazas Volcánicas VNR), con el fin de determinar las fallas geológicas de la zona objeto de análisis y su área de injerencia de amenaza del Volcán nevado del Ruiz.



4.5. MAPA SECCION RURAL

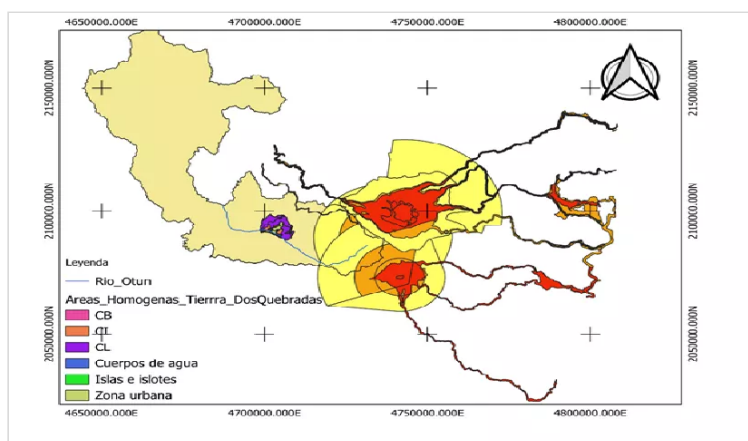
Se realiza el geoproceso Cortar con las capas Secciones Rurales de Tierra Colombia y Municipio de Dosquebradas con el fin de obtener la máscara (Secciones Rurales de Tierra). Donde

posteriormente se hace la unión de capas (Departamento de Risaralda, ríos Otún y Amenazas Volcánicas VNR), los de identificar la zona urbana que tiene límites con la cuenca hídrica del río Otún y su área de injerencia de amenaza del Volcán nevado del Ruiz.



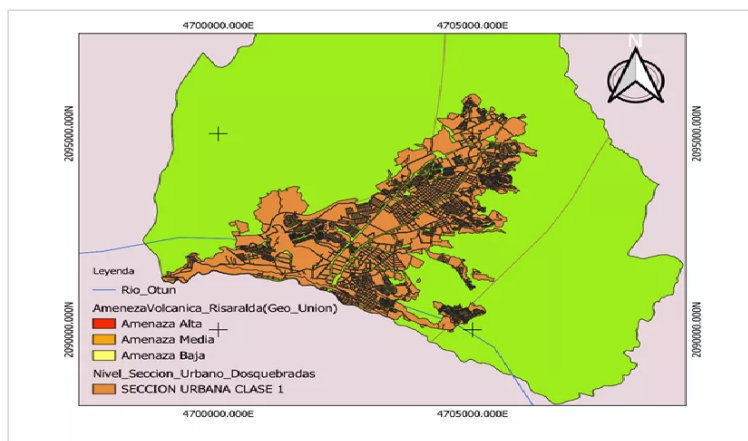
4.6 MAPA DE AREAS HOMOGENEAS

Se realiza el geoproceso Cortar con las capas Áreas Homogéneas de Tierras Colombia y Municipio de Dosquebradas con el fin de obtener la máscara (Áreas Homogéneas de Tierras Dosquebradas). Donde posteriormente se hace la unión de capas (Departamento de Risaralda, ríos Otún y Amenazas Volcánicas VNR), los tipos de suelos de la zona de objeto de estudio y su área de injerencia de amenaza del Volcán nevado del Ruiz.



4.7. MAPA DE SECCION URBANA

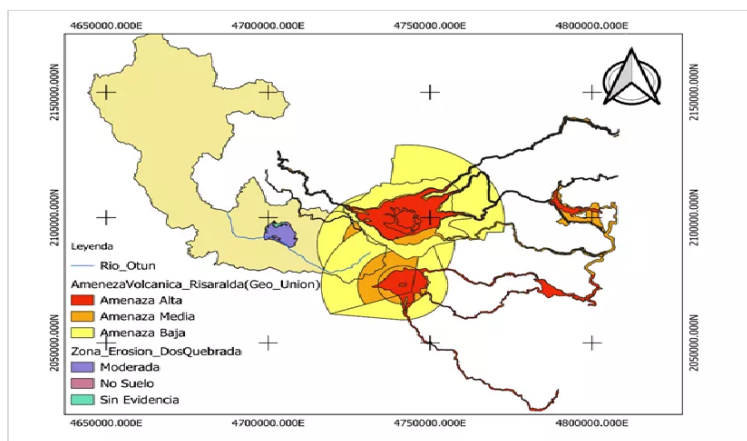
Se realiza el geoproceso Cortar con las capas Secciones Urbanas de Tierra Colombia y Municipio de Dosquebradas con el fin de obtener la máscara (Secciones urbanas de Tierra). Donde posteriormente se hace la unión de capas (Departamento de Risaralda, ríos Otún y Amenazas Volcánicas VNR), los de identificar la zona urbana que tiene límites con la cuenca hídrica del río Otún y su área de injerencia de amenaza del Volcán nevado del Ruiz, e identificar las zonas con posible impacto por una eventual erupción.



4.8. MAPA DE EROSION

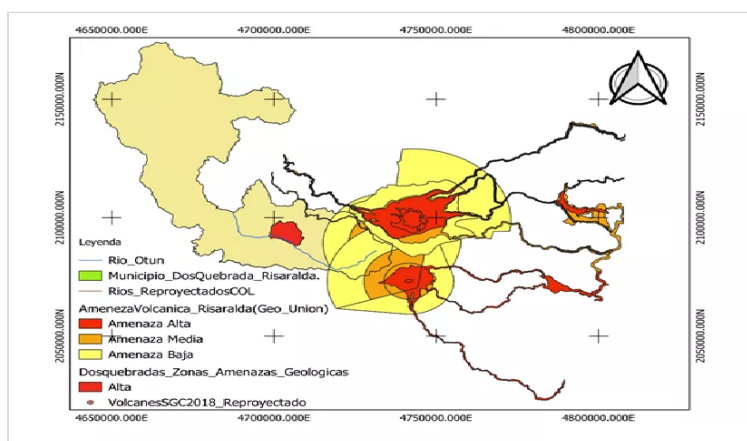
Se realiza el geoproceso Cortar con las capas Erosiones Colombia y Municipio de Dosquebradas con el fin de obtener la máscara (erosiones Dosquebradas). Donde posteriormente se hace la unión

de capas (Departamento de Risaralda, ríos Otún y Amenazas Volcánicas VNR), los de identificar las zonas susceptibles de erosión que tiene límites con la cuenca hídrica del río Otún y su área de injerencia de amenaza del Volcán nevado del Ruiz, e identificar las zonas con posible impacto por una eventual erupción.



4.9. MAPA DE ZONAS AMENAZANTES.

Se realiza el geoproceso Cortar con las capas Zonas Amenazantes Geológicas Colombia y Municipio de Dosquebradas con el fin de obtener la máscara (Zonas Amenazantes Geológicas Dosquebradas). Donde posteriormente se hace la unión de capas (Departamento de Risaralda, ríos Otún y Amenazas Volcánicas VNR), los de identificar las zonas susceptibles amenazas Geológicas que tiene límites con la cuenca hídrica del río Otún y su área de injerencia de amenaza del Volcán nevado del Ruiz, e identificar las zonas con posible impacto por una eventual erupción.



4.10. RECOMENDACIÓN

Podemos decir que el río Otún, su nivel de riesgo es alta, encontrándose en la zona alta del volcán Nevado del Ruiz, concluyendo que se encuentra en una zona de afectación potencial por caída de cenizas y el lapilli, que podría presentar acumulaciones mayores a 10cm, afectando partes altas del río Otún.

Según el riesgo de alerta por emisión se recomienda el uso de tapabocas para evitar enfermedades respiratorias por inhalación de material volcánico, es importante que los habitantes tomen medidas de prevención para evitar cualquier emergencia teniendo en cuenta la caída de ceniza, evitar actividades al aire libre, cerrar las puertas y ventanas, se recomienda barrer la ceniza en seco y recogerlas en bolsas para evitar que se propague mas según la dirección de los vientos a diferentes fuentes hídricas de aguas superficiales generando cambios en su estado Ph y turbidez, ya que ríos por sus corriente estos compuestos son más fácil de diluir.

Para el municipio dos quebradas, Risaralda estar atentos a diferentes eventos negativos que puedan generar afectación en la prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, y aseo determinando su vulnerabilidad ante los posibles desastres naturales por erupción del Volcán Nevado del

Ruiz, la emisión de cenizas a fuentes hídricas en especial la cuenca de potabilización de agua río Otún. Algunos componentes de la planta han sufrido alza en los procesos y daños a la infraestructura generando escenarios de riesgo, incrementos de servicios en zonas urbanas y rurales.

Mantener el uso preventivo y racional de los servicios públicos (agua), conservar redes sociales y publicitarias activas por si se presenta eventos naturales negativos se indicar la emergencia en diferentes medios, compartir la masiva provisión alterna de agua en los puntos donde están ubicados

Sección 5

5.1 CONCLUSIÓN

La humanidad no puede impedir que los desastres naturales ocurran y tengan tantas consecuencias, pero si es posible evitar que los fenómenos naturales causen muchos desastres con el fin de disminuir las causas, analizando los riesgos ambientales y zonificación de las áreas de estudios afectadas, implementado los sistemas de información geográfico como herramienta fundamental para georreferenciar las ubicaciones de zonas afectadas y zonas en riesgo, utilizando software Qgis entre otros que faciliten realizar analizar la zona afectada, que permitirá tomar decisiones en los planes de emergencia y contingencia sobre la erupción del volcán nevado de Ruíz., el municipio Dosquebradas, departamento de Risaralda.

Sección 6

6.1. LISTA DE REFERENCIA.

Sistema Geológico Colombiano (2023) Mapa de Amenazas Volcán el Cumbal [documento PDF] recuperado de https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/VolcanCumbal/Documentos/Leyenda_MapaAmenazaCVCumbal.pdf

Rivera. V (2003) Caracterización de las cenizas Volcánicas en el Departamento del Quindío sometidas a condiciones de secado [documento PDF] Pag. 9-13. recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15884/u239802.pdf?sequ>

SGC (2023) Mapa de Amenaza Volcán Nevado del Ruiz. [documento PDF] recuperado de https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/VolcanNevadoRuiz/Documentos/Mapa_de_Amenaza-VNR_v3-2015.pdf

Contreras. M (2023) El tiempo. Alerta en el Volcán Nevado del Ruiz: Tolima anuncia medidas preventivas. [Imagen]. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/volcan-nevado-del-ruiz-en-vivo-alertas-del-servicio-geologico-en-colombia-755414>

SGC (2018) Dirección de Geoamenazas: Informe Técnico Operativo de la Actividad Volcánica del Segmento Volcánico Norte de Colombia. [documento PDF] recuperado de <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Informes%20tcnicos/Informe%20Actividad%20Abril%202018.pdf>

Ideam (2023) Monitoreo de Ecosistemas: Volcán Nevado del Ruiz [artículo] recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/volcan-nevado-ruiz>

Gutiérrez, A; Gonzalo J (s, f) Institución Educativa Santa Sofia. [imagen] recuperado de <https://historiadecolombia.wordpress.com/cabecera/>

Contraloría Municipio de Dosquebradas (2016). Informe sobre la situación de los recursos naturales y del medio ambiente. Pag 13-15 [documento PDF] recuperado de <https://www.contraloriadedosquebradas.gov.co/documentos/2017/PoliticasyProyectos/INFORMEAMBIENTAL2015.pdf>

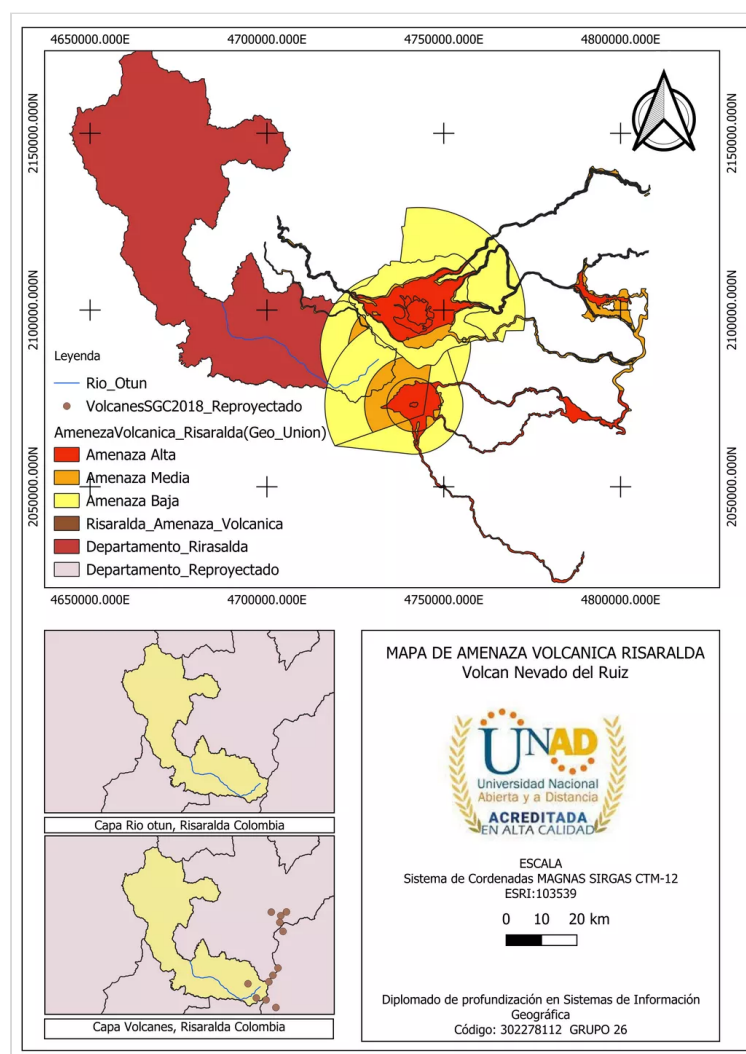
SEI (2015). Forjando capacidad de adaptación al cambio climático en la gestión de recursos hídricos en la cuenca del río Otún. [documento PDF] recuperado de <https://mediamanager.sei.org/documents/Publications/Water-sanitation/SEI-USAID-FS-2014-Adaptacion-cambio-climatico-rio-Otun.pdf>

Pure Water (2023). Como afecta las erupciones volcánicas a la calidad del agua. [Blog] <https://purewater.com.co/como-afectan-las-erupciones-volcanicas-a-la-calidad-del-agua/#:~:text=Uno%20de%20los%20impactos%20m%C3%A1s,Nevado%20del%20Ruiz%20%5B4%5D>

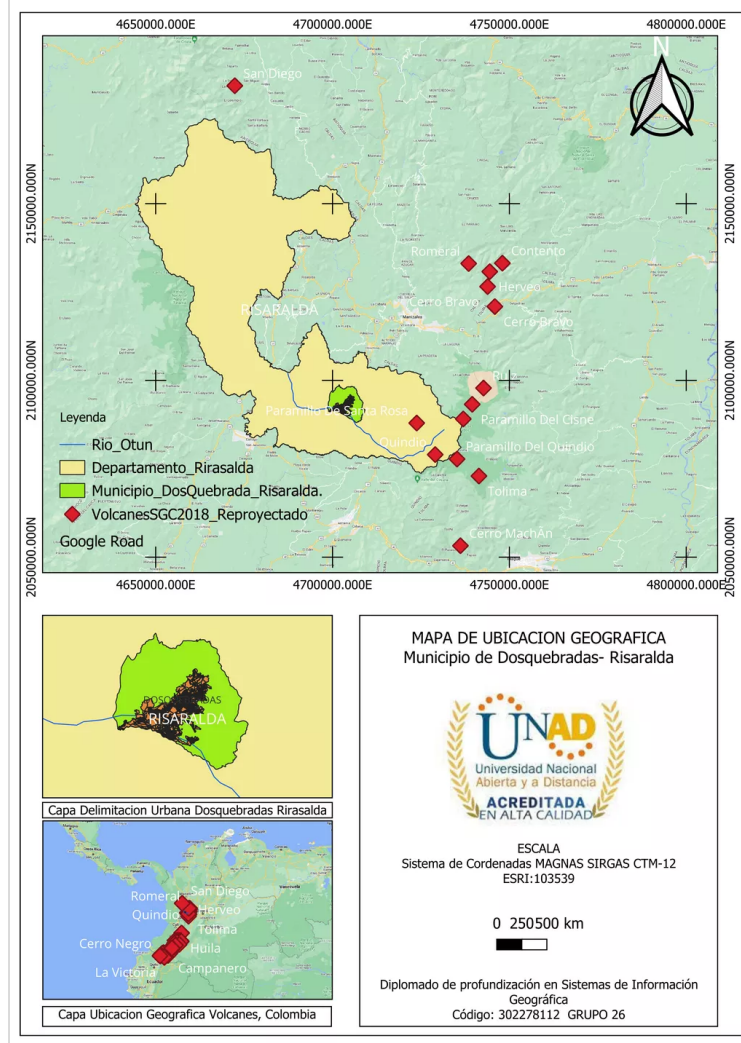
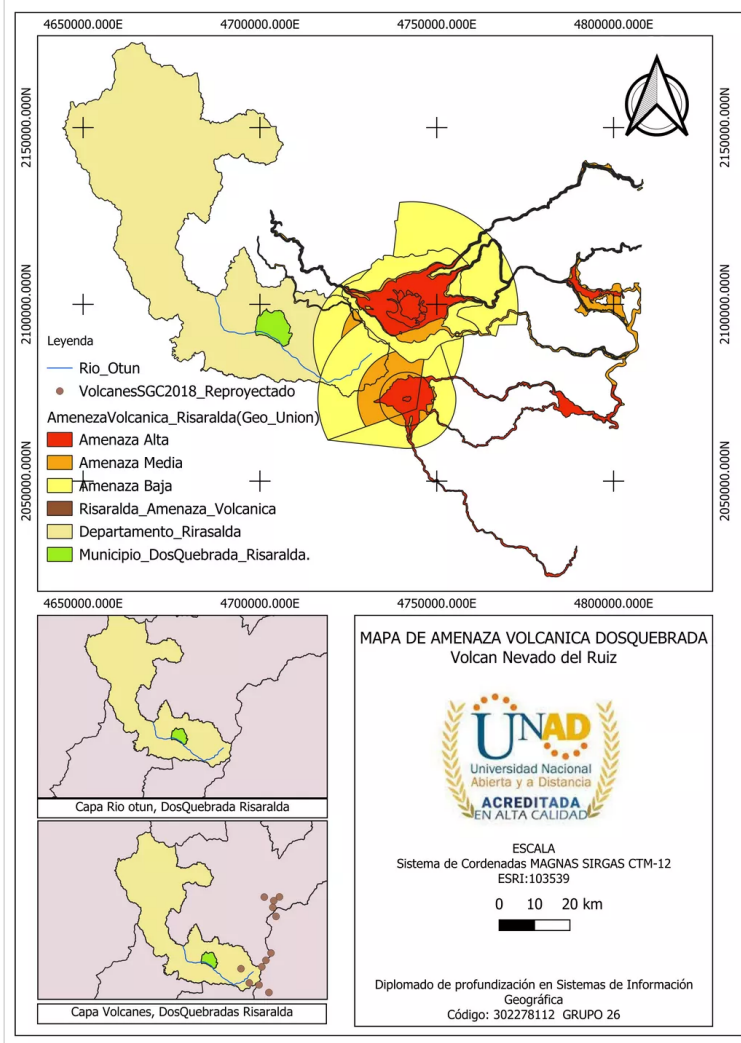
Infobae (2022). Tres municipios de Risaralda en alerta por emisión de ceniza del volcán Nevado del Ruiz. [artículo] <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/05/20/tres-municipios-de-risaralda-en-alerta-por-emision-de-ceniza-del-volcan-nevado-del-ruiz/>

Sección 7

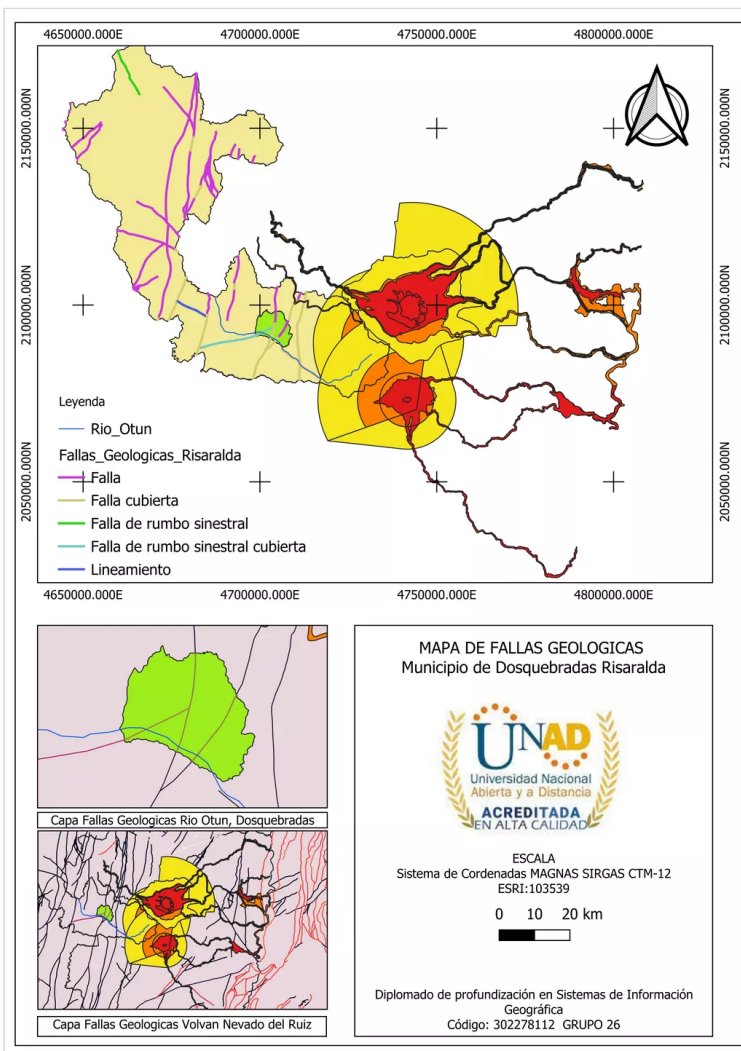
7.1. ANEXO A.



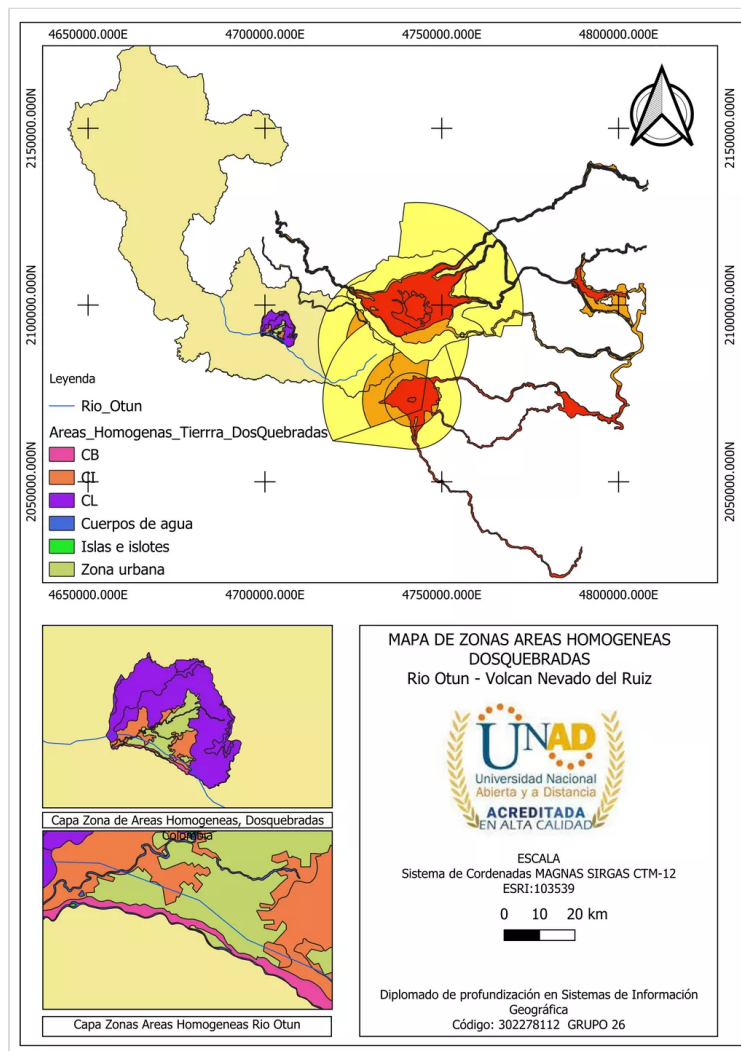
7.2. ANEXO B.



7.3. ANEXO C.

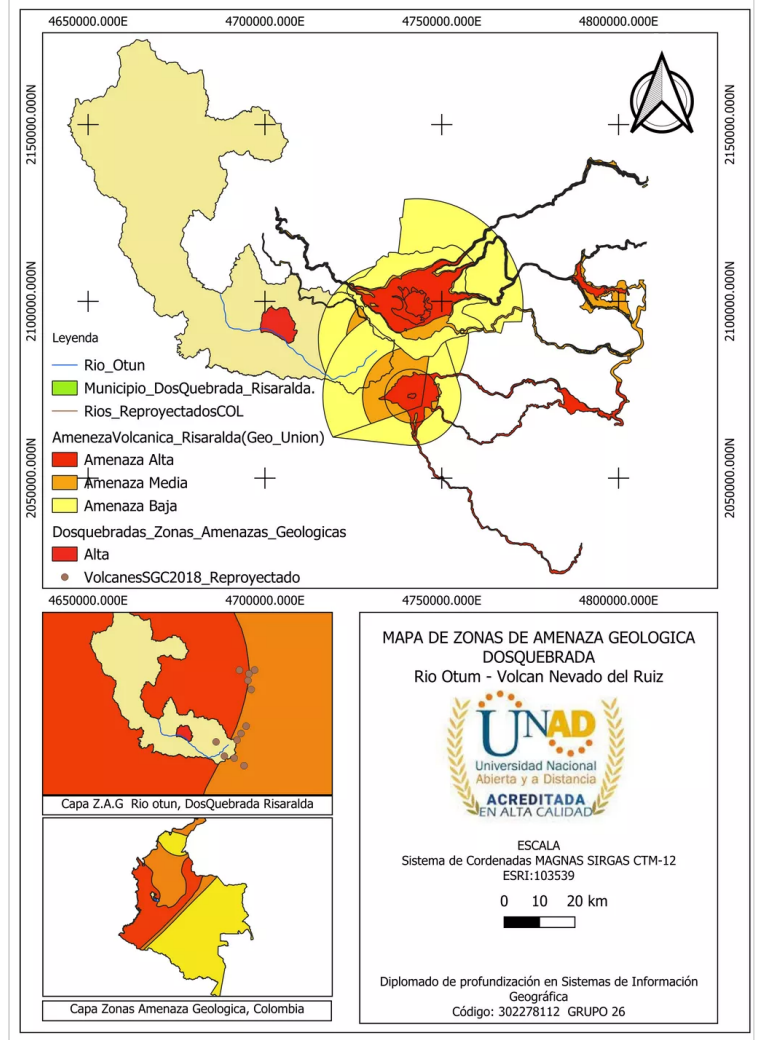
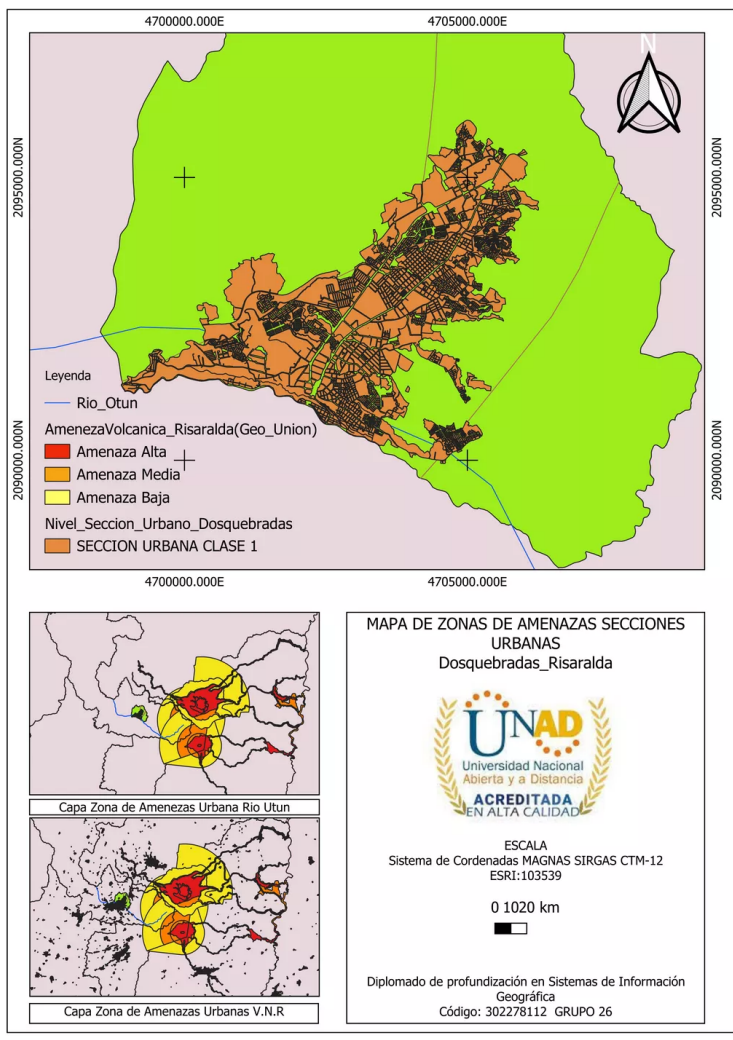


7.5. ANEXO E.

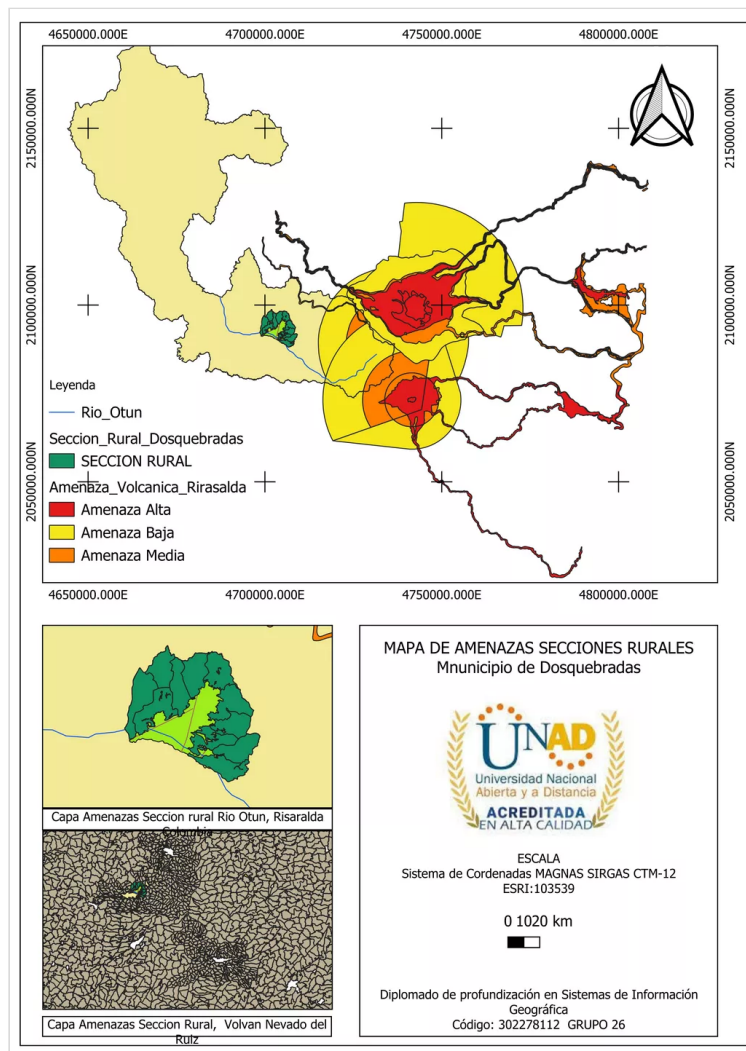


7.4. ANEXO D.

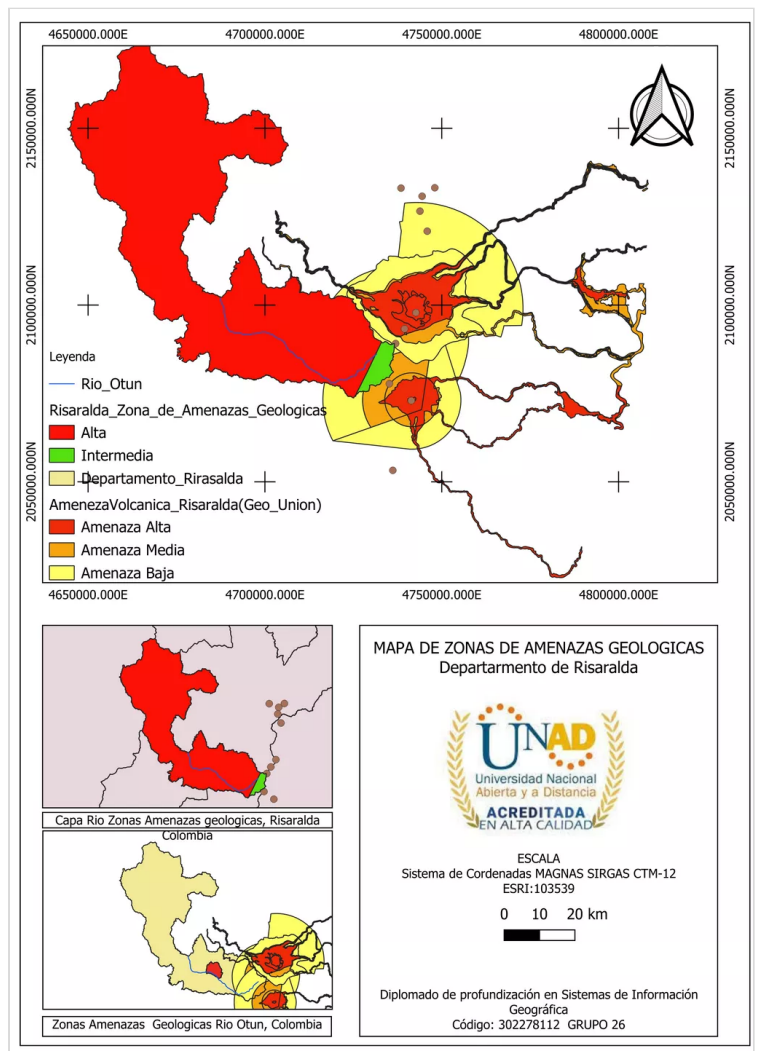
7.6 ANEXO F.



7.6 ANEXO G.



7.6 ANEXO I.



7.6 ANEXO H.

Mapa de Zonas de Amenaza geologicas Municipios de Dosquebradas, Risaralda.

Sección 8

8.1 ANEXO MULTIMEDIA

Video de sustentacion Fase 6. Grupo 26 UNAD Diplomado

**Diplomado en Sistemas de Información
Geográfica para el Ordenamiento
Agroambiental del Territorio**

Evaluación Final

Álvaro Enrique Llanos Molina
Julio Cesar Jiménez Pérez
Leydi Carolina Cardona

Grupo 26



Sustencion Vídeo Fase 6. Grupo 26 UNAD

de Alvaro Llanos Molina

YOUTUBE
