

**Informe de práctica académica realizada en la Jefatura de Gestión del Riesgo de Desastres  
de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del departamento de Caldas,  
Colombia.**

**Wilford David Loaiza Escobar**

**Universidad de Caldas  
Facultad de Ciencias Exactas Y Naturales  
Programa de Geología  
Manizales  
2024**

**Informe de práctica académica realizada en la Jefatura de Gestión del Riesgo de Desastres  
de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del departamento de Caldas,  
Colombia.**

**Wilford David Loaiza Escobar**

**Trabajo de grado modalidad de práctica presentado como requisito para optar al título de:  
Geólogo**

**Director académico:  
Geólogo Diego Alberto Arango Arcila**

**Director de practica:  
Félix Ricardo Giraldo**

**Universidad de Caldas  
Facultad de Ciencias Exactas Y Naturales  
Programa de Geología  
Manizales  
2024**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**


---

**APROBADO**

---

---

---



**Diego Alberto Arango Arcila**

**DIRECTOR ACADÉMICO**

## **Agradecimientos**

En primera instancia, a mi familia, quienes me han apoyado y acompañado durante todo este proceso; a la Universidad de Caldas y a todos los maestros que me transmitieron su conocimiento y de una u otra manera aportaron a mi crecimiento académico, en especial al docente Diego Alberto Arango Arcila, por su apoyo, dedicación y paciencia durante la ejecución de la práctica académica y el trabajo de grado; y a la profesora María Yolanda Aguirre por su apoyo y diligencia en el inicio de esta pasantía.

A todo el equipo de la Secretaría de Medio Ambiente y Cambio Climático de la Gobernación de Caldas y la Jefatura de Gestión del riesgo de desastres por estar siempre dispuestos a contribuir con mi formación profesional, en especial al geólogo Msc. Felix Ricardo Giraldo por su acompañamiento como director de práctica en la entidad. A mis amigos, por ser fiel compañía y apoyo durante todo mi pregrado.

## Resumen

Durante 5 meses (agosto a diciembre de 2023) se realizó la práctica en la Jefatura de Gestión del Riesgo de Desastres (JEDEGER); durante este tiempo se realizaron diversas actividades en las que se apoyaron los tres procesos de la gestión del riesgo definidos en la ley 1523 de 2012 que corresponden al conocimiento, reducción y el manejo de los desastres.

En el periodo de ejecución de la práctica se realizaron en total 12 visitas de campo, de las cuales 6 corresponden con visitas técnicas que requirieron la elaboración, a partir del conocimiento técnico y profesional, de un informe técnico donde quedaban registradas las conclusiones de la problemática y las recomendaciones para la prevención o mitigación del riesgo. También, se realizaron 3 visitas enfocadas en el manejo de desastres donde se censaron los afectados por las emergencias presentadas o se entregaron ayudas humanitarias; y finalmente, 3 visitas de acompañamiento.

Adicionalmente, se realizó apoyo a la JEDEGER en otras actividades como la actualización del Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (PDGRD), durante la cual se elaboró cartografía temática a partir de información secundaria, se construyeron algunas matrices de escenarios de riesgos para el Departamento y se redactaron algunos ítems del documento. De igual manera, se asistió a distintas reuniones y conferencias relacionadas con la gestión del riesgo de desastres. Es de resaltar el acompañamiento realizado a la logística departamental para la realización del simulacro nacional para la atención de emergencias que tuvo lugar el 4 de octubre del 2023.

**Palabras clave: Geología, Riesgo, Emergencia, Desastre.**

## **Abstract**

During 5 months (August to December 2023), the internship took place at the Jefatura de Gestión del Riesgo de Desastres (JEDEGER). Throughout this time, various activities were carried out to support the three risk management processes defined in Law 1523 of 2012, which include knowledge, reduction, and disaster management.

In the internship period, a total of 12 field visits were conducted, with 6 of them being technical visits that required the preparation of a technical report based on technical and professional knowledge. These reports documented the conclusions of the identified problems and provided recommendations for risk prevention or mitigation. Additionally, 3 visits focused on disaster management, involving the registration of those affected by emergencies or the distribution of humanitarian aid. Finally, 3 visits were dedicated to accompaniment.

Furthermore, support was provided to JEDEGER in other activities such as updating the Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (PDGRD). This involved creating thematic cartography based on secondary information, building risk scenario matrices for the Department, and drafting certain sections of the document. Similarly, assistance was given in various meetings and conferences related to disaster risk management. Noteworthy is the support provided to the departmental logistics for the national emergency response drill that took place on October 4, 2023.

**Keywords: Geology, Risk, Emergency, Disaster.**

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	17
2. Objetivos .....	18
2.1 General: .....	18
2.2 Específicos: .....	18
3. Localización .....	19
4. Marco Geológico.....	21
4.1 Geología regional .....	21
.....	22
4.1.1 Complejo Cajamarca .....	22
4.1.2 Migmatita de Manizales .....	23
4.1.3 Batolito de Sonsón.....	23
4.1.4 Complejo Igneo de Samaná.....	23
4.1.5 Stock de Cambumbia.....	24
4.1.6 Granodiorita de Mariquita .....	24
4.1.7 Stock de Pácora.....	24
4.1.8 Complejo Quebradagrande .....	25
4.1.9 Complejo Arquía.....	26
4.1.10 Complejo Ofiolítico de Pácora .....	26
4.1.11 Complejo Ofiolítico de Filadelfia .....	27
4.1.12 Stock de Chinchiná – Santa Rosa .....	27

4.1.13 Grupo Cañasgordas.....	27
4.1.14 Gabro de Anserma .....	28
4.1.15 Stock de Mistrató.....	29
4.1.16 Stock de Irra.....	29
4.1.17 Stock de Manizales.....	29
4.1.18 Stocks Tonalíticos .....	30
4.1.19 Formación Amagá.....	31
4.1.20 Rocas Hipoabisales Porfídicas.....	31
4.1.21 Grupo Honda .....	32
4.1.22 Formación Combia .....	33
4.1.23 Formación Mesa .....	33
4.1.24 Flujos Andesíticos.....	33
4.1.25 Formación Irra-Tres Puertas .....	34
4.1.26 Flujos Andesíticos Recientes .....	34
4.1.27 Depósitos Piroclásticos.....	35
4.1.28 Flujos de Lodo Volcánico .....	35
4.1.29 Depósitos Glaciares .....	36
4.1.30 Depósitos Aluviales Recientes.....	36
4.2 Geología estructural .....	37
5. Marco Teórico .....	39



6. Metodología .....	42
6.1 Visitas de campo .....	42
6.1.2 Visitas técnicas.....	42
6.1.3 Visitas no técnicas.....	45
Identificación de afectados. ....	45
Entrega de ayudas humanitarias. ....	47
Visitas de acompañamiento .....	48
7. Desarrollo de la práctica.....	49
7.1 Visitas de Campo.....	49
7.1.1 Visitas Técnicas .....	52
.....	67
7.1.2 Visitas no técnicas.....	72
6.2 Localización de las visitas de campo dentro del Mapa Geológico del Departamento de Caldas. ....	82
7.2 Otras actividades realizadas .....	83
7.2.1 Apoyo en la actualización del Plan Departamental De Gestión del Riesgo de Desastres (PDGRD).....	83
7.2.2 Apoyo en la realización del Simulacro Nacional de respuesta a emergencias. ....	86
8. Conclusiones .....	87
9. Recomendaciones.....	90
10. Bibliografía .....	91

11. Anexos ..... 93

## Lista de figuras

Figura 1. Mapa de Localización del departamento de Caldas elaborado a partir de la base cartográfica de las planchas 1:100000 del IGAC y DEM de la NASA (12.5 m). .....	20
Figura 2. Mapa de unidades geológicas del departamento de caldas. Fuente Elaborado a partir de las planchas geológicas en escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano. ....	22
Figura 3. Mapa estructural del departamento de caldas. Fuente: Planchas geológicas en escala 1:100000 del SGC. ....	38
Figura 4. Organigrama del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Fuente: Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo de Desastres (2012). ....	39
Figura 5. Formato censo para damnificados. Fuente: SNGRD.....	46
Figura 6. Formato de Entrega de Asistencia Humanitaria. Fuente: JEDEGER .....	47
Figura 7. Cantidad de visitas de campo realizadas por municipio. Fuente: propia.....	49
Figura 8. Cantidad de vistas de campo realizadas por tipo de visita. Fuente: propia. ....	50
Figura 9. Cantidad de visitas de campo realizadas por fenómeno asociado. Fuente: propia. ....	50
Figura 10. Mapa de localización de visitas de campo realizadas. Fuente: elaboración propia a partir de la base cartográfica tomada de las planchas a escala 1:100000 del IGAC.....	51
Figura 11. Patio del predio de la visita técnica 1; se evidencia el mal manejo de aguas lluvia (recuadro azul), vegetación inclinada y ladera de pendiente media. Fuente: propia. ....	53
Figura 12. Habitación en el predio de la visita técnica 1, se evidencia una grieta mostrando la dirección del asentamiento. Fuente: propia.....	53
Figura 13. Baño de la vivienda de la visita técnica 2 donde se evidencia grietas y fracturas. Fuente: propia .....	55

Figura 14. Base del baño del predio de la visita 2 donde se evidencia socavamiento por mal manejo de aguas lluvias. Fuente: propia .....	55
Figura 15. Fotografía tomada a la corona del deslizamiento (línea roja) de 12 metros que afecta a la vivienda de la visita técnica 3. Fuente: propia.....	58
Figura 16. Patio del predio de la visita 3 donde se evidencia el plástico que vierte el agua de lluvia sobre la corona del deslizamiento. Fuente: propia. ....	58
Figura 17. Fotografía tomada a la fachada de la vivienda de la visita técnica. A la izquierda nueva construcción y nuevo poste de luz; a la derecha vivienda afectada. Fuente: propia. ....	60
Figura 18. Fotografía tomada a la fachada trasera de la vivienda donde se evidencian los agrietamientos en la zona más cercana a la nueva construcción. Fuente: propia. ....	60
Figura 19. Localización de los sismos estudiados en la visita técnica 5: E1, sismo del 8 de noviembre 15:38 hora local, M 2,1. E2, sismo del 8 de noviembre 23:59 hora local, magnitud 1.8. E3, sismo del 9 de noviembre 6:51 hora local, magnitud 1.8. Fuente: Catalogo Sismicidad del SGC.....	62
Figura 20. Localizaciones de los puntos visitados durante la visita técnica 5. En rojo E1, E2 y E3, epicentros de los sismos. En amarillo P1, P2 y P3, puntos visitados durante la visita. En azul C1 y C2, puntos en los que se realizó percepción social. Fuente: Epicentros del Catálogo de Sismicidad del SGC; Otros puntos: propia. ....	63
Figura 21. Fotografía tomada a la Zona boscosa de la reforestadora El Guásimo que corresponde al punto P2 de la visita técnica 5. Fuente: propia. ....	64
Figura 22. Fotografía de la zona del humedal que corresponde al punto P1 visitado en la visita técnica 5. Fuente: propia. ....	64

Figura 23. Fotografía tomada en la entrada de la Mina La Concha que corresponde con el punto P3 de la visita técnica 5. Fuente: propia. .... 64

Figura 24. Fotografía tomada en el punto C1 de la visita técnica 5. Acercamiento a la comunidad. Fuente: propia..... 65

Figura 25. Fotografía tomada en el punto C2 de la visita técnica 5. Acercamiento a la comunidad. Fuente: propia..... 65

Figura 26. Sismogramas de las estaciones sismológicas Recio 3 (A), Laguna Verde (B), Lisa (C) y Moral (D) que muestran a la derecha el sismo de magnitud 2.1 registrado a las 20:38 UTC. Fuente: Servicio geológico colombiano..... 66

Figura 27. Localización de los sismos estudiados durante la visita técnica 5 sobre la base geológica de la plancha 206 en escala 1:100000 donde se muestra la gran influencia tectónica en la zona. Fuente: Servicio Geológico Colombiano. .... 67

Figura 28. Fotografía de la ladera estudiada en la visita técnica 6; se evidencian las dos coronas presentes (líneas azules). A la izquierda corona activa (4 metros), a la derecha inactiva (1,5 metros). Fuente: propia..... 69

Figura 29. Fotografía en la que se evidencia el perfil de suelo observado en el escarpe principal formado por uno de los movimientos en masa. Fuente: propia..... 70

Figura 30. Fotografía tomada al escarpe principal y material involucrado en los deslizamientos. Fuente propia..... 70

Figura 31. Fotografía del dren perteneciente al manejo de aguas subsuperficiales de la obra de mitigación aledaña obstruido por una botella de plástico. Fuente: propia..... 70

Figura 32. Fotografía tomada a la zanja de corona perteneciente a las obras de manejo de aguas superficiales, obstruida por material vegetal. Fuente: propia. .... 70

Figura 33. Fotografía tomada en una de las viviendas censadas en la visita 1 en zona rural de La Merced. Fuente: propia. ....	73
Figura 34. Fotografía tomada durante la visita 1 a viviendas afectadas en ladera descubierta. Fuente: propia. ....	73
Figura 35. Fotografía tomada a una de las viviendas donde se evidencia el método constructivo común en la zona. Fuente: Propia. ....	73
Figura 36. Fotografía tomada durante la visita 1 donde se hace entrega de ayudas humanitarias a los afectados del municipio de Palestina. Fuente: propia. ....	74
Figura 37. Fotografía tomada durante el diligenciamiento de formatos de entrega de asistencia humanitaria. Fuente: propia. ....	74
Figura 38. Fotografía tomada durante la entrega de ayudas humanitarias a la comunidad Baku Rukar de Viterbo. Fuente: propia. ....	75
Figura 39. Fotografía tomado durante el diligenciamiento de formatos de entrega de ayudas humanitarias a la comunidad. Fuente: propia. ....	75
Figura 40. Fotografía tomada a la base de una de las viviendas afectadas construida en guadua. Fuente: propia. ....	76
Figura 41. Fotografía de la cobertura de vivienda en guadua y hojas de zinc desprendida por el vendaval. Fuente: propia. ....	76
Figura 42. Perímetro del predio revisado durante la visita de acompañamiento 1. Fuente: IGAC e Imagen Satelital de Google Earth. ....	77
Figura 43. Fotografía tomada a los esquistos cuarzo-moscovíticos del Complejo Cajamarca que afloran en la zona de la visita de acompañamiento 1. Fuente: propia. ....	78

Figura 44. Fotografía tomada durante la visita de acompañamiento donde se observa la geomorfología y uso del suelo en la zona aledaña al predio. Fuente: propia. .... 78

Figura 45. Fotografía tomada a la comisión de la JEDEGER encargada del acompañamiento a visitantes del PNNN durante la visita 2. Fuente: propia. .... 79

Figura 46. Fotografía tomada al Volcán Nevado del Ruíz, observado durante la visita de acompañamiento 2. Fuente: propia. .... 80

Figura 47. Fotografía tomada durante la visita de acompañamiento 2 en la que se aprecia el perfil de suelos típico en la zona. Fuente: propia..... 80

Figura 48. Fotografía tomada durante la revisión por parte de la JEDEGER al plan de acción por declaratoria de calamidad pública de la alcaldía de San José, Caldas. Fuente: propia. .... 81

Figura 49. Mapa de la localización de las visitas de campo en el Mapa Geológico del Departamento de Caldas. Fuente: Elaborado a partir de las planchas geológicas en escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano y complementado con DEM 1.5 m de la NASA. .... 82

### **Lista de tablas**

Tabla 1. Tabla que relaciona los 3 sismos sujetos de estudio en la visita técnica 5 con sus respectiva localización y magnitud. Fuente: Catalogo de Sismos del SGC. .... 65



## 1. Introducción

La jefatura de Gestión del Riesgo de Desastres (JEDEGER) de la Secretaría de Medio Ambiente y Cambio Climático de la Gobernación de Caldas es la encargada de definir, coordinar e implementar políticas y estrategias de regulación del ordenamiento territorial y ambiental enfocadas al conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y el manejo de desastres en el Departamento de Caldas; territorio donde se presentan diversos escenarios de riesgo por fenómenos amenazantes. Su dinámica hídrica, meteorológica y geológica lo hacen susceptible a eventos, como movimientos en masa, avenidas torrenciales, vendavales, inundaciones, sismos y erupciones volcánicas asociadas principalmente al Volcán Nevado del Ruíz

El presente trabajo de grado se erige entonces como un esfuerzo para contribuir a la Gestión del Riesgo de Desastres en el departamento de Caldas a través del apoyo a la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del departamento y de manera más precisa a la jefatura antes mencionada; mediante la asistencia a visitas técnicas en zonas priorizadas, la elaboración de cartografía temática relacionada con la Gestión del Riesgo de Desastres, el apoyo a emergencias presentadas en el departamento y el aporte de conocimiento técnico para la zonificación de amenazas y la evacuación preventiva de viviendas en zonas de alto riesgo.

## 2. Objetivos

### 2.1 General:

Apoyar a la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en temas relacionados con la determinación de zonas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el departamento de Caldas.

Dado que los insumos para la presente práctica provienen en gran parte de información secundaria, fue necesario adaptar el objetivo general, de tal manera que se reduce a identificar zonas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, correlacionarlas con los mapas existentes de dichas temáticas y se adiciona el apoyo a las emergencias presentadas en el departamento.

### 2.2 Específicos:

1) Apoyar en la realización de visitas técnicas en zonas priorizadas por la Jefatura de Gestión de Riesgo de Desastres en el departamento de Caldas.

2) Apoyar en la elaboración de cartografía temática para el departamento de Caldas relacionada con la Gestión del Riesgo de Desastres.

3) Dar conceptos técnicos sobre zonas de amenaza natural y la evacuación preventiva de viviendas en zonas de riesgo.

4) Asistir en la atención de emergencias, asociadas a fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, presentadas en el departamento de Caldas.

### **3. Localización**

El departamento de Caldas se encuentra ubicado en el centro de la Cordillera Central y en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de Colombia. Cuenta con una extensión de 7888 Km<sup>2</sup> que representa el 0.69% del territorio nacional (Gobernación de Caldas, 2014). Está dividido en 27 municipios y limita con cinco departamentos del país; al norte con el departamento de Antioquia, al este lo separa el Río Magdalena de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, al oeste con Risaralda y al Sureste limita con el Tolima (Figura 1). En este último límite se encuentra el complejo volcánico Ruiz-Machín, donde se encuentra el Volcán Nevado del Ruíz.

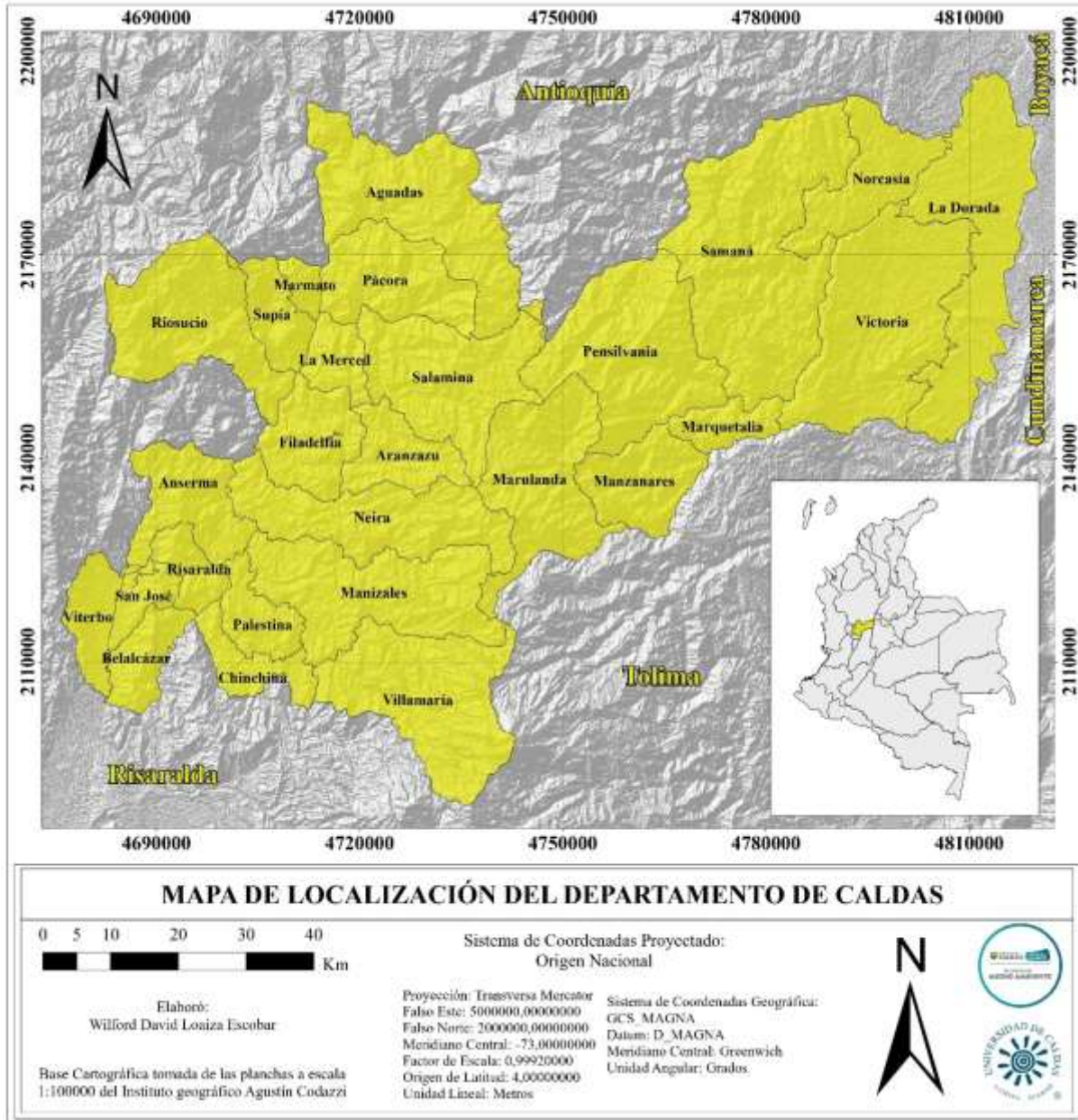


Figura 1. Mapa de Localización del departamento de Caldas elaborado a partir de la base cartográfica de las planchas 1:100000 del IGAC y DEM de la NASA (12.5 m).

## 4. Marco Geológico

### 4.1 Geología regional

El marco geológico está asociado a la dinámica tectónica de la placa de Nazca y la placa Sudamericana que ha dado origen a la orogenia andina, proceso geológico que ha dado forma a la topografía y la geología de la región a lo largo de millones de años. Presenta una variedad de complejos, grupos, formaciones y unidades litológicas que contiene rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias que cronológicamente van desde el Paleozoico hasta el Cuaternario.

Estas unidades a su vez son influenciadas por la actividad de diferentes fallas geológicas donde se destaca la presencia del Sistema de Fallas de Romeral; además, es de resaltar la presencia de un activo vulcanismo presente en la Cordillera Central asociado a la zona de subducción generado por la Placa de Nazca y Sudamérica. El área del departamento se encuentra dentro de las planchas geológicas 166,167,168, 186, 187, 188, 205, 207, 224 Y 225, en escala 1:100000, del Servicio Geológico Colombiano (figura 2).

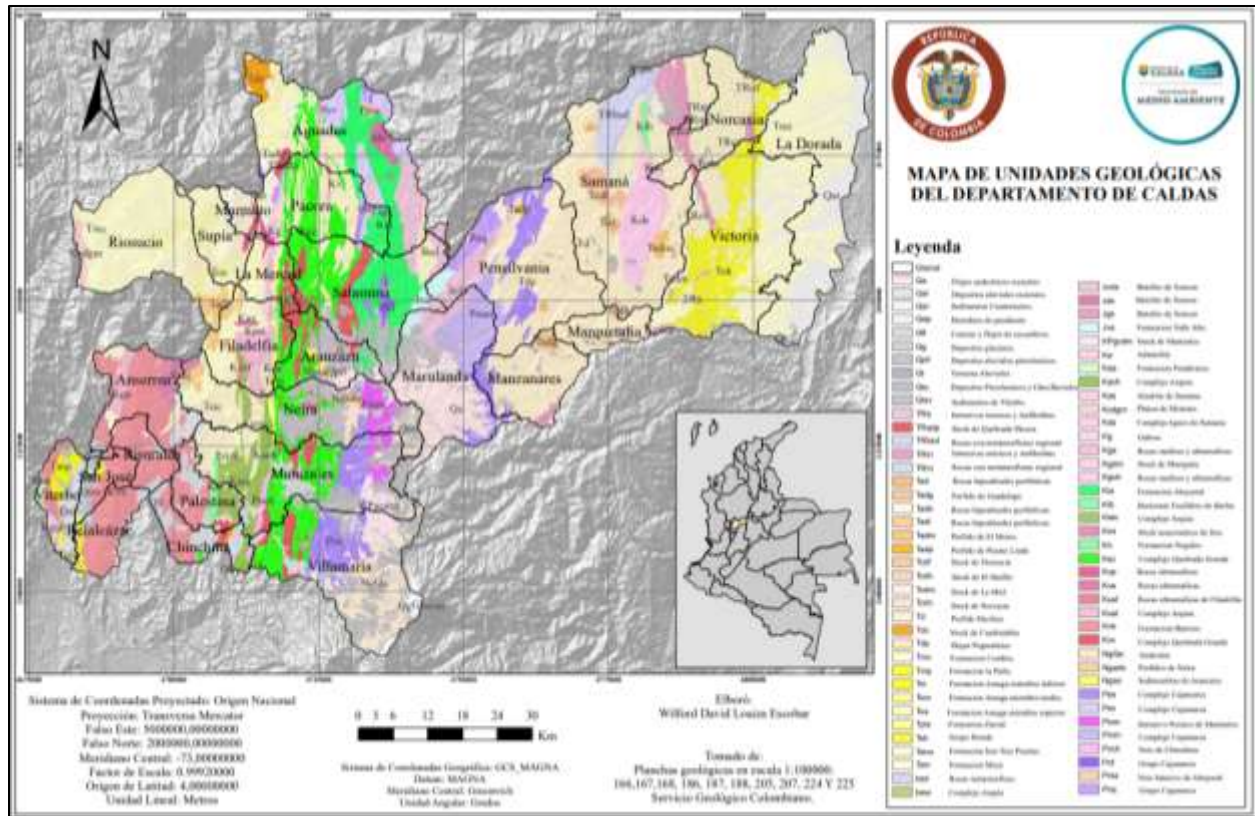


Figura 2. Mapa de unidades geológicas del departamento de caldas. Fuente Elaborado a partir de las planchas geológicas en escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano.

#### 4.1.1 Complejo Cajamarca

Según Maya y González (1995), el Complejo Cajamarca en la Cordillera Central contiene los litodemas metamórficos que se encuentran entre la Falla San Jerónimo al oeste y la Falla Otú-Pericos al este. Estas rocas están intensamente falladas, plegadas y afectadas por eventos térmicos superpuestos hasta el Cretácico Tardío. Su extensión y composición varían altamente por los diferentes eventos metamórficos regionales.

Entre las litologías presentes en el complejo se destacan: rocas metamórficas de muy bajo grado; mármoles y rocas de silicatos de calcio, cuarcitas y esquistos cuarzosos de grano fino con bandas micáceas; esquistos actinolíticos y cloríticos, a veces calcáreos, localmente con intercalaciones concordantes de esquistos sericíticos; esquistos cuarzo sericíticos, grafitosos, pizarras y filitas localmente con intercalaciones de esquistos cloríticos; y Gneises feldespáticos.

En Caldas, aflora principalmente en los municipios de Villamaría, Manizales, Neira, Salamina, Marulanda, Manzanares, Pensilvania, Pácora y Aguadas (figura 2).

#### **4.1.2 Migmatita de Manizales**

Esta roca se emplazó tectónicamente a lo largo del sistema de fallas de Romeral durante el cretácico tardío entre el Complejo Quebradagrande al este y el stock metagabroico de Chinchiná. Dentro de esta migmatita se aprecian 3 partes petrográficamente diferentes: el leucosoma que es de composición granodiorítica a tonalítica; el mesosoma de aspecto gnéisico y el melanosoma se observa como concentraciones de biotita residual. (Idárraga & Martínez, 2005). Aflora principalmente en Manizales y Neira (figura 2).

#### **4.1.3 Batolito de Sonsón**

Esta cubre un área de 950 kilómetros cuadrados en la Cordillera Central, en los departamentos de Antioquia y Caldas y recibe su nombre por la población de Sonsón. En esta unidad se diferencian cuatro facies dentro del cuerpo batolítico: tonalitas, aplitas, cuarzodioritas félsicas, dioritas y gabros; de estas las tonalitas representan el 90% del cuerpo intrusivo (González, H. 1980). Su edad radiométrica con potasio/argón es de  $69 \pm 3$  M.a (Pérez, 1969 en González, H., 1980) que corresponde con el Cretácico Superior. Aflora principalmente en Marulanda, Pensilvania, Salamina y Aguadas (figura 2).

#### **4.1.4 Complejo Igneo de Samaná**

Se encuentra ubicado en el municipio de Samaná, al nororiente del departamento de Caldas (figura 2). Este cuerpo es de composición variable, principalmente de composición diorítica, aflora en el centro poblado de la cabecera y vertiente media del río Moro en el municipio de Samaná. Este complejo incluye la Alaskita de Samaná.

El complejo intruye rocas metamórficas y sedimentarias de edad Cretácica, las cuales presentan depósitos de fosforitas ricas en uranio (Rodríguez, L.D., 2018). Las facies gabroide del Complejo ígneo tienen una edad de  $119 \pm 10$  M.a. K/Ar en hornblenda y se considera que la Alaskita de Samaná estaría relacionada a este mismo evento magmático intermedio resultado de la orogénesis alpina. (Vesga & Barrera, 1978 en González, H., 1993).

#### **4.1.5 Stock de Cambumbia**

Este cuerpo ígneo aflora en la margen oriental del río Cauca, entre la estación La María y el Río Arma, al norte de Aguadas (figura 2) la roca predominante es de textura fanerítica de grano medio a grueso de color verdoso y localmente puede presentar diques pegmatíticos. La composición promedio es diorítica-piroxénica con variación a tonalita. Las edades indican fue emplazado en el Cretácico inferior. (González, H. 1993).

#### **4.1.6 Granodiorita de Mariquita**

Esta unidad aflora al norte del departamento del Tolima y parte suroriental de Caldas en el municipio de la Victoria Y Marquetalia al oeste del departamento de Caldas (figura 2), a lo largo del río Guarinó. (González, H., 1993). Barrera & Vesga (1976) utilizan por primera vez el nombre de Stock de Mariquita y lo definieron como una granodiorita biotítica hololeucócrata inequigranular, que varía localmente a diorita, cuarzodiorita o cuarzomonzonita, además reportan una edad de  $113 \pm 4$  M.a. (Núñez, A., s.f).

#### **4.1.7 Stock de Pácora**

El stock de Pácora es un cuerpo ígneo de forma elongada. Se encuentra al oeste de la Falla Romeral, a unos seis kilómetros aproximadamente al sur de la población de Arma en Aguadas, Caldas (figura 2). La composición de este stock varía desde un granito con cuarzo y



feldespato alcalino, denominada Alaskita hasta tonalita con ortoclasa; aflora en la quebrada Pácora. (González, H.,1980).

#### **4.1.8 Complejo Quebradagrande**

Este conjunto litológico se encuentra entre dos bloques con basamento metamórfico: el Complejo Arquía al Occidente y el Complejo Cajamarca al Oriente y está constituido por rocas sedimentarias continentales a marinas, y un basamento oceánico de edad Cretácica inferior (Moreno-Sánchez et al., 2007). Las sedimentitas del oriente se interpretan como el producto de sedimentación de material detrítico en abanicos submarinos cercanos al margen continental. Mientras el intervalo occidental registra la sedimentación de material volcanoclástico sobre un basamento oceánico (gabros y basaltos) afectado por intrusiones andesíticas (Gómez-Cruz et al., 1995).

Las unidades basálticas y andesíticas del Complejo Quebradagrande presentan en su mayoría afinidades calco-alcalinas, y pueden ser asociadas a rocas volcánicas generadas en las cuñas del manto de la zona de supra-subducción. las rocas volcánicas con afinidad de arco caen dentro del límite Albiano – Aptiano (Villagómez et al. 2011). El Complejo Quebradagrande está afectado por metamorfismo de facies zeolita, prhenita-pumpellita, y esquistos verdes. Además, existen fajas de rocas afectadas por metamorfismo dinámico que a menudo son incluidas en el Complejo Cajamarca (Gómez-Cruz et al., 1995). Regionalmente el Complejo Quebradagrande está limitado al este por la Falla de San Jerónimo y al oeste por la Falla Silvia-Pijao (Maya & González, 1995). En el departamento afloran en una franja S-N desde el municipio de Villamaría hasta Aguadas (figura 2).

Nivia, Marriner, Kerr y Tarney (2006) incluyen en el complejo Quebradagrande entre otras las siguientes entidades: "Formación Quebradagrande", "Formación Valle Alto",

"Formación Abejorral", "Complejo Metasedimentario Aranzazu-Manizales", Peridotitas de Liborina, Peridotita de Sucre, Gabros de Romeral, Complejo de Pácora, y Gabros de Pereira.

#### **4.1.9 Complejo Arquía**

El Complejo Arquía constituye una franja alargada, estrecha y discontinua de esquistos anfibólicos, sericíticos, cuarcitas y neises, junto a anfibolitas y metagabros asociados a 22 cuerpos ultramáficos que se extienden desde Santafé de Antioquia en Colombia hasta Ecuador; localizada al oriente de la Falla Cauca- Almaguer (Cauca-Patía) que lo separa de las rocas de arco de la Formación Barroso y de las Diabasas de San José de Urama. (Maya y González, 1995). En el departamento aflora en dirección S-N desde Chinchiná hasta La Merced (figura 2).

El complejo Arquía es una mezcla de bloques de diferentes orígenes, producidos por el cizallamiento de la provincia ígnea cretácea Caribe – colombiana. los cuales con base en dataciones radiométricas se estableció una edad de 127 a 94 M.a para la fase principal de las rocas metamórficas, correspondiente al Cretácico Inferior. (Pardo-Trujillo & Moreno-Sánchez, 2001).

#### **4.1.10 Complejo Ofiolítico de Pácora**

Este complejo ofiolítico forma parte del cinturón ofiolítico de Romeral que se extiende por el flanco occidental de la Cordillera Central. Estas rocas constituyen el núcleo de esta cordillera, están intensamente deformadas y han sido metamorfoseadas a facies esquistos verdes y anfibolita. La faja ofiolítica está conformada por una gran variedad de rocas ultramáficas que se relacionan en general con gabros, lavas básicas, serpentinitas, werhlitas, entre otras (Álvarez, J., 1995). Aflora en el municipio de Pácora (figura 2).

#### **4.1.11 Complejo Ofiolítico de Filadelfia**

Se encuentra ubicado occidente de la Falla Romeral, en el municipio de Filadelfia (figura 2), la secuencia ofiolítica está constituida por rocas ultramáficas total o parcialmente serpentinizadas y presentan una estructura esquistosa desarrollando amplias zonas de esquistos de serpentinita, localmente gabros cúmulos, rocas volcánicas máficas y gabros isotrópicos. Se presume que su origen puede corresponder a remanentes de corteza oceánica-manto generadas en un centro de expansión que fueron emplazadas durante el Cretácico Tardío (González, H., 1993).

#### **4.1.12 Stock de Chinchiná – Santa Rosa**

Se presenta como un cuerpo alargado NNE, emplazado tectónicamente en el complejo Quebradagrande al este y en rocas del complejo Arquía al oeste; está ubicado en Chinchiná y al oeste del municipio de Manizales (figura 2), el cual presenta una composición metagabroica, y se ha conocido con diferentes nombres, tales como Stock Gabroico – Diorítico de Chinchiná – Santa Rosa (Mosquera, 1978) y/o Anfibolita Saussurítica de Chinchiná (Estrada et al., 2001 en Gómez-Cruz et al., 2004).

A nivel general el cuerpo muestra deformación frágil-dúctil evidenciada por los cambios texturales presentes en la roca, correspondiente a metagabros cataclásticos, los cuales inmediatamente al oeste se observan como milonitas metagabroicas. Tectónicamente, esta unidad se puede asociar al cinturón ofiolítico de romeral (Álvarez, 1995).

#### **4.1.13 Grupo Cañasgordas**

Este grupo se encuentra ubicado en el flanco oriental de la Cordillera Occidental y al oeste del límite occidental de la Falla Romeral, en conjunto con la Formación Barroso, y el miembro Urrao de la Formación Penderisco (Álvarez & González, 1978 en González, H., 1993). Aflora principalmente al Oeste del departamento de Caldas (figura 2).

#### **4.1.13.1 Formación Barroso**

Fue definida por Álvarez & González (1978) como una unidad volcano-sedimentaria heterogénea que forma una franja alargada N-S, al occidente del río Cauca en el flanco oriental de la Cordillera Occidental, alcanza un ancho entre 5 y 15 km. De acuerdo con Rodríguez & Arango (2013), está constituida por derrames lávicos basálticos y andesíticos, tobas, aglomerados e intercalaciones sedimentarias de chert, lodolitas, limolitas y grauvacas, los basaltos, andesitas y tobas de la Formación Barroso están dentro de las series toleíticas y calco alcalinas medias en K, lo que sugiere que las rocas volcánicas de esta unidad evolucionaron desde series toleíticas a calcoalcalinas típicas de magmatismo de arco de márgenes convergentes. (Rodríguez & Zapata, 2013), está datada Turoniano-Aptiano 84 a 115 Ma (González, 2010).

#### **4.1.13.2 Formación Penderisco – Miembro Urrao**

Esta unidad está ubicada en el municipio de Viterbo (figura 2) y está compuesta principalmente por arcillolitas y limolitas con grauvacas intercaladas localmente con bancos lenticulares de conglomerado polimíctico. Tiene sedimentos turbidíticos de tipo flysh, plegados y fallados que desarrollan estructuras pizarrosas y esquistosas por clivaje de fractura y efectos dinámicos; su edad asignada por microfauna es del Cretácico Tardío (González, H.,1993).

#### **4.1.14 Gabro de Anserma**

Este cuerpo aflora en el municipio de Anserma (figura 2) y está constituido por una roca ígnea fanerítica de grano medio a fino, color gris oscuro a negro, compuesta principalmente por plagioclasa cálcica, clinopiroxeno con facies que contienen olivino, ortopiroxeno y espinela, lo que lo diferencia de los gabros de la Cordillera Central relacionados a la falla Romeral. Está relacionado con edades del Cretácico Tardío (González, H.,1993).

#### **4.1.15 Stock de Mistrató**

La mayor parte de este cuerpo se encuentra en el departamento de Risaralda, también aflora en el extremo noroccidental del departamento de Caldas (figura 2); su composición es variada, desde tonalita a gabro. Intruye a las rocas volcánicas de la Formación Barroso y además tiene una posición geográfica similar a la del Batolito de Sabana Larga, razón por la cual se correlacionan y se le asigna una edad de Cretácico Tardío (Calle & González, 1972 en González, H., 1993).

#### **4.1.16 Stock de Irra**

Aflora entre los departamentos de Caldas, en los municipios de Anserma y Neira (figura 2), y Risaralda; entre el flanco este de la Cordillera Occidental y el oeste de la Cordillera Central en inmediaciones del corregimiento de Irra. Fue definido por Mosquera (1978), Se encuentra al oeste del sistema de fallas Cauca-Almaguer, e intruye rocas de la Formación Barroso, Gabro de Anserma y Complejo Arquía.

González & Londoño (1998), lo describen como un cuerpo granítico homogéneo en su parte central, pero con variaciones composicionales y texturales hacia los bordes, mostrando composiciones que van desde sienítica hasta gabroica. González (2010) mediante el método 42 Ar-Ar asignó una edad aproximada a 70 M.a. y Leal Mejía (2011) empleando el método U-Pb en circones, asignó una edad del Cretácico Superior (Paredes & Giraldo, 2022).

#### **4.1.17 Stock de Manizales**

El Stock de Manizales es un Plutón de edad Paleoceno que aflora en Manizales y Villamaría (figura 2), en el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia, al norte del Volcán Nevado del Ruiz. Este cuerpo intrusivo tiene una forma ovalada y se encuentra localizado entre las Quebradas Romerales y Martinica como límites geográficos al sur y al norte

respectivamente. Este plutón se encuentra zonado mineralógicamente, con tonalitas en sus márgenes y granodioritas en el interior del cuerpo; y corresponde a un granitoide orogénico Tipo I, asociado a un ambiente de margen continental activa, con evidencias de mezcla de magmas. (Lopez et al. 2015).

#### **4.1.18 Stocks Tonalíticos**

Estos cuerpos afloran sobre el flanco oriental de la Cordillera Central principalmente en los municipios del Oriente y Nororiente de Caldas (Figura 2). Se encuentran intruyendo las rocas metamórficas formando cornubianas (González, H., 1993).

##### **4.1.18.1 Stock de la Miel**

Aflora sobre el río La Miel al norte del municipio de la Victoria, es un cuerpo rectangular en sentido N-S. La roca es fanerítica de grano medio a fino masiva, de composición tonalítica biotítico-hornbléndica con variaciones a granodiorita (González, H., 1993).

##### **4.1.18.2 Stock de Norcasia**

Aflora en el municipio de Norcasia y tiene forma ovalada, intruye cuarcitas y esquistos del Complejo Cajamarca y, parcialmente, está cubierto por depósitos piroclásticos. Lo componen tonalitas biotíticas inequigranulares de grano grueso a medio y muestra una meteorización intensa (González, H., 1993).

##### **4.1.18.3 Stock de el Hatillo**

Intruye rocas metamórficas del Complejo Cajamarca. Es elongado en sentido norte-sur se extiende desde el límite del Tolima hasta la Quebrada Santa Rita al noreste de Marquetalia. Se trata de una tonalita biotítica, equigranular de grano grueso, y se encuentra cubierta localmente por depósitos piroclásticos. La edad K -Ar en biotita es de  $54.9 \pm 1.9$  M.a. (Vesga & Barrero, 1978 en González, H., 1993).

#### **4.1.18.4 Stock de Florencia**

Es un cuerpo irregular con su dimensión mayor de dirección noroeste está ubicado a los alrededores de la población de Florencia en la carretera Dorada-Sonsón. Intruye cuarcitas del Complejo Cajamarca, pero no desarrolla una aureola de contacto significativa. Es una tonalita biotítica de grano grueso, con variaciones a granodioríticas. La edad K-Ar en biotita es de  $53 \pm 1.8$  M.a. (Vesga & Barrero, 1978 en González, H.,1993).

#### **4.1.19 Formación Amagá**

Esta formación fue nombrada por González en 1976, quien le dio el nombre de Formación Amagá. La fosa del Cauca se desarrolló debido al levantamiento de la Cordillera Occidental a finales del Cretácico. Luego, movimientos tectónicos asociados a la orogénesis de la cordillera incrementaron la depresión de dicha fosa permitiendo la acumulación de sedimentos continentales. En el departamento afloran principalmente en los municipios de Rosucio, Supía, Marmato y Aguadas (figura 2).

El miembro inferior presenta conglomerados con mantos de carbón, areniscas conglomeráticas y arcillolitas arenosas. El miembro medio se distingue por tener mantos de carbón explotables, y no poseer conglomerados. Las areniscas varían de grano grueso a fino, y las arcillolitas se presentan bien estratificadas, formando localmente bancos espesos de color gris. Aflora principalmente en Quinchía y Riosucio.

El miembro superior, se caracteriza por la ausencia de mantos de carbón explotables y de conglomerados; abundancia de areniscas y arcillolitas color ocre. (Calle & González. 1982).

#### **4.1.20 Rocas Hipoabisales Porfídicas**

Estos cuerpos subvolcánicos del Mioceno que constituyen geformas sobresalientes, interpretados como antiguos cuellos volcánicos, los cuales se vieron favorecidos por el sistema

de fallas Cauca – Romeral sirviendo de canal para la migración del magma de estos cuerpos, afloran sobre los flancos occidental de la Cordillera Central y oriental de la Cordillera Occidental y en especial a lo largo de la depresión del Cauca, donde se encuentran municipios como Supía, Riosucio, Marmato, La merced y Filadelfia (figura 2). Presentan texturas porfiríticas con variaciones en la relación matriz/fenocristales. La presencia de cuarzo accesorio identifica a los pórfidos andesíticos tipo marmato, mientras que los dacíticos contienen cuarzo como mineral esencial. Los pórfidos de Irra y Neira se identifican por la presencia de biotita con corona de magnetita. El pórfido del Morro posee una relación biotita/hornblenda mayor a 1.

Los cuerpos intruyen sedimentos de la Formación Amagá y sus edades radiométricas van desde  $3.5 \pm 0.2$  M. a, para el Porfido del Morro (Vesga & Barrero, 1978) hasta  $7.1 \pm 0.2$  M. a para el pórfido andesítico hornbléndico de la Felisa y  $6.3 \pm 0.7$  M. a para el pórfido dacítico de Marmato (González, H., 1993).

#### **4.1.21 Grupo Honda**

Este grupo está relacionado con la sedimentación continental del Valle Medio del Magdalena y flora en el flanco oriental de la Cordillera Central sobre el piedemonte. El grupo reposa discordantemente sobre las rocas metamórficas del Complejo Cajamarca y es suprayacido concordantemente por la Formación Mesa. En Caldas aflora predominantemente la parte superior del grupo en los municipios de Victoria y Norcasia (figura 2), donde predominan sedimentos rojos con lutitas y areniscas. Se considera que su edad corresponde al Mioceno Medio a Tardío (González, H., 1993).



#### **4.1.22 Formación Combia**

Fue nombrada por Grosse (1926) como Estratos de Combia; posteriormente, Calle et al. (1980) los denominan informalmente como Miembro volcánico y Miembro sedimentario de la Formación Combia. Está constituida principalmente por aglomerados, areniscas, arcillas pizarrosas, conglomerados tobáceos, areniscas tobáceas, tobas, lavas basálticas y andesíticas” (Grosse, 1926). El miembro volcánico de esta Formación se compone de rocas piroclásticas y flujos de lava básicos; localmente se pueden observar bloques redondeados y disyunciones columnares. (Calle & González, 1982). Según Leal-Mejía (2011) su edad es de 6,1 +/- 1 M.a datada en K-Ar en roca total. En el departamento aflora al Occidente, en los municipios de Supía, Riosucio, Filadelfia, La merced y Marmato (figura 2).

#### **4.1.23 Formación Mesa**

La Formación Mesa aflora en el área comprendida entre los municipios de La Dorada y Victoria en el departamento de Caldas (figura 2). Dueñas & Castro (1981) indican una de edad Plioceno Temprano y se encuentra suprayaciendo concordantemente al el Grupo Honda. Esta formación se encuentra constituida por arenitas tobáceas, conglomerados volcánicos y lodolitas. Según Guzmán-López (2012) se originó a partir de corrientes trenzadas y ambientes lacustres intervenidos por aportes piroclásticos.

#### **4.1.24 Flujos Andesíticos**

Afloran principalmente en el Parque Nacional Natural de Los Nevados en el municipio de Villamaría y en Manizales y Neira (figura 2), y se relacionan a flujos de lava del Mioceno – Pleistoceno, anteriores a las glaciaciones del Pleistoceno se asocian a un vulcanismo presentado por fracturas tensionales que sirvieron de conducto para el magma. Jaramillo (1989) indica que

estos flujos están representados por coladas de lava andesítico-dacíticas, localmente basálticas. (González, H., 1993).

#### **4.1.25 Formación Irra-Tres Puertas**

La cuenca de esta formación posee una extensión de 30-35 km de largo por 10-13 km de ancho y un área de 455 km aproximadamente entre los municipios de Manizales y Neira (figura 2). El nombre de la cuenca se toma del corregimiento de Irra, presente al NW de la cuenca (Sierra et al, 1995). La formación se localiza en la parte norte de la depresión del Cauca, la que a su vez está limitada por los sistemas de falla de Cauca y Romeral. La cuenca se presenta al oeste de la traza principal del sistema de Fallas Romeral.

Está subdividida en tres unidades diferentes informalmente denominadas A, B y C. La Unidad C, la constituyen depósitos de abanicos aluviales mal seleccionados, con conglomerados arenosos y areniscas conglomeráticas con algunos clastos de rocas volcánicas básicas y de esquistos; la unidad B, contiene cantos de andesitas, dacitas y rocas metamórficas, en medio de una matriz tobácea (Toro et al, 1999). Sobre las unidades B y C se encuentra la unidad A, la cual está compuesta por conglomerados, cenizas volcánicas y rocas piroclásticas (Sierra et al, 1995).

Su edad por trazas de fisión para circones rosados provenientes de un nivel de pómez andesíticas retrabajadas es de  $6,3 \pm 0,2$  Ma (Mioceno Tardío). Si la unidad A suprayace en discordancia a la B, se puede pensar que su edad es Pleistocena, mientras que la unidad C, que subyace a la B, debe ser miocena tardía (Toro et al, 1999).

#### **4.1.26 Flujos Andesíticos Recientes**

Fueron descritos por Herd (1974) como producto de la actividad volcánica Holocénica, posterior a la glaciación del Pleistoceno. Afloran principalmente en el municipio de Marulanda y Manizales (figura 2) y estarían asociados a los Volcanes Cerro Bravo, Nevado del Ruíz, y en

menor proporción al Cisne y Santa Isabel. Las rocas en general son andesíticas porfídicas donde la paragénesis más frecuente está constituida por plagioclasa, ortopiroxeno, clinopiroxeno, hornblenda, opacos y ocasionalmente olivino y biotita. La edad es considerada Holoceno, dado que no fueron afectadas por la glaciación del Pleistoceno (González, H., 1993).

#### **4.1.27 Depósitos Piroclásticos**

El único en el área de Caldas que ha producido erupciones piroclásticas importantes de tipo pliniano en épocas post-glaciares es el volcán Cerro Bravo, es por esto que se encuentran una gruesa cubierta piroclástica constituida principalmente por pumitas y arenas mezcladas con ceniza y en zonas más cercanas al volcán se encuentran bombas de hasta 1 metro de diámetro.

Los depósitos del Ruíz están asociados a una actividad explosiva moderada que corresponden a arena, escoria, lapilli. Los bloques y las bombas de “corteza de pan” de las últimas erupciones muestran el máximo grado de evolución magmática hasta composiciones dacíticas. La actividad volcánica actual del Nevado del Ruiz ha producido depósitos de tefra que según Herd (1974) son más jóvenes que la última glaciación, 13.670 años, y en gran parte bandean el terreno cubriendo las formaciones más antiguas (González, H., 1993). Se encuentran distribuidos en la zona central y centro-sur del departamento (figura 2).

#### **4.1.28 Flujos de Lodo Volcánico**

Están constituidos por cantos y bloques redondeados de rocas volcánicas andesíticas, pumitas, esquistos, rocas granitoides y cuarzo lechoso, en una matriz piroclástica de ceniza, arena, lapilli y fragmentos de rocas volcánicas. Se encuentran principalmente al este del Parque Nacional de Los Nevados sobre el flanco occidental de la Cordillera Central, pero algunos de estos flujos se han desplazado hasta el Río Cauca a unos 50 Km de su origen y alcanzan hasta 50 metros de espesor. (González, H., 1993).

#### **4.1.29 Depósitos Glaciares**

Como testigo de la última glaciación en la zona del volcán Nevado del Ruíz, por encima de 4.500 m.s.n.m. se encuentran nieves perpetuas. Hoy en día se observa un retroceso de estas capas y una cubierta de tefra pero aún se pueden reconocer formas glaciares. Según Herd (1974), hay evidencia de campo y dataciones que indican, al menos dos avances de glaciares durante el Pleistoceno y uno durante el Holoceno. Los depósitos glaciares no diferenciados se encuentran en los alrededores del Volcán Nevado del Ruiz en el municipio de Villamaría (figura 2) y corresponden a una cubierta de detritos glaciares compuesta por diversas clases de depósitos glaciares. (González, H., 1993).

#### **4.1.30 Depósitos Aluviales Recientes**

El cuaternario más reciente está constituido por los sedimentos que rellenan los valles de los ríos Magdalena y Cauca y la parte baja de muchos otros drenajes. Estos depósitos están constituidos por bloques, gravas, arenas y limos en diferentes proporciones, en una matriz areno-arcillosa. En las riveras del departamento de Caldas, se pueden encontrar acumulaciones de bloques que invaden el curso normal de los drenajes y obligan a socavar lateralmente (González, H., 1993).

## 4.2 Geología estructural

En general, la geología estructural de Caldas está asociada principalmente a la Cordillera Central, cadena montañosa que ha sufrido intensos plegamientos, fallamientos, levantamientos e intrusiones que hacen más complejas las relaciones estructurales y estratigráficas entre las distintas unidades litológicas. La cordillera se encuentra entre dos sistemas de fallas aproximadamente paralelos, el primero es el sistema de fallas Cauca-Romeral al oeste y el segundo es el sistema de fallas de Palestina y Mulato al este con direcciones variables NNE-SSW y NE-SW respectivamente (figura 3). Además, se tiene presencia de la falla Salamina – Marulanda y el lineamiento del río Arma (González, H., 1993).

El Sistema de Fallas de Palestina es la principal estructura regional presente en el flanco oriental de la Cordillera Central; fue definido por Feininger (1970), tiene una longitud de 369.6 km, una orientación preferencial noreste y un desplazamiento dextral de 27 km (Paris et al., 2000). Se presume que su dinámica ha estado activa desde entre el Cretácico Tardío hasta el Cuaternario (Feininger et al., 1970). En el flanco occidental, la principal estructura es el Sistema de Fallas de Romeral (Silvia-Pijao) con una longitud de 700 km, orientación preferencial dominante nor-noreste y desplazamientos rumbodeslizantes (Paris et al., 2000).

El sistema de Fallas de Romeral forma una zona de deformación con una amplitud variable entre 20 y 40 km, que da al flanco occidental de la Cordillera Central un relieve de bloques en escalones producto de una componente de desplazamiento principalmente vertical durante el Plioceno (Flórez, 1986). Este sistema separa a las dos cordilleras, central y occidental, las cuales, en general, tienen características litológicas y paleoambientales diferentes.

La Cordillera Central está representada por rocas asociadas a basamento continental relacionadas con el Complejo Cajamarca y la Cordillera Occidental presenta principalmente

rocas de afinidad oceánica del Cretácico. Los complejos ofiolíticos de Pácora y Filadelfia se encuentran asociado a fallas lístricas que los hacen cabalgar sobre el basamento metamórfico de la Cordillera Central, (Toussaint & Restrepo, 1988; Mejía et al.,1988 en González, H., 1993).

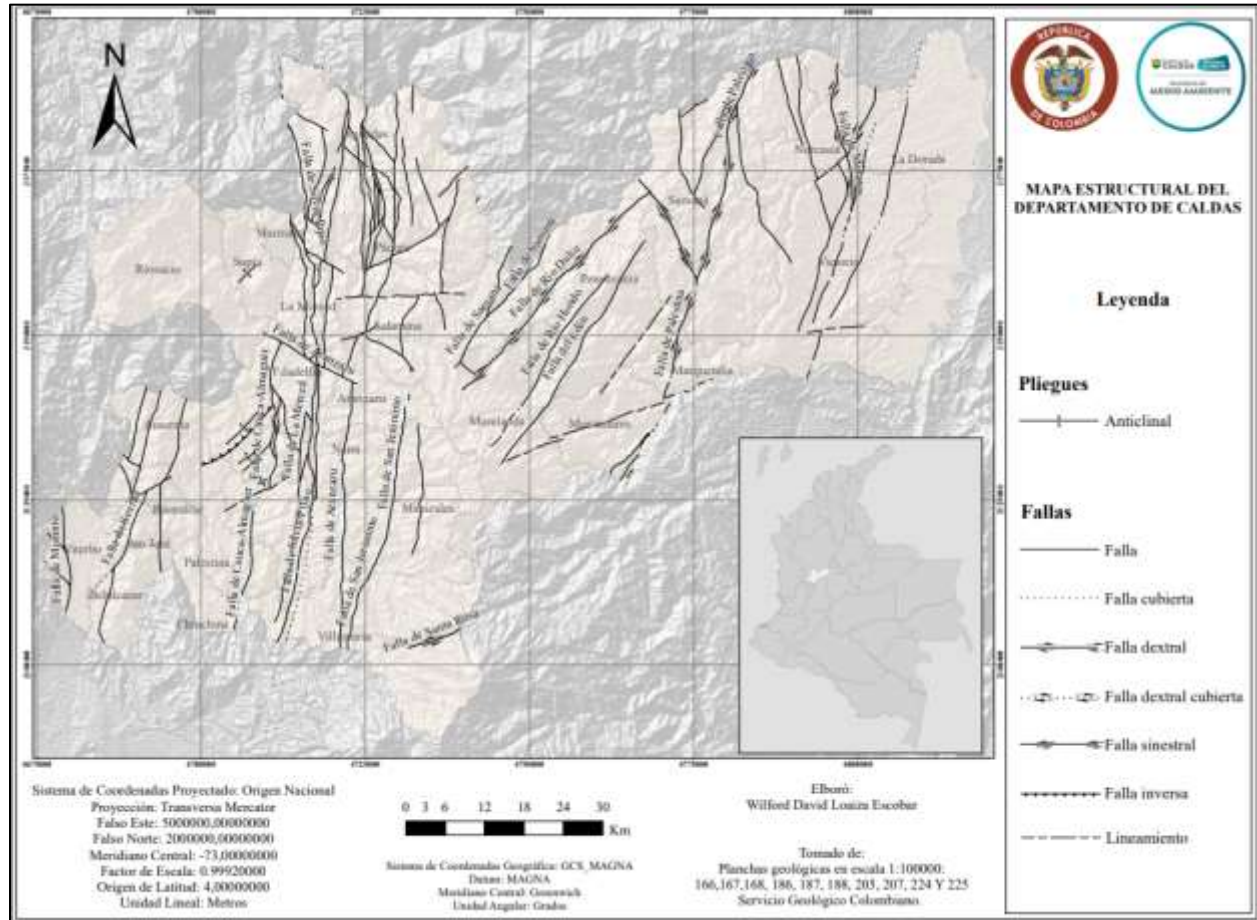


Figura 3. Mapa estructural del departamento de caldas. Fuente: Planchas geológicas en escala 1:100000 del SGC.

### 5. Marco Teórico

El origen de la gestión del riesgo de desastres en Colombia está representado por la Ley 0046 del 2 de noviembre de 1988 con la cual se crea el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de desastres (SNPAD), Posteriormente y mediante el Decreto 4147 del 3 de noviembre del 2011 se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Finalmente, el 24 de abril del 2012 se sanciona por presidencia la Ley 1523 “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) y se dictan otras disposiciones”, con el objetivo de coordinar, impulsar y fortalecer capacidades para el conocimiento del riesgo, reducción y manejo de desastres y su articulación con los procesos de desarrollo en el ámbito nacional, y territorial del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. (Figura 4).



Figura 4. Organigrama del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Fuente: Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo de Desastres (2012).

En el Capítulo 1, Artículo 4 de la Ley 1523 de 2012 se encuentra una lista de definiciones relacionadas con la gestión del riesgo de desastres; de esta lista se resaltarán las fundamentales para comprender de mejor manera el contenido del presente trabajo.

La gestión del riesgo se define como el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. (Ley 1523, 2012).

La exposición (elementos expuestos), se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza. (Ley 1523, 2012).

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos. (Ley 1523, 2012).

La amenaza queda definida como el peligro latente de que un evento físico de origen natural o antrópico accidental, se presente con la 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, 2012).

El Riesgo de desastres es el resultado de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad y hace referencia a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos. (Ley 1523, 2012).

El desastre es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción. (Ley 1523, 2012).

Por su parte, la Jefatura de Gestión del Riesgo de Desastres (JEDEGER) de la Secretaría de Medio Ambiente de la Gobernación de Caldas es la encargada de definir, coordinar e implementar políticas y estrategias de regulación del ordenamiento territorial y ambiental enfocadas al conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y el manejo de desastres en el Departamento de Caldas.

## 6. Metodología

Dúrate la práctica se realizaron diferentes actividades que consistieron principalmente en la realización de visitas técnicas en zonas prioritarias, la provisión de conceptos técnicos sobre amenazas naturales y evacuación preventiva de viviendas en zonas de riesgo, la elaboración de cartografía temática para la Gestión del Riesgo de Desastres en Caldas, así como la asistencia en la atención de emergencias relacionadas con fenómenos geológicos e hidrometeorológicos. Estas actividades constituyen los pilares de la metodología, en la que se basa la consecución de los objetivos.

### 6.1 Visitas de campo

Inicialmente, se realiza el proceso de recepción de las solicitudes de apoyo presentadas por las alcaldías municipales, la gobernación, juntas de acción comunal o persona natural a la JEDEGER. Las solicitudes son recibidas de manera física en la oficina ubicada en el cuarto piso del edificio del Banco Ganadero o de manera electrónica a través de correo electrónico, llamadas o mensajes de textos.

Una vez recibida la solicitud se verifica si se requiere de un equipo técnico y la elaboración de un informe al respecto para de esta manera agendar la visita, denominadas **Visitas técnicas**, o si por el contrario se trata de una visita de apoyo para el manejo de una emergencia presentada que no requiere de la elaboración de un informe técnico, denominadas **Vistas no técnicas**.

#### 6.1.2 Visitas técnicas

##### 6.1.2.1 Revisión bibliográfica de la zona de estudio

Para cada solicitud se revisa la información bibliografía disponible, anteriores informes, estudios de amenaza de detallados del municipio y mapas de amenaza elaborados por el Servicio

Geológico Colombiano o por entidades como la Corporación Autónoma Regional de Caldas, la alcaldía del municipio o la misma gobernación; Esta cartografía será el insumo principal para el estudio previo de la zona a visitar; de igual manera, se tendrá en cuenta la información sobre las vías departamentales, municipales y terciarias y los drenajes que recorren el área a estudiar.

#### **6.1.2.2 Visita de campo, inspección ocular, registro fotográfico, georreferenciación y recomendaciones a la comunidad.**

Cuando el equipo técnico se encuentra en campo se entabla el dialogo con las personas afectadas para tener un contexto de primera mano de la situación. Después se procede a realizar la inspección ocular de manera detalla con el fin de determinar los factores condicionantes y detonantes asociados a la problemática estudiada como lo son pendientes pronunciadas, erosión hídrica (pluvial o fluvial), intervenciones humanas, mal uso del suelo, incumplimiento de la normativa sismorresistente, entre otros.

A la par, se toma todo el registro fotográfico necesario, así como las coordenadas de la zona estudiada haciendo uso del sistema de posicionamiento global (GPS); estas coordenadas, son proyectadas al sistema Magna – Sirgas Origen Nacional (CTM12).

Una vez culminada la visita se le informa de manera general a la comunidad la situación estudiada y se dan algunas recomendaciones para evitar que la problemática continúe. Dado el caso de ser necesario también se puede emitir el concepto de evacuación preventiva.

#### **6.1.2.3 Contrastación de la información recolectada en campo y la bibliográfica.**

Después de haber realizado la visita se contrasta la información recolectada en campo con la disponible y revisada anteriormente. De esta manera se procede a realizar el informe técnico y se tiene una mejor base para determinar los procesos geológicos y/o geotécnicos que están asociados a la problemática estudiada.

#### **6.1.2.4 Elaboración y emisión del Informe Técnico**

**Ubicación temporal y espacial de la visita:** en este ítem se encuentra la fecha y hora, así como el lugar, registrando el municipio, barrio, vereda y/o dirección específica de realización de la visita técnica.

**Información del solicitante y de quien realiza la visita:** aquí se registran los datos como nombre, cedula y contacto del solicitante, así como los datos de los funcionarios y/o contratistas de la secretaría que participaron de la visita técnica; también, dado el caso que se cuente con funcionarios de otras entidades se toma el registro.

**Generalidades de la visita (Antecedentes, Descripción, Diagnóstico, Conclusiones):** En este apartado se enuncian, en el caso de existir, los antecedentes de otras visitas y/o intervenciones realizadas en la zona; en algunos casos se hace uso del GPS y Software como Google Earth y Google Maps para incorporar en el documento una imagen de ubicación de la zona. Se hace una descripción detallada de la problemática, apoyándose del registro fotográfico y toda la información obtenida en campo y contrastada en la oficina. Se procede a hacer el diagnóstico, teniendo en cuenta los factores detonantes y/o contribuyentes asociados a la situación y se termina realizando una serie de conclusiones que resuman la problemática haciendo énfasis en sus posibles causas.

**Recomendaciones:** de acuerdo con la evaluación realizada por el personal técnico, se formulan una serie de recomendaciones dirigidas a la persona o comunidad afectada; de igual manera, se hace el llamado a la alcaldía, secretaría departamental de infraestructura, Corpocaldas u otra entidad competente, para que se formulen y se tomen las medidas de acción necesarias para solucionar la problemática.

### **6.1.3 Visitas no técnicas**

#### **Identificación de afectados.**

Para este tipo de visitas inicialmente se hace una revisión de la emergencia sucedida, siempre apoyándose en la cartografía, estudios disponibles y la información proporcionada por el solicitante.

En campo se realiza la inspección visual de los daños de manera cuantitativa, se tienen en cuenta el tipo de fenómeno amenazante que generó la situación, la infraestructura afectada y la cantidad de familias damnificadas y se hace una estimación del tipo y cantidad de ayudas humanitarias que se podrían entregar.

Finalmente, para cada familia damnificada. se procede a hacer el diligenciamiento del formato de censo para damnificados elaborado por el SNGRD (Figura 5).


 INSTITUTO NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES Ministerio del Interior de Colombia		Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres Unidad Departamental de Gestión del Riesgo - Gobernación de Caldas				Versión 1	
Formato Censo para Damnificados							
1. DATOS VIVIENDA							
CODIGO USUBER	MUNICIPIO	CORREGIMIENTO	BARRIO / VEREDA	DIRECCION		# NUCLEO	
2. INFORMACION JEFE NUCLEO FAMILIAR							
CEDULA	NOMBRE COMPLETO			TELEFONO	FECHA DE NACIMIENTO	EDAD	
PROPIETARIO:	1	INQUILINO:	2	OTRO:	3		
EN CASO DE SER INQUILINO U OTRO POR FAVOR DIJERENCIAR LA INFORMACION DEL PROPIETARIO:							
CEDULA	NOMBRES COMPLETOS			DIRECCION	TELEFONO		
3. INFORMACION NUCLEO FAMILIAR							
DOCUMENTO		NOMBRE COMPLETO	FECHA DE NACIMIENTO	EDAD	SEKO	PARENTESCO	DISCAPACIDAD
Tipo	Numero						
4. INFORMACION ACCESO SERVICIOS PUBLICOS							
ACUEDUCTO	1	ENERGIA ELECTRICA	4	ALCANTARILLADO	3	GAS DOMICILIARIO	2
POZO SEPTICO	3	OTRO	5				
5. ¿HA SIDO BENEFICIARIO DE ALGUN SUBSIDIO?							
VIVIENDA NUEVA	1	ARRENDAMIENTO	3	MEJORAMIENTO DE VIVIENDA	2	OTRO	4
6. INFORMACION FENOMENO AMENAZANTE							
INMINENTE		1	SUCEDIDO		2		
A. ORIGEN NATURAL		B. ORIGEN HUMANO		C. ORIGEN TECNOLOGICO		D. OTROS	
MOVIMIENTO EN MASA	1	TERRORISMO	1	DERRAME - MATPEL	1		2
VENDAVAL	2	VANDALISMO	2	EXPLOSION	2		3
AVALANCHA	3	AGLOMERACIONES	3	COLAPSO	3		4
SISMOS	4		4	INCENDIO ESTRUCTURAL	4		5
INUNDACION	5		5	DETERIORO ESTRUCTURAL	5		6
VOLCANICO	6		6				7
7. AFECTACION							
TIPO DE INFRAESTRUCTURA AFECTADA		PERDIDA DE BIENES, MUEBLES Y ENSERES		PERDIDA AGROPECUARIA		DAÑO EN EDIFICACION	
VIVIENDA	1	SI	1	NINGUNA	1	NINGUNO	1
EDUCATIVA	2	ESCRIBA UN BREVE RESUMEN DE LOS BIENES, MUEBLES Y ENSERES AFECTADOS	2	PARCIAL	2	PARCIAL	2
COMUNITARIA	3		3	TOTAL	3	TOTAL	3
VIAL	4		4	TOTAL	4	TOTAL	4
	5	NO	5	TOTAL	5	TOTAL	5
8. RECOMENDACION DE EVACUACION							
SI		NO					
9. FECHA DE ELABORACION							
DIA	MES	AÑO	HORA	MINUTOS	AM PM		
10. OBSERVACIONES GENERALES							
11. FIRMAS							
FUNCIONARIO:				ENCUESTADO:			
CEDULA:	_____			CEDULA:	_____		
NOMBRE:	_____			NOMBRE:	_____		
FIRMA:	_____			FIRMA:	_____		

Figura 5. Formato censo para damnificados. Fuente: SNGRD

### Entrega de ayudas humanitarias.

Para este tipo de visitas inicialmente se hace una revisión de la emergencia sucedida, siempre apoyándose en la cartografía, estudios disponibles y principalmente se revisa detalladamente la información que se encuentra en los censos para damnificados, ya que aquí se encuentra el tipo y la cantidad de ayudas, así como a las familias a las que se les hará entrega.

En el Centro Logístico Humanitario (CLH) se realiza el conteo y se recogen las ayudas humanitarias; una vez en campo se procede a hacer la entrega de las ayudas y se diligencia el Formato de Entrega de Asistencia Humanitaria, de la Gobernación de Caldas, FO-FT-03-003, versión 05 y modificado el 19/01/2016 (Figura 6).

		<b>FORMATO DE ENTREGA DE ASISTENCIA HUMANITARIA SIG</b>			
				Código: FO-FT-03-003	
				Versión: 05	
				Fecha de modificación: 19/01/2016	
<b>Jefatura de Gestion del Riesgo</b>					
<b>Fecha:</b>					
<b>Tipo de Emergencia:</b>					
<b>Municipio:</b>					
<b>Grupo poblacional:</b>					
<b>Vereda- Barrio- Sector</b>					
<b>IDENTIFICACION DEL BENEFICIARIO</b>					
<b>NOMBRE</b>					
<b>DOCUMENTO IDENTIDAD</b>					
<b>DIRECCIÓN</b>					
<b>TELEFONO</b>					
<b>ASISTENCIA HUMANITARIA ENTREGADA</b>					
<b>ELEMENTO</b>			<b>CANTIDAD</b>		
<b>Firma:</b>			<b>Vo.Bo:</b>		
<b>Cedula:</b>			<b>Cargo:</b>		

Figura 6. Formato de Entrega de Asistencia Humanitaria. Fuente: JEDEGER

### **Visitas de acompañamiento**

En ocasiones se recibieron solicitudes por parte de las alcaldías u otras secretarías de la Gobernación de Caldas con el fin de realizar el acompañamiento en temas relacionados con la gestión del riesgo de desastres.

En algunos casos se solicitó apoyo para la revisión de documentos como lo son planes municipales de gestión del riesgo (PMGRD), planes de acción de declaratorias de calamidad pública y planes de manejo de emergencias.

Por otra parte, se recibieron solicitudes para realizar jornadas pedagógicas para la gestión del riesgo de desastres y de apropiación social del conocimiento; durante estas jornadas se compartieron conceptos y recomendaciones a la comunidad con el fin de democratizar el conocimiento y generar un territorio más resiliente.



## 7. Desarrollo de la práctica

### 7.1 Visitas de Campo

Durante la ejecución de la práctica se realizaron un total de 12 visitas de campo, en 10 de los 27 municipios del departamento de Caldas, siendo el más visitado el municipio de Victoria (Figura 7). Estas visitas fueron clasificadas en visitas técnicas (6) y no técnicas (6) estas últimas, divididas en visitas para identificación de afectados (1) visitas de entrega de ayudas humanitarias (2) y vistas de acompañamiento (3). (Figura 8 y 10).

Las visitas estuvieron asociadas a un total de cuatro fenómenos principales, donde los vendavales y los movimientos en masa fueron los más comunes con un total de 4 casos asociados para cada uno (Figura 9).

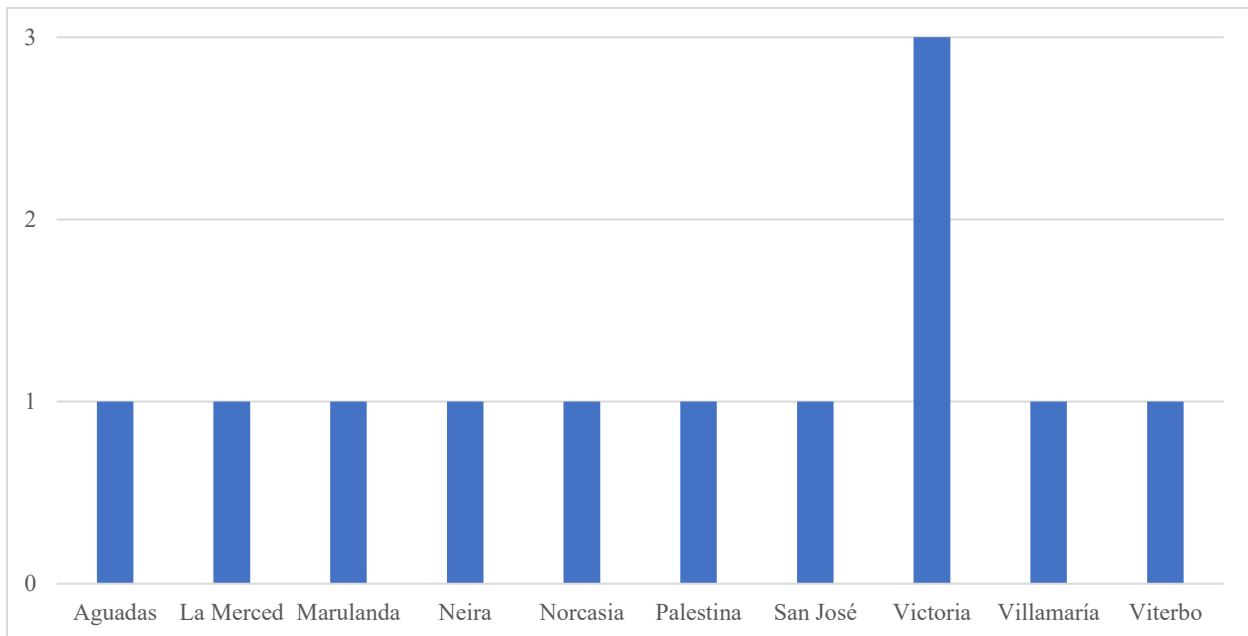


Figura 7. Cantidad de visitas de campo realizadas por municipio. Fuente: propia.

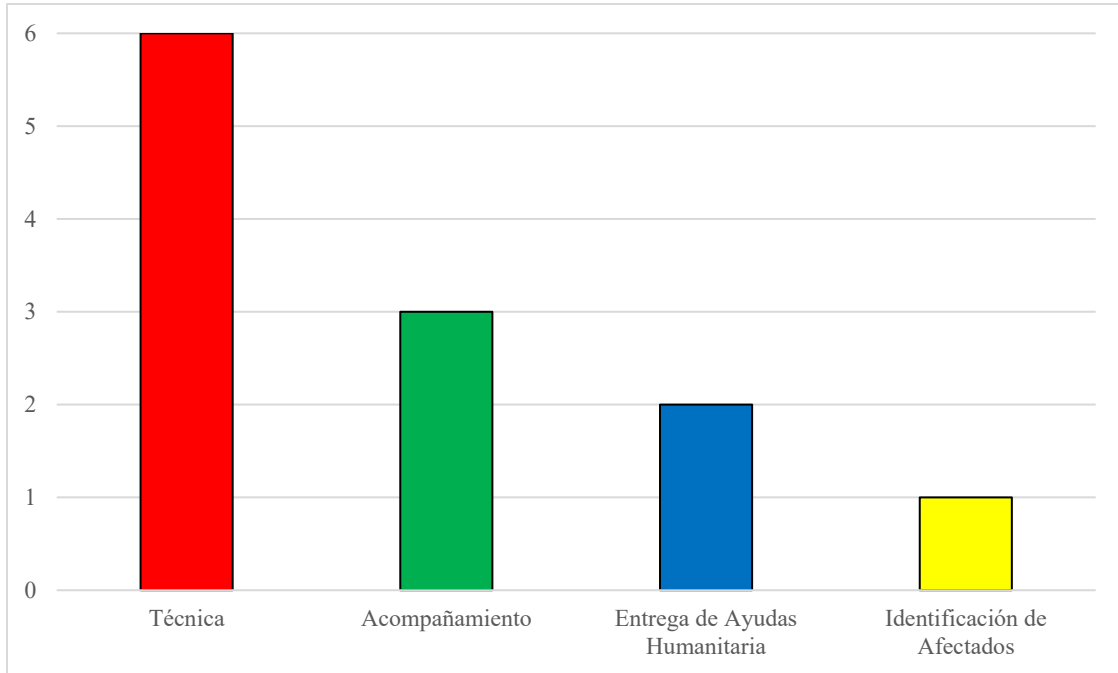


Figura 8. Cantidad de vistas de campo realizadas por tipo de visita. Fuente: propia.

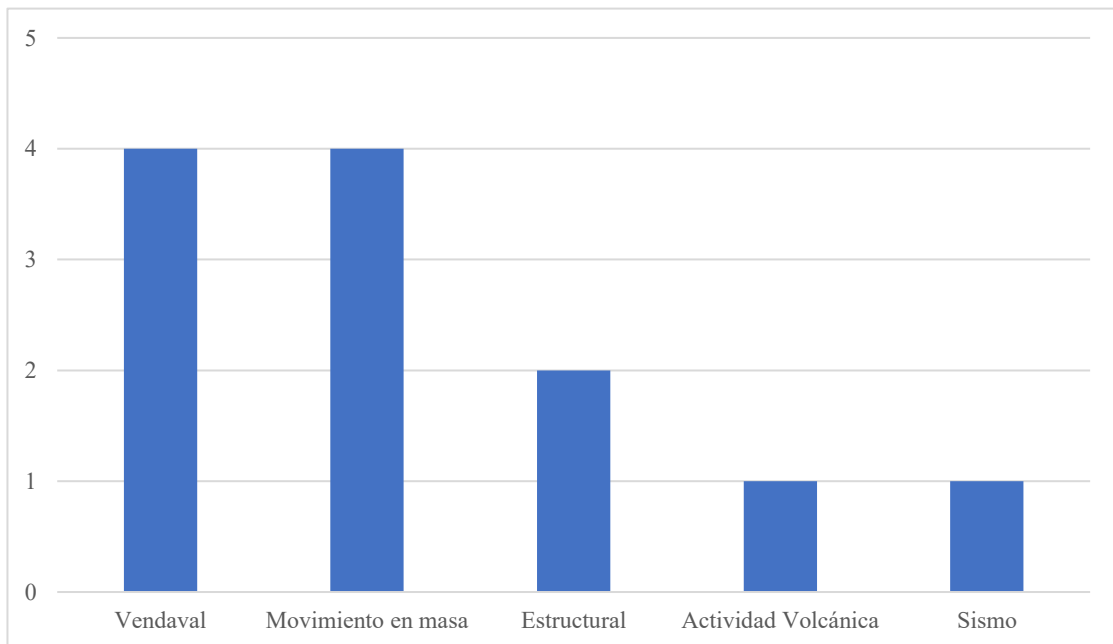


Figura 9. Cantidad de visitas de campo realizadas por fenómeno asociado. Fuente: propia.

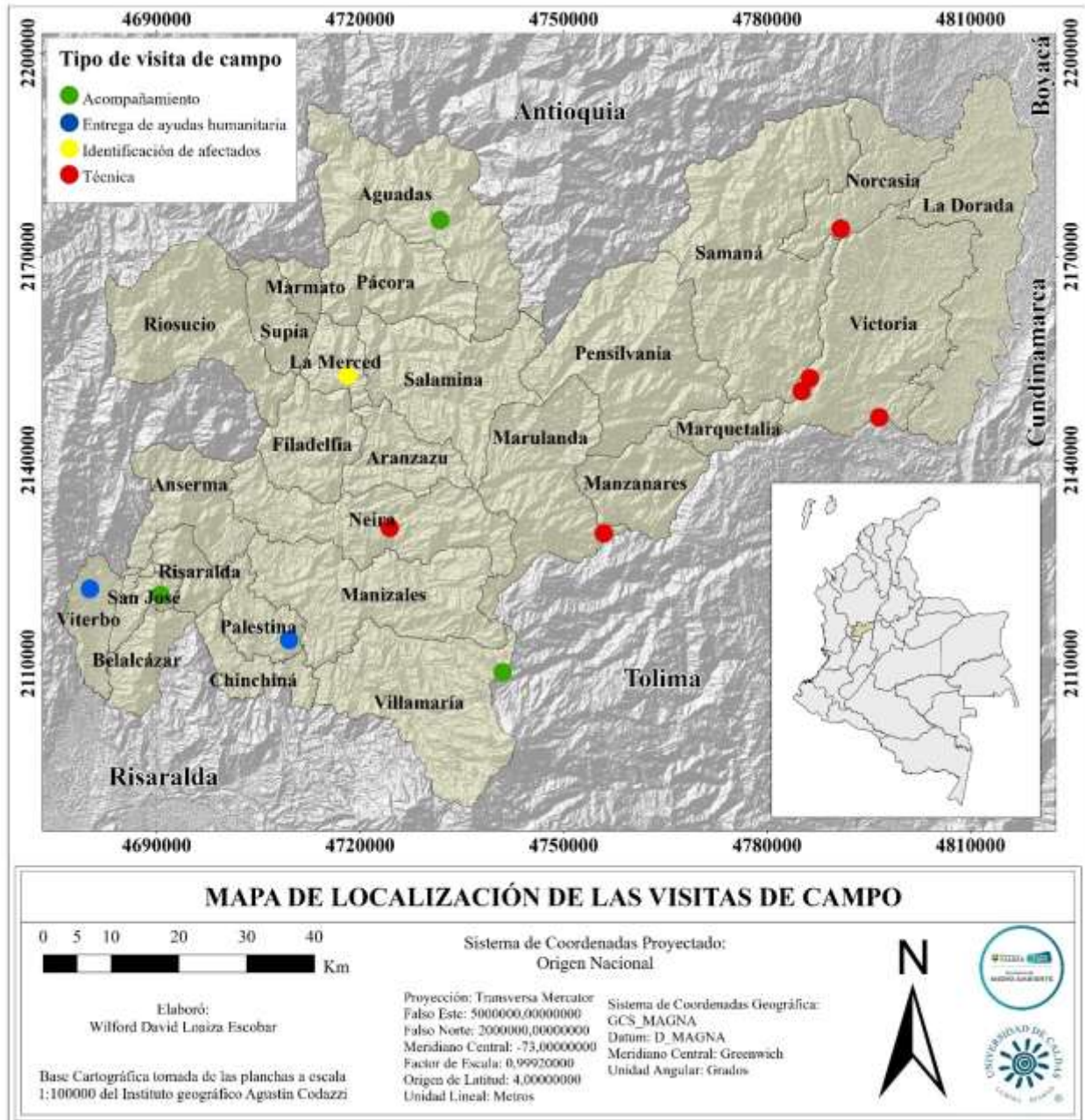


Figura 10. Mapa de localización de visitas de campo realizadas. Fuente: elaboración propia a partir de la base cartográfica tomada de las planchas a escala 1:100000 del IGAC

### **7.1.1 Visitas Técnicas**

#### **7.1.1.1 Visita técnica numero 1**

**Localización:** Vereda El Llano, Victoria, Caldas

**Coordenadas:** 4796447,173 E 2146316,749 N (Magna Origen Nacional).

#### **Descripción de la problemática:**

La señora Zully Contreras Yali, propietaria del predio solicitó la visita técnica debido a la presencia de hundimientos y agrietamientos en su vivienda, la cual se encuentra ubicada en la vereda El Llano del municipio de Victoria.

#### **Observaciones en campo:**

En la parte trasera de la vivienda se observaron vestigios de una cochera y un baño los cuales presentan agrietamiento y hundimientos; en esta zona es evidente además que el agua de lluvia cae directamente sobre el terreno (figura 11). También, se observó agrietamiento en una de las habitaciones que además muestra un inadecuado método constructivo, según el concepto emitido por la ingeniera civil que acompañó la visita (figura 12).

Este patio trasero está limitado por una ladera de baja pendiente que presenta evidencias de inestabilidad como cobertura vegetal inclinada y agrietamientos; además, al lado de la habitación que presenta agrietamientos, se observó un muro en gaviones que por su avanzado estado de deterioro no cumple la función para la cual fue construido.

El predio está construido, según el mapa geológico del departamento de Caldas (figura 49), sobre depósitos Glaciofluviales y piroclásticos (Qto), los cuales en la zona generan perfiles de meteorización dando como resultado en general suelos residuales finos y plásticos, así como arenosos finos, además de un horizonte orgánico cubiertos por vegetación arbustal con presencia de árboles y maleza. Según el mapa de amenaza por movimientos en masa en escala 1:100000

del SGC, el predio se encuentra en zona de amenaza alta. Además, el propietario indica que las grietas empeoraron con la ocurrencia de los sismos presentados en días anteriores.



Figura 11. Patio del predio de la visita técnica 1; se evidencia el mal manejo de aguas lluvia (recuadro azul), vegetación inclinada y ladera de pendiente media. Fuente: propia.



Figura 12. Habitación en el predio de la visita técnica 1, se evidencia una grieta mostrando la dirección del asentamiento. Fuente: propia.

## Conclusiones

La manera en que se presentan los agrietamientos y hundimientos sugieren que el terreno ha cedido y el asentamiento, sumado a la mala calidad constructiva de la vivienda, la presencia de una ladera con síntomas de inestabilidad y la ocurrencia de sismos, han ocasionado que la estructura se vea comprometida.

El hecho de no tener un adecuado manejo de lluvias ha ocasionado que el terreno se sature en agua durante episodios de alta pluviosidad, de manera que lo hace más susceptible a la deformación ocasionando que el terreno siga su movimiento de manera lenta y progresiva.

## **Recomendaciones**

Realizar un adecuado manejo de las aguas lluvias, principalmente a aquellas que vierten en la parte trasera de la vivienda donde se presenta la problemática y reservar la vegetación que se tiene en la ladera de la parte trasera de la vivienda para evitar la erosión de este.

Realizar las reparaciones locativas que sean necesarias para evitar el colapso de la estructura por problemas estructurales y evacuar preventivamente la habitación que presenta mayor afectación.

Realizar un monitoreo constante de los agrietamientos, movimientos y hundimientos presentados en el predio y la ladera; en caso de identificarse crecimiento de estos se deberá dar aviso inmediatamente para que los organismos de respuesta evalúen la situación.

### **7.1.1.2 Visita técnica numero 2**

**Localización:** Vereda Fierritos, Victoria, Caldas

**Coordenadas:** 4786266,810 E 2152066,830 N (Magna Origen Nacional).

#### **Descripción de la problemática**

Los señores Azael Ramírez Ramírez y Ana Elvia Nieto Nieto solicitaron una visita técnica a su predio ubicado en la vereda Fierritos del municipio de Victoria debido a la presencia de agrietamientos y posible colapso estructural en el baño de su vivienda.

#### **Observaciones en campo**

El baño en mención presenta agrietamiento en su piso y paredes con desprendimiento de material en algunas de ellas, ocasionados, según el propietario, por los últimos sismos ocurridos en la región. La estructura carece de igual forma de columnas, vigas de amarre y cimentación que agudizan la problemática (figura 13).



Se pudo observar, además, un agrietamiento en el piso del baño, ocasionado por el socavamiento del terreno, asociado a la mala conducción de las aguas de esorrentía (figura 14).

El predio está construido, según el mapa de unidades geológicas del departamento de Caldas, sobre el grupo honda (Tsh) (figura 49), localmente presenta lutitas rojas con intercalación de areniscas. Lo que en general produce suelos residuales finos y plásticos, así como arenosos, además de un horizonte orgánico cubierto con poca vegetación, lo que favorece la erosión.



*Figura 13. Baño de la vivienda de la visita técnica 2 donde se evidencia grietas y fracturas. Fuente: propia*



*Figura 14. Base del baño del predio de la visita 2 donde se evidencia socavamiento por mal manejo de aguas lluvias. Fuente: propia*

## **Conclusiones**

El agrietamiento y fracturamiento de la estructura del baño obedece a los malos métodos constructivos de este, así como a la falta de soporte debido a la erosión del terreno que es producida por el mal manejo de las aguas. El agente detonante, en este caso, fueron los sismos presentados durante el mes de septiembre que afectaron a esta zona. Cabe resaltar que el predio

se encuentra próximo a la Falla Mulato, de manera que podría ser afectado en el futuro por la dinámica de esta.

### **Recomendaciones**

Demoler de manera inmediata el baño y realizar su reconstrucción con las medidas mínimas y necesarias de construcción, como lo son una viga de cimentación y vigas y columnas de amarre, para evitar futuros daños y fallos.

Realizar un adecuado manejo de las aguas para evitar la erosión en este terreno y prevenir de esta manera futuros daños a la infraestructura que se encuentra construida en el predio.

Se hace necesario el acompañamiento de la alcaldía realizando una visita técnica a fin que evalúen las posibles acciones a seguir de acuerdo con su competencia dentro del sistema Nacional de Gestión del Riesgo.

#### **7.1.1.3 Visita técnica numero 3**

**Localización:** Vereda Fierritos, Victoria, Caldas

**Coordenadas:** 4785163,123 E 2150250,388 N (Magna Origen Nacional).

#### **Descripción de la problemática**

La señora María Orfilia Arias solicitó una visita técnica a su predio ubicado en la vereda Fierritos del municipio de Victoria debido a la presencia de múltiples agrietamientos asociados a un movimiento en masa que se encuentra en la parte trasera de su vivienda.

#### **Observaciones en campo**

En el lugar se observa una cicatriz de un deslizamiento de tipo rotacional con una corona de aproximadamente 12 metros y una longitud total de aproximadamente 40 metros (figura 15);



este deslizamiento viene presentando un comportamiento remontante, ocasionado por la falta de intervenciones correctivas y en especial por el mal manejo de las aguas de lluvia.

Sobre toda la corona del deslizamiento se encuentra un plástico, ubicado por la propietaria del predio con el fin de proteger la cicatriz y prevenir que siga ocurriendo el proceso erosivo, sin embargo, el plástico fue ubicado de manera errónea y se encontró vertiendo las aguas directamente sobre la corona del deslizamiento lo que aumenta la erosión (figura 16).

En el predio se pudieron observar agrietamientos paralelos a la cicatriz del deslizamiento, hundimientos puntuales y asentamientos diferenciales, ocasionados directamente por el desplazamiento del terreno.

El predio está construido, según el mapa geológico del departamento de Caldas (figura 49), sobre el Grupo Honda (Tsh), localmente presenta lutitas rojas con intercalación de areniscas. Lo que en general produce suelos residuales finos y plásticos, así como arenosos, además de un horizonte orgánico cubierto con vegetación de poca profundidad, lo que favorece la erosión. Además, se encuentra próximo a la Falla Mulato, de manera que podría estar siendo afectado por la dinámica de esta. Según el mapa de amenaza por movimientos en masa en escala 1:100000 del SGC, el predio se encuentra en zona de amenaza muy alta.



Figura 15. Fotografía tomada a la corona del deslizamiento (línea roja) de 12 metros que afecta a la vivienda de la visita técnica 3. Fuente: propia.



Figura 16. Patio del predio de la visita 3 donde se evidencia el plástico que vierte el agua de lluvia sobre la corona del deslizamiento. Fuente: propia.

## Conclusiones

El predio se encuentra en un escenario de riesgo muy alto por movimientos en masa debido a que se encuentra construido aledaño a la corona de un deslizamiento que, en consecuencia, a la falta de medidas correctivas y al mal manejo de las aguas lluvias, presenta un comportamiento remontante y continúa erosionando el terreno. Las grietas presentes al interior del predio están paralelas a esta corona lo que sugiere que se encuentran asociadas al movimiento en masa.

## Recomendaciones

Evacuar preventivamente el predio mientras se realiza un estudio geotécnico detallado que permita establecer las condiciones de la zona y así poder plantear medidas para la mitigación del riesgo que deberán incluir el manejo de las aguas lluvias.

Instalar correctamente un plástico que impermeabilice la superficie de falla (en especial la corona) a fin de evitar la erosión por aguas lluvias y de escorrentía, así como implementar

procesos de reforestación y restauración de la capa vegetal tanto en la superficie de falla como en las zonas aledañas a fin de disminuir las reactivaciones remontantes y los crecimientos laterales del proceso erosivo.

Realizar un monitoreo constante de la ladera, los agrietamientos y hundimientos, las inclinaciones de árboles o cualquier otro rasgo que indique reactivaciones del movimiento en masa, ante cualquier anomalía se deberá generar un reporte a la administración municipal y al Cuerpo Oficial de Bomberos.

#### **7.1.1.4 Visita técnica numero 4**

**Localización:** Carrera 6 Entre calles 10 y 11, Barrio Centro, Norcasia, Caldas.

**Coordenadas:** 4790870,472 E 2174118,275 N (Magna Origen Nacional).

#### **Descripción de la problemática**

Se realizó una visita técnica al municipio de Norcasia con el propósito de atender citación emitida por la Alcaldía Municipal, con el fin de verificar estado real de la vivienda perteneciente a la señora Mary Cruz Vargas que presenta múltiples agrietamientos.

#### **Observaciones en campo:**

La vivienda está construida en mampostería simple, no presenta confinamiento con vigas o columnas de amarre, a parte de los múltiples muros afectados con grietas, se visualiza también una losa fracturada en la parte posterior de la vivienda.

Al lado de la vivienda se encuentra una casa de 3 niveles construida recientemente, al igual que un poste de energía; esto probablemente está generando una sobrecarga que estaría afectando de manera directa a la vivienda puesto que se encuentra completamente adosada. Este adosamiento del muro vecino puede seguir afectando a la vivienda, debido a que son dos

estructuras diferentes que mecánicamente se comportan de manera diferente y es probable que la construcción nueva apenas este en su periodo de consolidación primaria o secundaria (figura 17).

Otro factor que influye en el estado actual de la vivienda es la edad de la misma, la cual a simple vista se puede observar tiene un tiempo de construida bastante considerable. La dueña del predio manifiesta que la vivienda tiene aproximadamente 45 años la parte frontal y la parte posterior más o menos 25 años, esta parte es la más afectada, sobre todo la zona que se encuentra más cercana a la construcción de 3 niveles antes mencionada (figura 18).

Desde el punto de vista geológico, la zona está construida sobre depósitos piroclásticos y glacifluviales (Qto) (figura 49); en el sitio no se observaron agrietamientos del terreno, reptaciones o algún rasgo que indique la presencia de fenómenos de remoción en masa o procesos erosivos activos que puedan estar generando afectaciones al predio; sin embargo, la ocurrencia de sismos si puede provocar que los agrietamientos empeoren.



Figura 17. Fotografía tomada a la fachada de la vivienda de la visita técnica. A la izquierda nueva construcción y nuevo poste de luz; a la derecha vivienda afectada. Fuente: propia.



Figura 18. Fotografía tomada a la fachada trasera de la vivienda donde se evidencian los agrietamientos en la zona más cercana a la nueva construcción. Fuente: propia.

## **Conclusiones**

La vivienda se encuentra afectada por múltiples factores, siendo el más importante el asentamiento del terreno provocado aparentemente por la construcción reciente de la casa de 3 pisos que se encuentran contigua y compartiendo el mismo muro; así como el poste de alumbrado público que se ubica a menos de un metro de la vivienda.

La época de construcción de la vivienda (aproximadamente 45 años de antigüedad) y el inadecuado método constructivo son factores que contribuyen al deterioro de esta construcción; de igual manera la ocurrencia de sismos puede afectar y aumentar el agrietamiento de esta.

## **Recomendaciones**

Evacuar preventivamente el predio mientras se realizan actividades de estudio estructural con el fin de determinar las posibles causas y las medidas de intervención de la misma.

Realizar visitas de seguimiento y monitoreo en esta vivienda, para inspeccionar cómo se sigue comportando la estructura y cómo evolucionan los agrietamientos debido a diferentes factores, como sismos y demás ya nombrados en el presente informe.

En el caso de presentarse un incremento en la afectación de la vivienda (nuevos agrietamientos o aumento de los ya existentes, colapso de muros), registrar evidencias y reportar inmediatamente a las entidades pertinentes.

### **7.1.1.5 Visita técnica numero 5**

**Localización:** Vereda Llanos, municipio de Neira.

**Coordenadas:** 4724601,990 E 2130104,610 N (Magna Origen Nacional).

## Descripción de la problemática

Se realizó una visita técnica a la zona rural del municipio de Neira atendiendo la citación emitida por la Alcaldía Municipal, con el fin de identificar el origen de la sismicidad ocurrida en días anteriores y que según el Servicio Geológico Colombiano correspondería a sismicidad superficial de origen antrópico. La visita fue acompañada por una comisión de la Coordinación de Gestión del Riesgo Municipal y por una comisión del cuerpo de bomberos.

Inicialmente, se verificaron las coordenadas de los epicentros de los sismos reportados en el visor de sismos y en los boletines del Servicio Geológico Colombiano (SGC); se descargó la imagen en formato KML y se sobrepuso a la imagen en Google Earth, con el fin de definir los lugares a recorrer durante la visita técnica (figura 19).

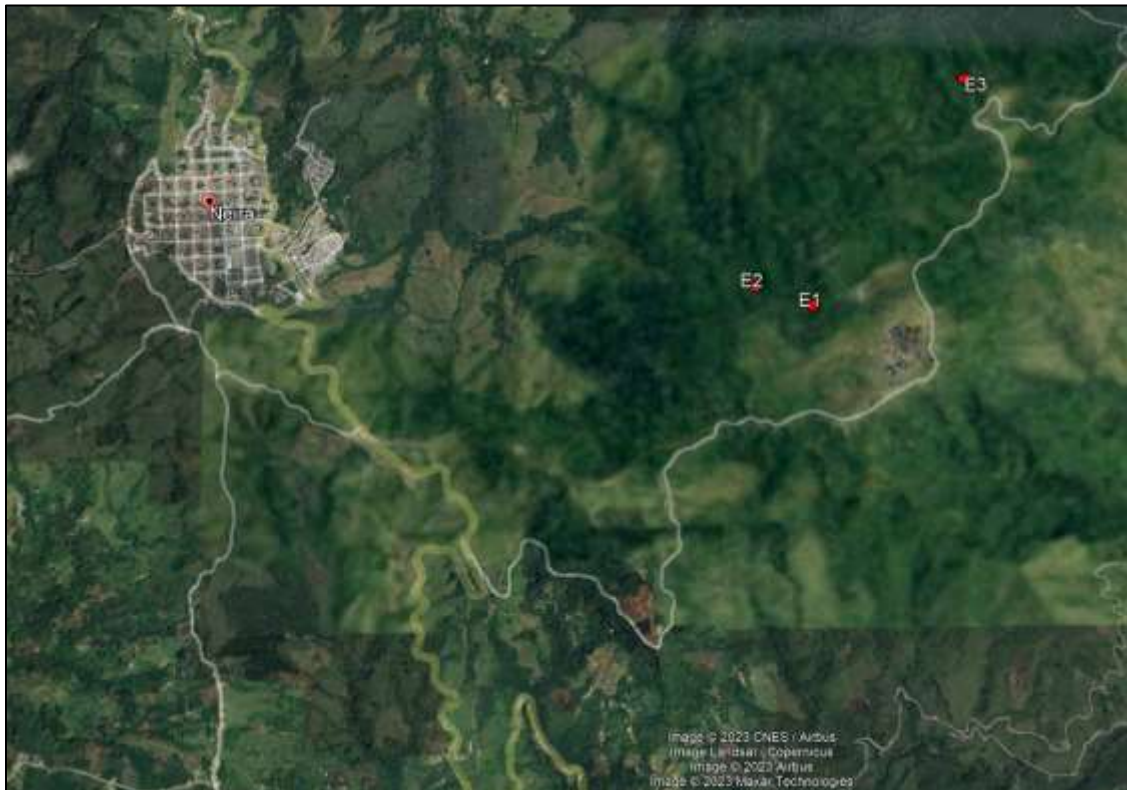


Figura 19. Localización de los sismos estudiados en la visita técnica 5: E1, sismo del 8 de noviembre 15:38 hora local,  $M$  2,1. E2, sismo del 8 de noviembre 23:59 hora local, magnitud 1.8. E3, sismo del 9 de noviembre 6:51 hora local, magnitud 1.8. Fuente: Catalogo Sismicidad del SGC.



### Observaciones en campo:

Durante la visita de inspección se analizaron en total 5 sitios cercanos a los epicentros reportados por el SGC e identificados en la figura 19 como P1 y P2 que corresponden a los primeros dos; P3 que corresponde a la actividad minera más cercana a la zona y los otros dos (C1 y C2) donde se habló con la comunidad aledaña a los epicentros (figura 20).

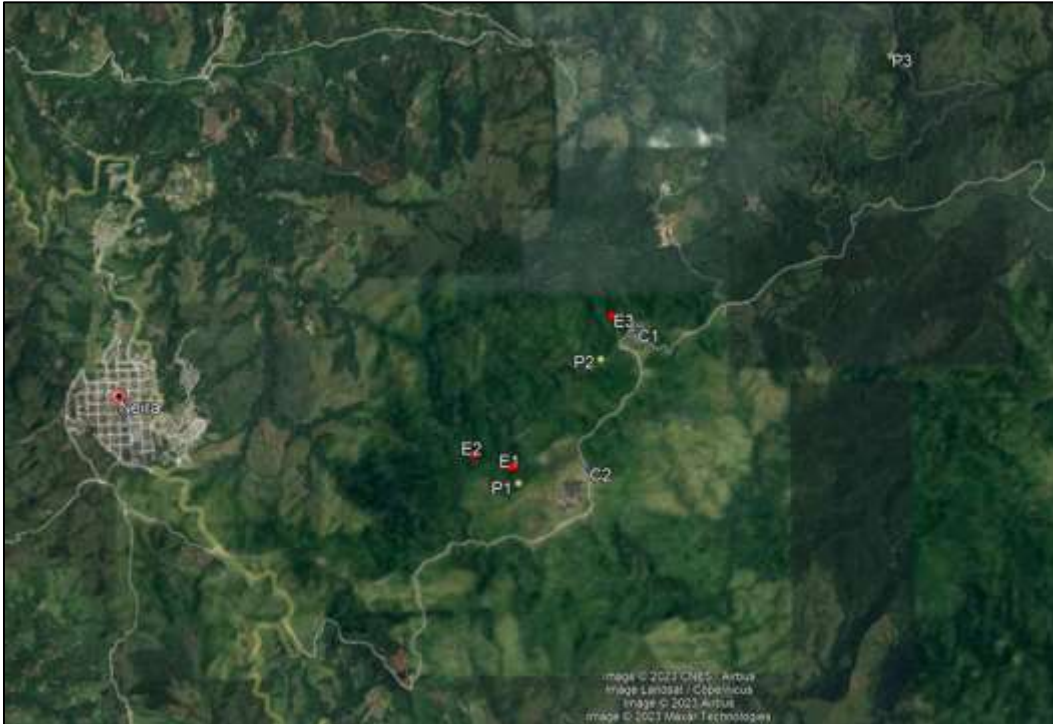


Figura 20. Localizaciones de los puntos visitados durante la visita técnica 5. En rojo E1, E2 y E3, epicentros de los sismos. En amarillo P1, P2 y P3, puntos visitados durante la visita. En azul C1 y C2, puntos en los que se realizó percepción social. Fuente: Epicentros del Catálogo de Sismicidad del SGC; Otros puntos: propia.

En el sitio denominado P1, se encontró un humedal continuo a la antigua fábrica de Cementos Caldas. En la zona, no se evidencia ningún signo de actividades mineras (detonaciones) que puedan generar la sismicidad reportada, ni se evidencian anomalías en el medio ambiente que pudieran haber sido generadas por dicha actividad (figura 22).

El Punto P2 corresponde al área más cercana al epicentro E3 y está en una zona boscosa en predios de la reforestadora El Guasimo S.A.S. En este lugar no se encontraron evidencias en

el medio ambiente que pudieran ser consecuencia de actividad minera y desde la alcaldía se informa que ninguno de los guardabosques de la reforestadora ha denunciado actividades sospechosas en la zona (figura 21).



Figura 22. Fotografía de la zona del humedal que corresponde al punto P1 visitado en la visita técnica 5. Fuente: propia.



Figura 21. Fotografía tomada a la Zona boscosa de la reforestadora El Guásimo que corresponde al punto P2 de la visita técnica 5. Fuente: propia.

También, se visitó el punto P3 (Mina La Concha), que corresponde con la actividad minera más cercana al lugar de los epicentros reportados, pero, esta se encuentra a 3 Km en línea recta del epicentro más cercano E3. El día de la visita no se logró acceder al predio, sin embargo, vecinos del sector no reportan actividad anómala (figura 23).



Figura 23. Fotografía tomada en la entrada de la Mina La Concha que corresponde con el punto P3 de la visita técnica 5. Fuente: propia.



Adicionalmente, se estableció comunicación con algunos de los habitantes cercanos a la zona de los epicentros, para conocer su percepción ante los sismos presentados en los puntos C1 Y C2 (figura 24 y 25). En general, la comunidad del sector indica la percepción de un movimiento sísmico brusco y no reportan actividades atípicas en la zona.



Figura 24. Fotografía tomada en el punto C1 de la visita técnica 5. Acercamiento a la comunidad. Fuente: propia.

Figura 25. Fotografía tomada en el punto C2 de la visita técnica 5. Acercamiento a la comunidad. Fuente: propia.

Finalizada la visita se realizó una etapa de revisión de la información sísmica actualizada de los eventos. Inicialmente, se realizó una consulta sobre la información de los sismos presentados los días 8 y 9 de noviembre del 2023 en el municipio de Neira en el Catálogo sísmico “1 marzo de 2018 a la fecha” del SGC. En esta consulta, se verificó la magnitud y la profundidad para cada sismo presentado (Tabla 1).

Copy	CSV	Excel	Print	Fecha-Hora (UTC)	Lat (°)	Long (°)	Prof (Km)	Mag	Tipo Mag	Fases	Rini (Seg)	Gap (°)	Error Lat (Km)	Error Long (Km)	Error Prof (Km)	Región
				2023-11-08 20:38:14	5.162	-75.495	7.95	2.1	MLr_2	37	0.9	115	1.192	1.332	2.84	Neira - Caldas, Colombia
				2023-11-09 04:39:50	5.163	-75.498	7.22	1.8	MLr_2	35	0.6	110	0.906	1.017	1.94	Neira - Caldas, Colombia
				2023-11-09 11:51:46	5.172	-75.489	8.18	1.8	MLr_2	31	0.7	92	1.064	1.269	2.44	Neira - Caldas, Colombia

Tabla 1. Tabla que relaciona los 3 sismos sujetos de estudio en la visita técnica 5 con sus respectiva localización y magnitud. Fuente: Catalogo de Sismos del SGC.

De igual manera, para el sismo de magnitud 2.1 registrado a las 15:38 hora local (20:38 UTC) se revisaron cuatro sismogramas asociados a la componente vertical de las estaciones Recio 3, Laguna Verde, Lisa y Moral (A, B, C Y D respectivamente) que pertenecen a la red de monitoreo volcánico del SGC (figura 26).

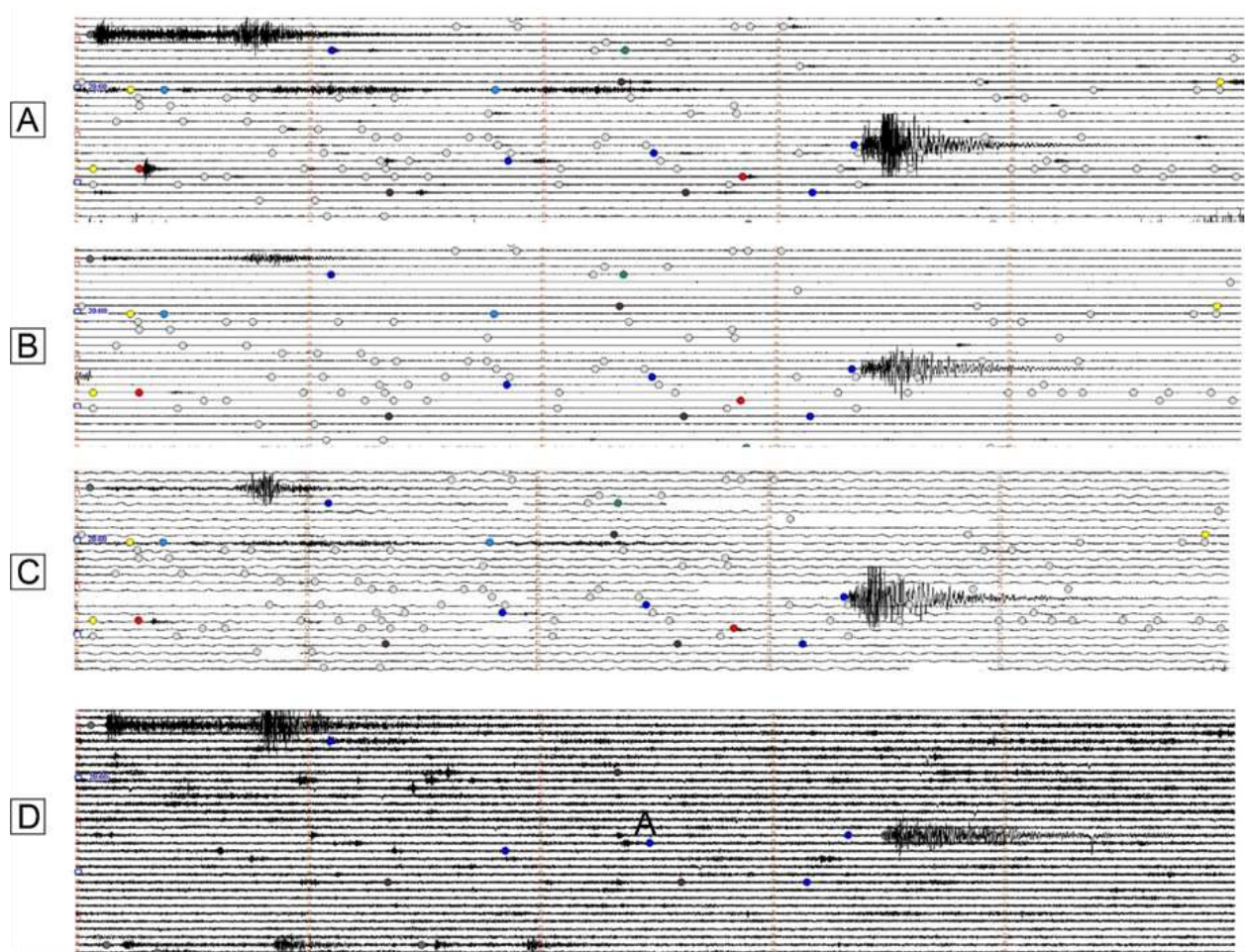


Figura 26. Sismogramas de las estaciones sismológicas Recio 3 (A), Laguna Verde (B), Lisa (C) y Moral (D) que muestran a la derecha el sismo de magnitud 2.1 registrado a las 20:38 UTC. Fuente: Servicio geológico colombiano.

Finalmente, se localizaron los epicentros de los sismos registrados sobre la base geológica de la Plancha 206 Manizales en escala 1:100000 del SGC. En esta se evidencia que la zona se encuentra influenciada por el Sistema de Fallas Romeral; se destaca la presencia de la Falla Silvia-Pijao, la Falla Neira, la Falla Aranzazu y la Falla San Jerónimo (figura 27).

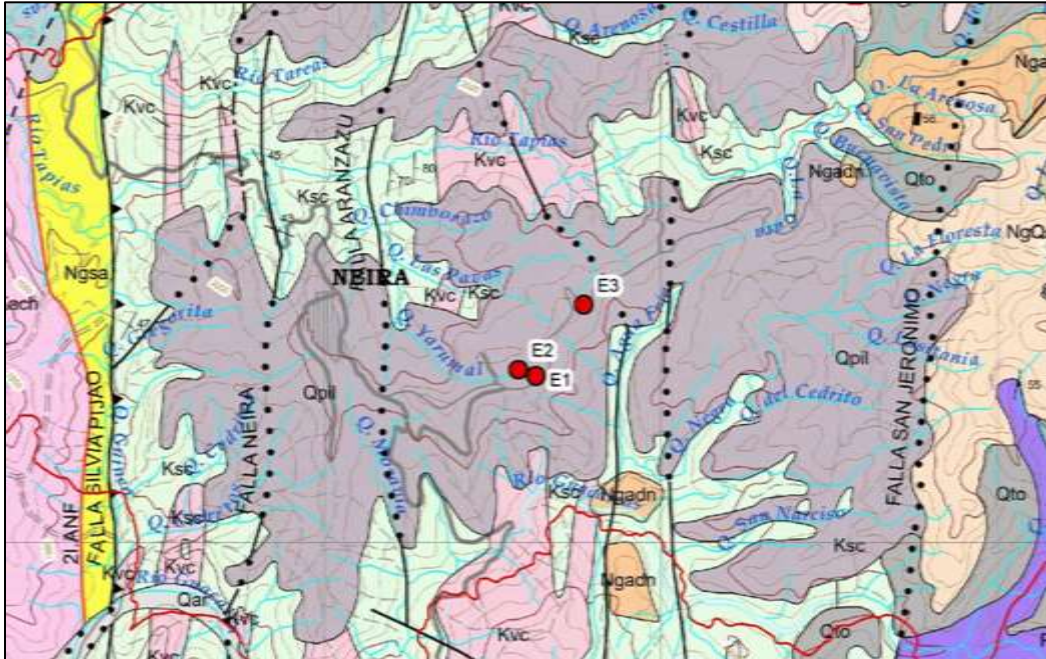


Figura 27. Localización de los sismos estudiados durante la visita técnica 5 sobre la base geológica de la plancha 206 en escala 1:100000 donde se muestra la gran influencia tectónica en la zona. Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

## Conclusiones

El reporte inicial de un sismo de magnitud 2.1 y posteriormente el registro de movimientos sísmicos de magnitud menor 1.8, las profundidades registradas (7.95 Km, 7.22 km y 8.18 km), la presencia de fases típicas (Onda P y S) en las trazas de la onda sísmica para el sismo de magnitud 2.1, la ubicación de los epicentros de los sismos en una zona de influencia del Sistema de Fallas Romeral y lineamientos asociados a este, sumado a la no evidencia en campo de actividades minera que puedan dar lugar a sismos, la falta de evidencia en la vegetación de afectación por ondas de choque asociadas a explosiones y la no evidencia de cambios en la topografía de la zona que puedan estar asociados a subsidencias o desplomes, permite sugerir que los eventos sísmicos presentados los días 8 y 9 de noviembre de 2023 fueron generados de manera natural y podrían estar asociados a zonas de falla (sismos tectónicos).



**Recomendaciones:**

Solicitar el acompañamiento del Servicio Geológico Colombiano, ya que es la entidad responsable de la evaluación y monitoreo de la actividad sísmica en el territorio colombiano.

Realizar un barrido de la zona haciendo uso de herramientas tecnológicas como drones, con el fin de descartar por completo las posibles causas de la sismicidad estén asociadas a acciones antrópicas.

Realizar un monitoreo constante a la actividad sísmica de esta zona con el fin de identificar precisamente la fuente de esta sismicidad.

Realizar una reunión con los entes involucrados (SGC, Alcaldía municipal, Jefatura Departamental de Gestión de Riesgo) con el fin de consolidar los conceptos técnicos y emitir un comunicado oficial a la comunidad.

**7.1.1.3 Visita técnica numero 6**

**Localización:** Montebonito, Marulanda, Caldas

**Coordenadas:** 4755973,835 E 2129195,118 N (Magna Origen Nacional).

**Descripción de la problemática**

El día 2 de diciembre se llevó a cabo una visita técnica en el municipio de Marulanda, con el fin de revisar un deslizamiento que afecta la zona deportiva del sector La Cancha, en el corregimiento de Montebonito. Esta visita se realizó atendiendo a una solicitud de la Secretaría de Planeación e Infraestructura del municipio de Marulanda.

**Observaciones en campo**

En el sector se evidencian dos coronas que corresponden a deslizamientos de tipo rotacional, una de ellas en estado activo. La ladera presenta como características morfológicas

generales aproximadamente 20 metros de longitud horizontal, alrededor de 6 metros de diferencia de altura con la cancha; la mayor de las coronas tiene una longitud de 4 metros aproximadamente y la otra alrededor de 1,5 metros (figura 28).



*Figura 28. Fotografía de la ladera estudiada en la visita técnica 6; se evidencian las dos coronas presentes (líneas azules). A la izquierda corona activa (4 metros), a la derecha inactiva (1,5 metros). Fuente: propia*

La masa desplazada involucra suelo residual producto de material volcanoclástico y suelo orgánico con poca cobertura vegetal. El material parental corresponde con la unidad Qto del Mapa Geológico del Departamento de Caldas (figura 49). Se observan actividades de ganadería y agricultura en la parte alta de la ladera que además presenta pendientes muy abruptas y geometría compleja (cóncavo-convexa) (figuras 29 y 30).

También fue posible apreciar, aledañas a la zona de la ladera que presenta los procesos erosivos, obras de estabilidad de taludes que corresponden con muros de gravedad; sin embargo, el sistema de manejo de aguas superficiales y subsuperficiales de las obras, se encuentran deterioradas debido a la obstrucción de drenes y zanjas de conducción (figuras 31 y 32).



Figura 29. Fotografía en la que se evidencia el perfil de suelo observado en el escarpe principal formado por uno de los movimientos en masa. Fuente: propia.



Figura 30. Fotografía tomada al escarpe principal y material involucrado en los deslizamientos. Fuente: propia.



Figura 31. Fotografía del dren perteneciente al manejo de aguas subsuperficiales de la obra de mitigación aledaña obstruido por una botella de plástico. Fuente: propia.



Figura 32. Fotografía tomada a la zanja de corona perteneciente a las obras de manejo de aguas superficiales, obstruida por material vegetal. Fuente: propia.

## **Conclusiones**

El principal agente detonante de los deslizamientos corresponde con las fuertes precipitaciones que, combinadas con los posibles agentes contribuyentes como un suelo residual, no consolidado, producto de material volcanoclastico; actividad de ganadería y agricultura en la parte alta de la corona del talud; ladera con pendientes complejas y muy abruptas con poca cobertura vegetal y el mal manejo de las aguas, generan que la zona deportiva se encuentra en un escenario de riesgo muy alto por movimientos en masa.

## **Recomendaciones**

Realizar una delimitación de toda la zona afectada haciendo uso de cintas amarillas que restrinjan la circulación de peatones con el fin de salvaguardar la integridad física y la vida de los usuarios.

Realizar un monitoreo permanente del movimiento en masa, para supervisar el posible avance del proceso y orientar las acciones de conocimiento, reducción y manejo del riesgo necesarias.

Realizar terraceo y/o perfilamiento de la ladera, así como implementar soluciones basadas en la naturaleza como la recuperación de la cobertura vegetal del talud con vegetación nativa con el fin de disminuir la susceptibilidad de esta a seguir presentando movimientos en masa.



## **7.1.2 Visitas no técnicas**

### **7.1.2.1 Visitas de identificación de afectados**

#### **7.1.2.1.1 Visita número 1**

**Localización:** Municipio de la Merced, Caldas (zona rural y urbana).

#### **Descripción**

El 23 de septiembre del 2023 se realizó visita al municipio de La Merced, con el fin de hacer la identificación de afectados por una fuerte tormenta y vendaval presentado en días anteriores; el censo de afectados se realizó tanto en la zona urbana como en la rural y en compañía de los organismos de socorro del municipio (figura 33). Se censaron en total 21 familias y se diligencio el formato correspondiente.

#### **Observaciones en Campo**

Los efectos causados por la tormenta y el vendaval asociado son evidentes en muchas de las viviendas de la zona rural. Los principales daños corresponden al destechamiento de las viviendas.

Las más afectadas se ubican en zonas de ladera con poca vegetación y en las cimas de las divisorias de aguas, donde se encuentran más expuestas a los fuertes vientos (figura 34). La mayoría de las viviendas presentan un método constructivo deficiente, haciendo uso de guaduas y amarras para fijar el techo que en general está constituido por hojas de Zinc (figura 35).

Además de algunas viviendas, en la zona urbana se vieron afectados algunos locales comerciales, la biblioteca municipal e instituciones educativas.





*Figura 33. Fotografía tomada en una de las viviendas censadas en la visita 1 en zona rural de La Merced. Fuente: propia.*



*Figura 34. Fotografía tomada durante la visita 1 a viviendas afectadas en ladera descubierta. Fuente: propia.*



*Figura 35. Fotografía tomada a una de las viviendas donde se evidencia el método constructivo común en la zona. Fuente: Propia.*

## 7.1.2.2 Visitas de entrega de ayudas humanitarias

### 7.1.2.2.1 Visita número 1

**Localización:** Municipio de Palestina, Caldas.

#### Descripción

El 16 de septiembre del año 2023, en conjunto con la alcaldía municipal, el cuerpo oficial de bomberos de Palestina y en coordinación con el Centro Logístico Humanitario (CLH), se realizó entrega de ayudas humanitarias a la población de Palestina, Caldas afectada por tormentas y vendavales ocurridos en días anteriores (figura 36).

En total se entregaron 368 hojas de Zinc, 20 Colchonetas y 20 Frazadas. Durante la entrega se diligenciaron todos los documentos requeridos como los formatos de entrega de asistencia humanitaria y se levantaron las actas de entrega de ayudas humanitaria (figura 37).



*Figura 36. Fotografía tomada durante la visita 1 donde se hace entrega de ayudas humanitarias a los afectados del municipio de Palestina. Fuente: propia.*



*Figura 37. Fotografía tomada durante el diligenciamiento de formatos de entrega de asistencia humanitaria. Fuente: propia.*

#### **7.1.2.2.2 Visita número 2**

**Localización:** Comunidad Indígena Baku Rukar, Viterbo, Caldas.

**Coordenadas:** 4680030,622 E 2120865,849 N (Magna Origen Nacional)

#### **Descripción**

El 25 de septiembre de 2023 se realizó visita a la comunidad indígena Baku Rukar de Viterbo, Caldas para verificar los daños generados por un vendaval ocurrido en días anteriores y hacer la entrega de las ayudas humanitarias solicitadas por la comunidad (figura 38).

Durante la visita se diligenciaron todos los documentos requeridos como los formatos de entrega de asistencias humanitarias. En total se entregaron 45 hojas de Zinc, 9 colchonetas y 9 frazadas (figura 39).



*Figura 38. Fotografía tomada durante la entrega de ayudas humanitarias a la comunidad Baku Rukar de Viterbo. Fuente: propia.*



*Figura 39. Fotografía tomada durante el diligenciamiento de formatos de entrega de ayudas humanitarias a la comunidad. Fuente: propia.*

### **Observaciones en Campo**

La zona afectada se encuentra sobre un relieve colinado constituido por una cobertura vegetal baja, principalmente pasto y algunos arbustos que prestan poca o ninguna protección contra los fuertes vientos que se pueden generar por la acción de tormentas.

La mayoría de las viviendas presentan un método constructivo deficiente, haciendo uso de guaduas y amarras para fijar el techo que en general está constituido por hojas de Zinc. De manera que se dan las condiciones de amenaza y vulnerabilidad para consolidar un escenario de riesgo muy alto por vendavales (figuras 40 y 41).





Figura 40. Fotografía tomada a la base de una de las viviendas afectadas construida en guadua. Fuente: propia.



Figura 41. Fotografía de la cobertura de vivienda en guadua y hojas de zinc desprendida por el vendaval. Fuente: propia.

### 7.1.2.3 Visita de acompañamiento.

#### 7.1.2.3.1 Visita número 1

**Localización:** zona rural del municipio de Aguadas, Caldas.

**Coordenadas:** 4731739,299 E 2175312,796 N (Magna Origen Nacional)

#### **Descripción**

El 10 de agosto del 2023 se realizó, en compañía de un contratista de la Gobernación de Caldas y otro de la Alcaldía de Aguadas, una visita a la zona rural del municipio en mención, con el fin de verificar el estado de uno de los predios adquiridos por la Gobernación de Caldas, que se pretende usar para reforestar (figura 42).

#### **Observaciones en Campo**

Durante la visita se encontró que el predio cuenta con abundante vegetación arbórea obedeciendo a las actividades de reforestación realizadas, no presenta fenómenos amenazantes como movimientos en masa u otros procesos erosivos y solo se hace necesario el cambio de la cerca que lo delimita debido a que esta se encontró muy deteriorada.



*Figura 42. Perímetro del predio revisado durante la visita de acompañamiento 1. Fuente: IGAC e Imagen Satelital de Google Earth.*

Además, fue posible revisar la geología de la zona y contrastarla con la geología oficial publicada por el Servicio Geológico Colombiano. Se encontró aflorando esquistos cuarzo-sericíticos del grupo Cajamarca que concuerda con la geología publicada en la plancha 187 en escala 1:100000 del Servicio Geológico Colombiano (figura 43 y 49).

En general la zona presenta una geomorfología con pendientes abruptas y de curvatura compleja (concavo-convexas); presenta una intensa deforestación y los bosques han sido reemplazados por cultivos de aguacate Hass; esto en un futuro podría generar problemáticas relacionadas con el recurso hídrico y procesos erosivos por la falta de cobertura (figura 44).



*Figura 43. Fotografía tomada a los esquistos cuarzo-moscovíticos del Complejo Cajamarca que afloran en la zona de la visita de acompañamiento 1. Fuente: propia.*



*Figura 44. Fotografía tomada durante la visita de acompañamiento donde se observa la geomorfología y uso del suelo en la zona aledaña al predio. Fuente: propia.*

### **7.1.2.3.2 Visita número 2**

**Localización:** Inmediaciones del Parque Natural Nacional de los Nevados (PNNN).

#### **Descripción**

El 25 de agosto del 2023 se realizó una visita en compañía de contratista de la secretaria de medio ambiente de Caldas en inmediaciones del PNNN; con el objetivo de dar recomendaciones a los visitantes del sector respecto al nivel de actividad, alerta y riesgo volcánico asociado al Volcán Nevado del Ruiz (figura 45).



*Figura 45. Fotografía tomada a la comisión de la JEDEGER encargada del acompañamiento a visitantes del PNNN durante la visita 2. Fuente: propia.*

Durante la visita fue posible observar el edificio volcánico (figura 46) y se compartió el conocimiento técnico con los visitantes del sector; se les brindó información acerca de la geomorfología y geología básica del volcán, su comportamiento y fenómenos superficiales y sus amenazas asociadas; así como los planes de emergencia y evacuación elaborados desde la Jefatura de Gestión de Riesgo de Desastres (JEDEGER).

Además, fue posible observar varios perfiles de suelo típicos de ambientes con alta influencia volcánica, con presencia de niveles de ceniza, lapilli, bombas y bloques, así como paleo suelos (figura 47). La composición andesítica de estos materiales con presencia de cuarzo, feldespatos, anfíboles y biotita principalmente, es típica de depósitos de un arco magmático de zona de subducción, como es el caso del vulcanismo presente en esta zona del país de estos materiales





Figura 46. Fotografía tomada al Volcán Nevado del Ruíz, observado durante la visita de acompañamiento 2. Fuente: propia.



Figura 47. Fotografía tomada durante la visita de acompañamiento 2 en la que se aprecia el perfil de suelos típico en la zona. Fuente: propia.

### 7.1.2.3.3 Visita número 3

**Localización:** Alcaldía del municipio de San José, Caldas.

**Coordenadas:** 4690551,882 E 2120143,621 N (Magna Origen Nacional)

#### Descripción

El 25 de septiembre del 2023 se realizó, una visita de acompañamiento a la alcaldía del municipio de San José, Caldas con el fin de revisar el plan de acción de la declaratoria de calamidad pública producida debido a los fuertes vendavales que se presentaron en días anteriores y que afectaron de manera significativa a este municipio (figura 48).

Este plan fue realizado siguiendo la guía metodológica para la elaboración del plan de acción específico con código: g-170-smd-02, versión 01 de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD); y fue elaborado por el Consejo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres (CMGRD) de San José, Caldas.





*Figura 48. Fotografía tomada durante la revisión por parte de la JEDEGER al plan de acción por declaratoria de calamidad pública de la alcaldía de San José, Caldas. Fuente: propia.*

## 6.2 Localización de las visitas de campo dentro del Mapa Geológico del Departamento de Caldas.

Para el mapa geológico del departamento de Caldas en escala 1:100.000 se tomó la información de las planchas geológicas 166,167,168, 186, 187, 188, 205, 207, 224 Y 225, en escala 1:100000, del Servicio Geológico Colombiano, de igual manera se utilizó un DEM 12.5 m de la NASA para obtener el relieve sombreado que constituye el fondo del mapa; sobre este mapa se localizaron las visitas de campo realizadas durante la ejecución de la práctica (figura 49).

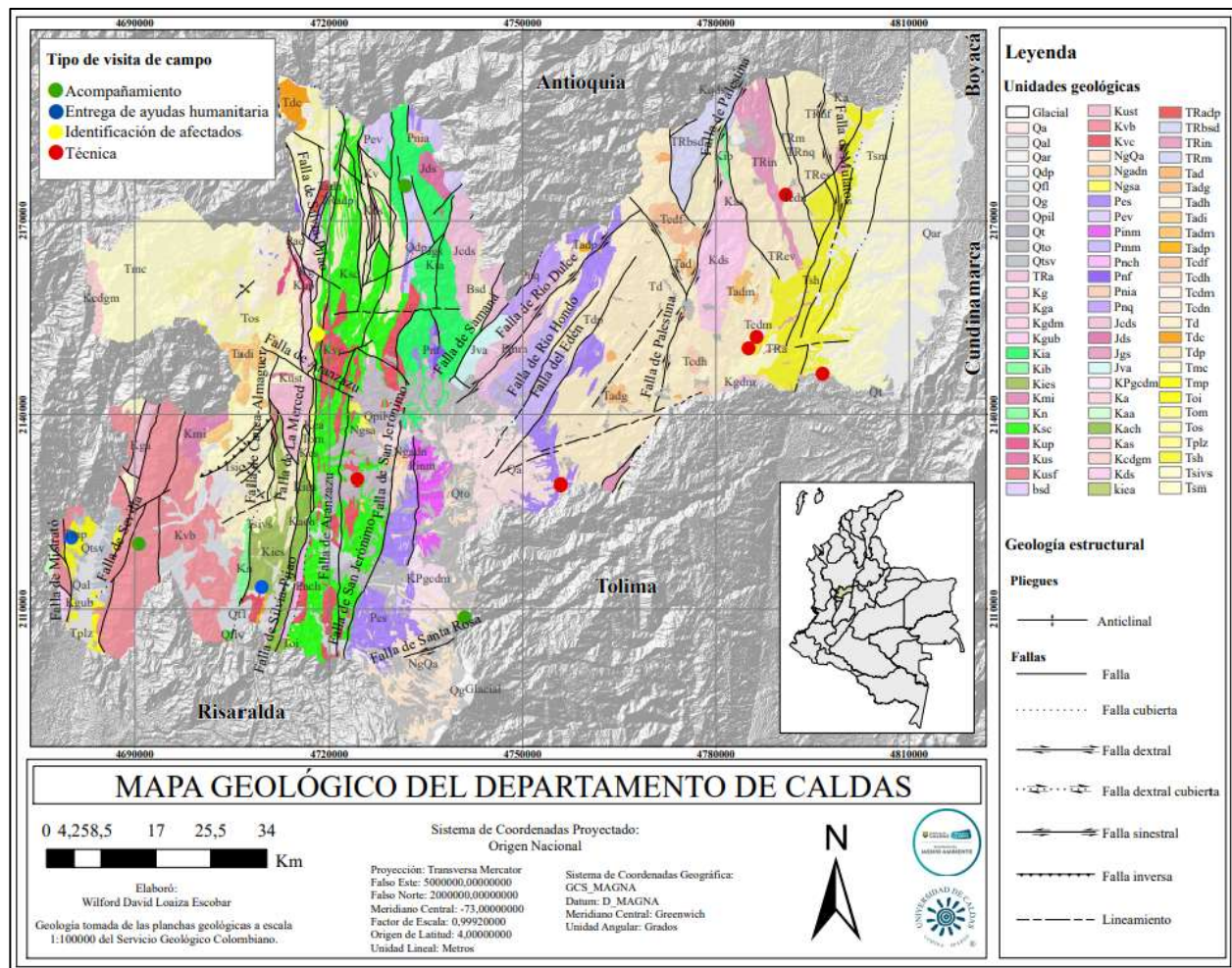


Figura 49. Mapa de la localización de las visitas de campo en el Mapa Geológico del Departamento de Caldas. Fuente: Elaborado a partir de las planchas geológicas en escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano y complementado con DEM 12.5 m de la NASA.

## **7.2 Otras actividades realizadas**

### **7.2.1 Apoyo en la actualización del Plan Departamental De Gestión del Riesgo de Desastres (PDGRD).**

En el marco de la actualización del PDGRD del departamento de Caldas, se realizaron diferentes actividades relacionadas con la elaboración de cartografía (anexada al final de este documento para su ploteo) y matrices de escenarios de riesgo, así como la redacción de algunos apartados del documento.

#### **7.2.1.1 Elaboración de cartografía temática para el PDGRD a partir de información secundaria.**

Tomando como insumo la cartografía básica en escala 1:100.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y usando un DEM de 12.5 m de la NASA para realizar el relieve sombreado, se elaboró el mapa de localización del departamento de Caldas (Figura 1).

Para el mapa geológico del departamento de Caldas en escala 1:100.000 se tomó la información de las planchas geológicas 166,167,168, 186, 187, 188, 205, 207, 224 Y 225, en escala 1:100000, del Servicio Geológico Colombiano, de igual manera se utilizó el DEM de la NASA antes mencionado para obtener el relieve sombreado que constituye el fondo del mapa (véase Anexo 1).

El mapa de amenaza volcánica del Volcán Nevado del Ruíz para el departamento de Caldas en escala 1:120.000, se construyó a partir Mapa de Amenaza Volcánica del Volcán Nevado del Ruíz en escala 1:120.000 elaborado por el Servicio Geológico Colombiano en el 2015; Además se complementó con la cartografía base en escala 1:500.000 y 1:100.000 del

IGAC y con el relieve sombreado obtenido a partir del DEM 12.5 m de la NASA (véase Anexo 2).

A partir del Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa de Colombia, elaborado por el SGC en escala 1:100.000, se extractó el área correspondiente al Departamento de Caldas y se complementó con la cartografía base en escala 1:500.000 del IGAC y el relieve sombreado obtenido a partir del DEM de la NASA (véase Anexo 3).

El Mapa Esquemático de Amenaza Sísmica para el Departamento de Caldas se elaboró utilizando la cartografía básica en escala 1:500.000 y 1:100.000 del IGAC; La zonificación de la amenaza se obtuvo del Modelo de Amenaza Sísmico de Colombia construido por el Servicio Geológico Colombiano (SGC). se complementó con el relieve sombreado obtenido a partir el DEM 12.5 m de la NASA. Debido a que no fue posible determinar la escala de este modelo el mapa se dejó como esquemático y se definió la escala 1:100.000 como escala de impresión (véase Anexo 4).

EL Mapa Hidrográfico de Caldas en escala 1:500.000 se realizó utilizando la cartografía básica en escala 1:500.000 y 1:100.000 del IGAC; no fue necesario utilizar escalas con mayor detalle debido a que el mapa quedaba saturado de información y su empleo sería solo esquemático; se complementó con el relieve sombreado obtenido a partir el DEM 12.5 m de la NASA (véase Anexo 5).

### **7.2.1.2 Elaboración de matrices de escenarios de riesgo en el departamento.**

En el marco de la actualización del Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Caldas (PDGRD), se construyeron las matrices de caracterización de escenarios de riesgo asociados a los distintos fenómenos amenazantes. Dichas matrices corresponden con los escenarios de sismicidad y vendavales (Anexos 6 y 7), para ello se utilizó información secundaria facilitada por la Secretaría de Medio Ambiente y Corpocaldas así como la consultada en la literatura disponible.

Las matrices se componen de la identificación de la amenaza estudiada, los elementos expuestos y la vulnerabilidad de estos, así como las consecuencias de combinar estos ítems (riesgo); además contiene las acciones de intervención y los actores involucrados en estas, así como las instancias de gestión para la disminución del riesgo asociado al escenario estudiado.

### **7.2.1.3 Apoyo en la redacción de ítems del PDGRD**

En el marco de la actualización del Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Departamento de Caldas (PDGRD), se llevó a cabo la redacción detallada de los elementos clave relacionados con la geología, geomorfología e hidrografía general del departamento.

La información recopilada para estos ítems se ha obtenido mediante el análisis de fuentes secundarias y se ha realizado con el objetivo de proporcionar un panorama general de los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrográficos fundamentales que inciden en la gestión del riesgo de desastres en el territorio caldense.

### **7.2.2 Apoyo en la realización del Simulacro Nacional de respuesta a emergencias.**

El 4 de octubre se realizó el simulacro nacional para la atención de emergencias; previo a este simulacro se realizaron reuniones logísticas para coordinar las actividades a realizar en cada municipio del departamento de Caldas; Además, se designó un comité cuyos miembros sirvieron de enlaces con los coordinadores de cada municipio y el día del simulacro estuvieron pendientes de registrar toda la información diligenciada para el municipio que estaban acompañando.

La información se agrupó y se remitió a la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) quien fue la entidad encargada de coordinar con los departamentos y elaborar el consolidado nacional.

## 8. Conclusiones

Durante el periodo de práctica, se realizaron en total 12 visitas de campo, la mitad de las cuales fueron visitas técnicas; entre ellas, se identificó que los fenómenos más representativos son los movimientos en masa, con un total de 3 casos estudiados; se puede afirmar que en general los factores contribuyentes de este tipo de evento se relacionan con la pendiente y geometría de las laderas, la geología y geomorfología, así como el uso del suelo; y el principal factor detonante está relacionado con las fuertes precipitaciones.

El municipio de Victoria fue el que más visitas técnicas requirió (3); dos de ellas asociadas a movimientos en masa y la otra a un problema más estructural, en los tres casos la geología de la zona está representada por depósitos cuaternarios que generan suelos residuales poco consolidados; además en general se presentan pendientes pronunciadas y de geometría compleja (cóncavo-convexas); esto sumado a las fuertes precipitaciones, a la presencia de sismicidad y fallas geológicas importantes asociadas al Sistema de Fallas Palestina y Mulatos; genera unas condiciones de amenaza que combinadas con la vulnerabilidad de las viviendas crean un escenario de amenaza muy alta por movimientos en masa.

Las otras 6 visitas de campo estuvieron divididas en visitas de identificación de afectados (1), entregas de ayudas humanitarias (2) y visitas de acompañamiento (3); en este caso el fenómeno asociado que más generó este tipo de visitas fue la ocurrencia de vendavales, con un total de 4 visitas. Debido a la ubicación y topografía del departamento es común la ocurrencia de este fenómeno y es uno de los que más emergencias causa, generando un número importante de afectados y una fuerte movilización de ayudas humanitarias.

La geología de las zonas visitadas en su mayoría se caracteriza por la predominancia de perfiles de meteorización asociados a las unidades geológicas que corresponde principalmente

con depósitos cuaternarios, que genera suelos residuales poco consolidados que son más susceptibles a la erosión. Es importante destacar que, en la mayoría de las áreas estudiadas, se encontró abundante vegetación que hace las veces de cobertura e impide el afloramiento de las unidades geológicas.

De igual manera, aunque el lugar de algunas visitas de campo se encontraba cerca de grandes fallas regionales como lo son las asociadas al Sistema de Fallas Romeral, no se evidenciaron indicadores cinemáticos debido a que algunas fallas se presentan de manera cubierta, sin embargo, si fue posible apreciar el efecto de estas de manera directa o indirecta.

Al evaluarse la cartografía disponible como el mapa de amenaza por movimiento en masa en escala 1:100.000 elaborado por el Servicio Geológico Colombiano en el año 2015 y las planchas geológicas en escala 1:100000 elaboradas por la misma entidad, se encontraron algunas incongruencias al compararse con las visitas de campo, esto debido a que al ser una escala poco detallada se pierde información sobre la geología presente en ciertas zonas y la evaluación y determinación del grado de amenaza por movimientos en masa.

La información secundaria obtenida a través de la consulta de la literatura y cartografía actualizada existente facilitada por entidades como alcaldías y Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) fue de vital importancia para proporcionar un panorama general de los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrográficos fundamentales que inciden en la gestión del riesgo de desastres en el territorio caldense y de esta manera realizar la actualización del Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres del Departamento de Caldas.

Este tipo de práctica académica permite aplicar y afianzar los conocimientos teóricos adquiridos en la academia a través de situaciones reales. La experiencia proporciona una comprensión más profunda de la interconexión entre los procesos geológicos y la gestión del



riesgo de desastres. Además, destaca la importancia de la comunicación del riesgo, el trabajo interdisciplinario y la toma de decisiones, preparando así al estudiante para enfrentar desafíos del mundo real y contribuir a la resiliencia de las comunidades de un territorio.

## 9. Recomendaciones

Implementar el uso de software SIG libre, o adquirir licencias comerciales de este tipo de software con el fin de realizar de mejor manera la manipulación de cartográfica de las visitas de campo realizadas por la JEDEGER, así como la actualización de la base de datos para mejorar el registro de los eventos naturales y antrópicos de ocurrencia en el departamento de Caldas, hacer una correcta trazabilidad de estos y realizar una mejor gestión del riesgo de desastres.

Promover que la JEDEGER se consolide como una unidad departamental independiente y se tenga una mejor y mayor asignación de recursos por parte del gobierno departamental y nacional así como por parte de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), debido a que esto proporcionará al departamento la capacidad de contar con una entidad más fuerte que pueda llevar a cabo de una mejor manera los tres procesos de la gestión del riesgo, conocimiento, reducción y el manejo de desastres.

Se recomienda realizar una actualización de la cartografía a un mejor detalle, siendo recomendable como mínimo la escala 1:25000, con el fin de poder contar con información más detallada que permita tener planes municipales y departamentales relacionados con la gestión del riesgo, más actualizados y que representen de mejor manera la realidad de los territorios.

Las alcaldías municipales y Corpocaldas deben trabajar en conjunto con la Gobernación de Caldas, respecto al tema de almacenamiento, manejo y actualización de la información bibliográfica y en especial la información cartográfica de los municipios. Para ello, se hace necesario que la Secretaría de Medio Ambiente solicite a los municipios toda la información cartográfica de los planes y esquemas de ordenamiento territorial y esta sea centralizada y almacenada en la JEDEGER, de manera que sirva como insumo para cumplir con las actividades y funciones propias de esta jefatura.

## 10. Bibliografía

- Álvarez, E., & González, H. (1978). Geología y geoquímica del Cuadrángulo I-7 (Urrao). Informe 1761, 347.
- Álvarez, J. A., 1987. Geología del Complejo Ofiolítico de Pacora y secuencias relacionadas de arco de islas (Grupo Quebradagrande) Colombia Medellín, Ingeominas, 81 P.
- Barrero, D. y Vesga J. (1976). Compiladores Geología de la Plancha 188, La Dorada. Mapa Geológico. INGEOMINAS.
- Calle Z, B., & González I, H. (1982). Geología y Geoquímica de la Plancha 186 Riosucio. Informe No. I 1878, 40-42,66.
- Calle, B., González, H., De La Peña, R., Escorce, E., Durango, J. et al. 1980. Geología de la Plancha 186 Riosucio. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Medellín.
- Gómez Cruz, A., Moreno Sánchez, M., & Pardo Trujillo, A. (1995). Edad y origen del "Complejo Metasedimentario Aranzazu - Manizales" en los alrededores de Manizales (Departamento de Caldas, Colombia). GEOLOGÍA COLOMBIANA, 83-93.
- González Iregui, H. (1980). Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina) - (Escala 1:100000). Boletín geológico, 58-60.
- González Iregui, H. (1993). Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Caldas - Escala 1: 250000 y memoria explicativa. INGEOMINAS, Cundinamarca. Bogotá: INGEOMINAS.
- González, H. (2010). Geoquímica, geocronología de las unidades litológicas asociadas a las fallas Cauca Romeral - Sector centro sur. Informe interno, 1.
- Grosse, E., 1926. Estudio Geológico del Terciario Carbonífero de Antioquia, parte occidental de la Cordillera Central de Colombia, entre el río Arma y Sacaoyal. Dietrich Reimen editores, 361 p. Berlín-Alemania.
- Guzmán-López, C. A. (2012). Estructuras de deformación y génesis de sedimentos blandos en la Formación Mesa en el área de la Dorada (Caldas). GEOLOGÍA COLOMBIANA (37), 10.
- Idárraga García, J., & Martínez Uribe, L. (2005). Petrografía y Geoquímica de la Migmatita de Manizales entre el Cerro Morro Gordo y el Río Chinchiná, al Occidente de Manizales (Caldas). Universidad de Caldas, 2 – 19
- Leal Mejía, H. (2011). Phanerozoic gold metallogeny in the colombian Andes: A tectono-magmatic approach. Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona, 989 p. Barcelona
- Ley 1523. (24 de abril de 2012). Gestor normativo de la República de Colombia. Recuperado el 9 de agosto de 2022, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>
- López Isaza, J. A., Zuluaga Castrillón, C. A., Montenegro Rippe, C. A., y Cuéllar Cárdenas, M. A. (2015). Evidencias de Mezcla e Hibridación de Magmas en la Tonalita-Granodiorita de Manizales Caldas. Ponencia presentada en XV Congreso Colombiano De Geología, Bucaramanga, Colombia.
- Maya, M., & González, H. (1995). Unidades litodémicas en la cordillera. Informe Unidad Operativa Medellín.
- Moreno Sánchez, M., Gómez Cruz, A. d., & Toro Toro, L. M. (2007). Proveniencia Del Material Clástico Del Complejo Quebradagrande Y Su Relación Con Los Complejos Estructurales Adyacentes. Boletín de Ciencias de La tierra, 27-38.

Nivia, A.; Gizelle, M. y Andrew, K., (1996). El Complejo Quebradagrande una posible cuenca marginal intracratónica del Cretáceo inferior en la Cordillera Central de los Andes Colombianos: VII Congreso Colombiano de geología.

Nivia, A.; Marriner, G. F.; Kerr, A. C. y Tarney, J., (2006). The Quebradagrande Complex: a Lower Cretaceous ensialic marginal basin in the Central Cordillera of the Colombian Andes: *Journal of South American Earth Sciences*, V. 21, pp. 423-436.

Núñez, A. (s.f.). Catálogo de las Unidades Litoestratigráficas de Colombia - Granodiorita de Mariquita. Ministerio de Minas y Energía, 2-6. Obtenido de <https://recordcenter.sgc.gov.co/B6/13014000020506/Documento/nativos/Apoyo/Granodiorita%20de%20Mariquita.pdf>

Pardo Trujillo, A., & Moreno Sánchez, M. (2001). Estratigrafía del occidente colombiano y su relación con la Evolución de la Provincia Ígnea Cretácica del Caribe Colombiano. VIII Congreso Colombiano de Geología.

Rodríguez Cuello, L. D. (2018). Caracterización Petrográfica y Geoquímica del Complejo Igneo de Samaná, Nororiente de Samaná. Documentos de trabajo Areandina, 5-7.

Rodríguez G, G., & Arango, M. I. (2013). Formación Barroso: Arco Volcánico Toleítico y Diabasas De San José De Urama: Un Prisma Acrecionario T-Morb en el Segmento Norte de la Cordillera Occidental de Colombia. *Servicio Geológico Colombiano*, 2--22.

Rodríguez G, G., & Zapata G, G. (2013). Análisis Comparativo entre la Formación Barroso y el Complejo Quebradagrande: un Arco Volcánico Toleítico-Calcoalcalino, Segmentado por el Sistema de Fallas de Romeral en los Andes del Norte. *Servicio geológico colombiano*, 1-20.

Sierra L, G. M., Estrada L, J. J., & Macdonald, W. D. (1995). Estudio paleomagnético en rocas terciarias de la cuenca del Rio Cauca, departamento de Caldas: Implicaciones tectónicas. *UNIVERSIDAD EAFIT*, 31(100), 79-109.

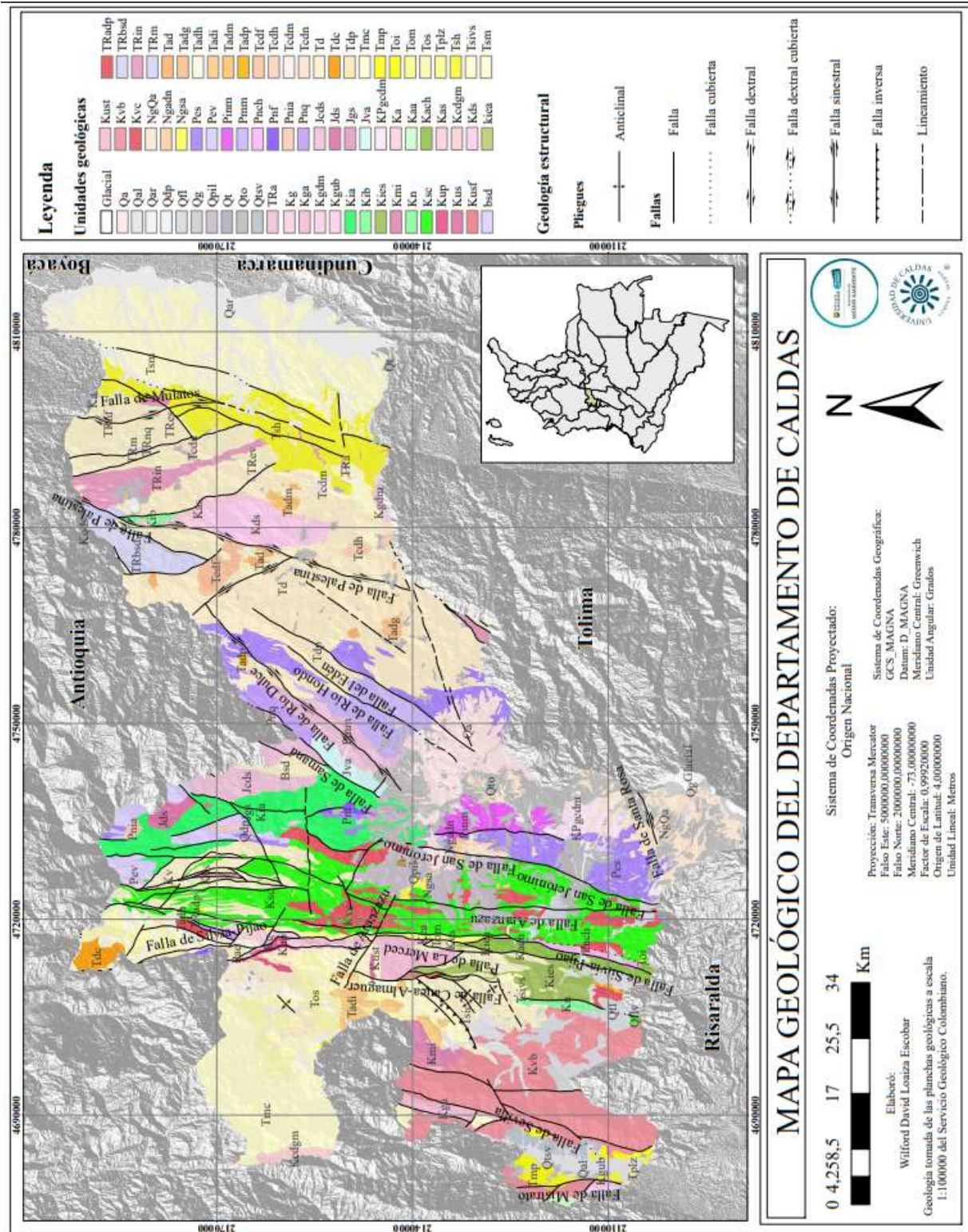
Toro, G., Restrepo, J. J., Poupeau, G., Sáenz, E., & Asdimouza, A. (1999). Datación por Trazas de Fisión de Circones Rosados Asociados a la Secuencia Volcano-Sedimentarias de Irra (Caldas). *Boletín de ciencias de la tierra*, 28-34.

Toussaint, J. F., & Restrepo A, J. J. (1974). La Formación Abejorral y sus Implicaciones sobre la Evolución de la Cordillera Central de Colombia durante el Cretáceo. *Laboratorio de geología - Facultad de minas, Antioquia, Medellín*.

Villagomez, D., Spikings, R., Magna, T., Kammer, A., Winkler, W., & Beltrán, A. (2011). Geochronology , geochemistry and tectonic evolution of the Western and Central cordilleras of Colombia. *Lithos*, 875-896.

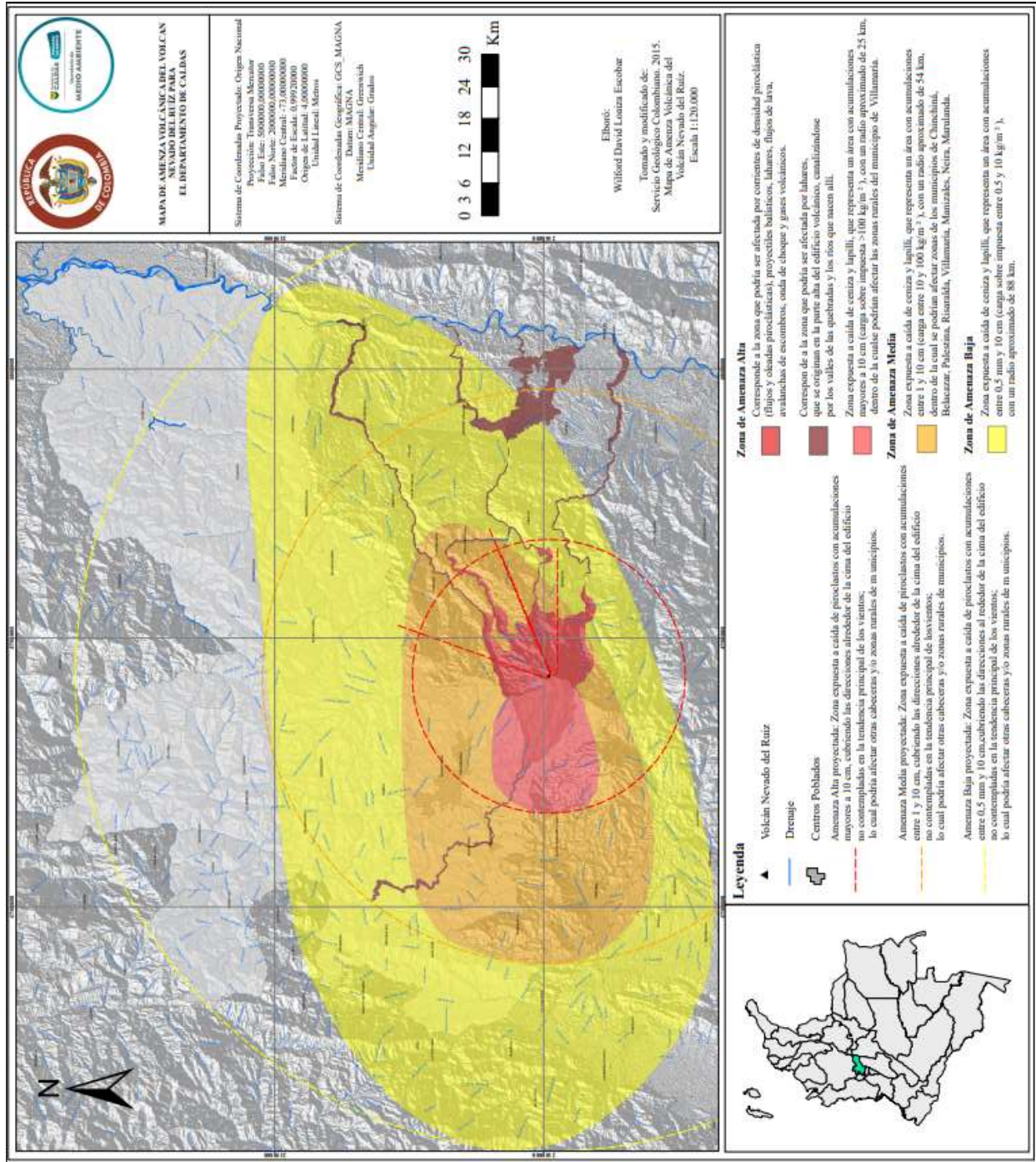
## 11. Anexos

Anexo 1. Mapa Geológico del Departamento de Caldas en escala 1:100000. ....	94
Anexo 2. Mapa de Amenaza Volcánica del Volcán Nevado del Ruíz para el Departamento de Caldas en escala 1:120000. ....	95
Anexo 3. Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa para el Departamento de Caldas en escala 1:100000. ....	96
Anexo 4. Mapa de Amenaza Sísmica Simplificado para el Departamento de Caldas en escala 1:100000. ....	97
Anexo 5. Mapa Hidrográfico Simplificado del Departamento de Caldas en escala 1:500000. ....	98
Anexo 6. Matriz de Caracterización de Escenario de Riesgo por Sismicidad. ....	99
Anexo 7. Matriz de Caracterización de Escenarios de Riesgo por Vendaval. ....	100



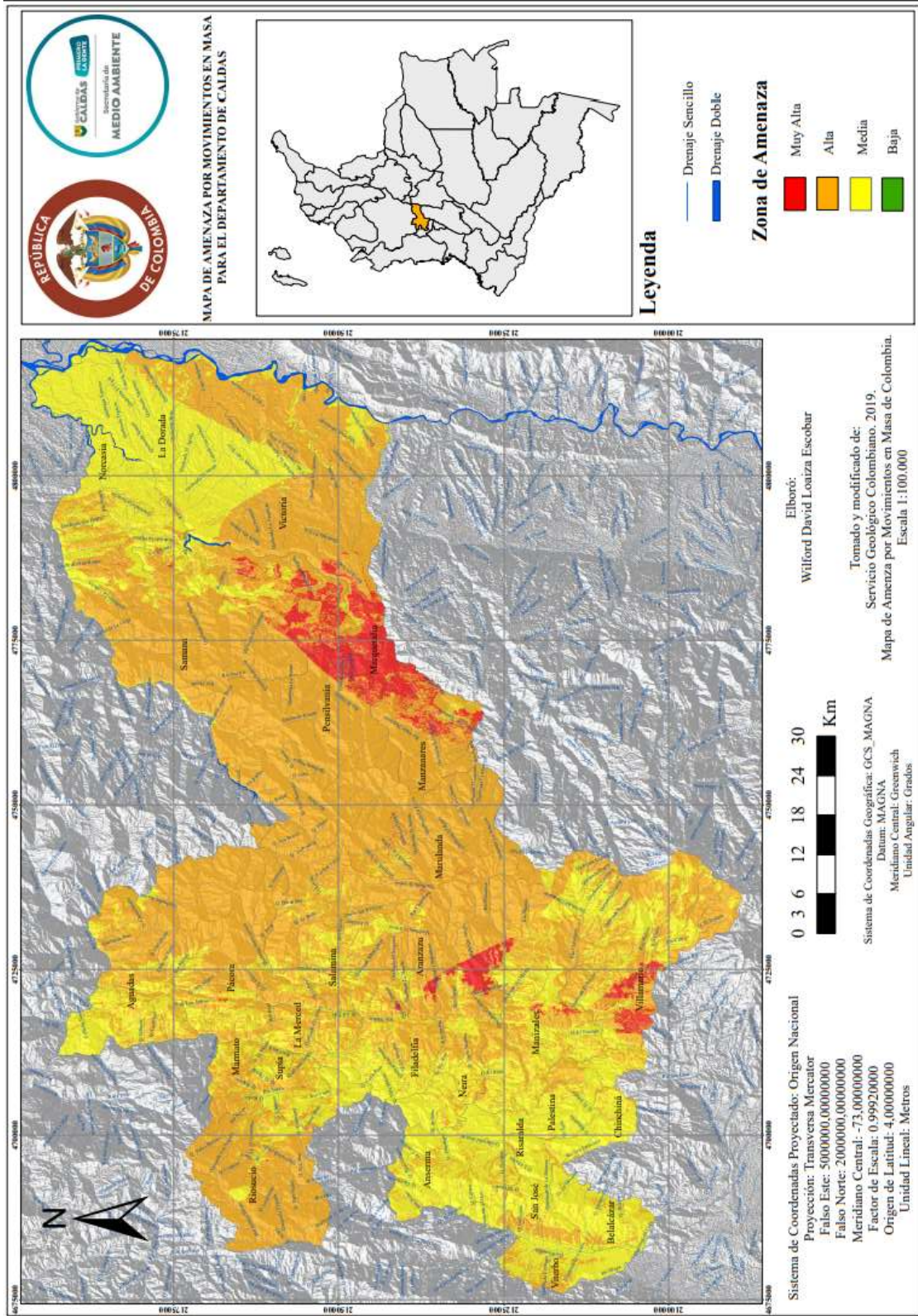
Anexo 1. Mapa Geológico del Departamento de Caldas en escala 1:100000.





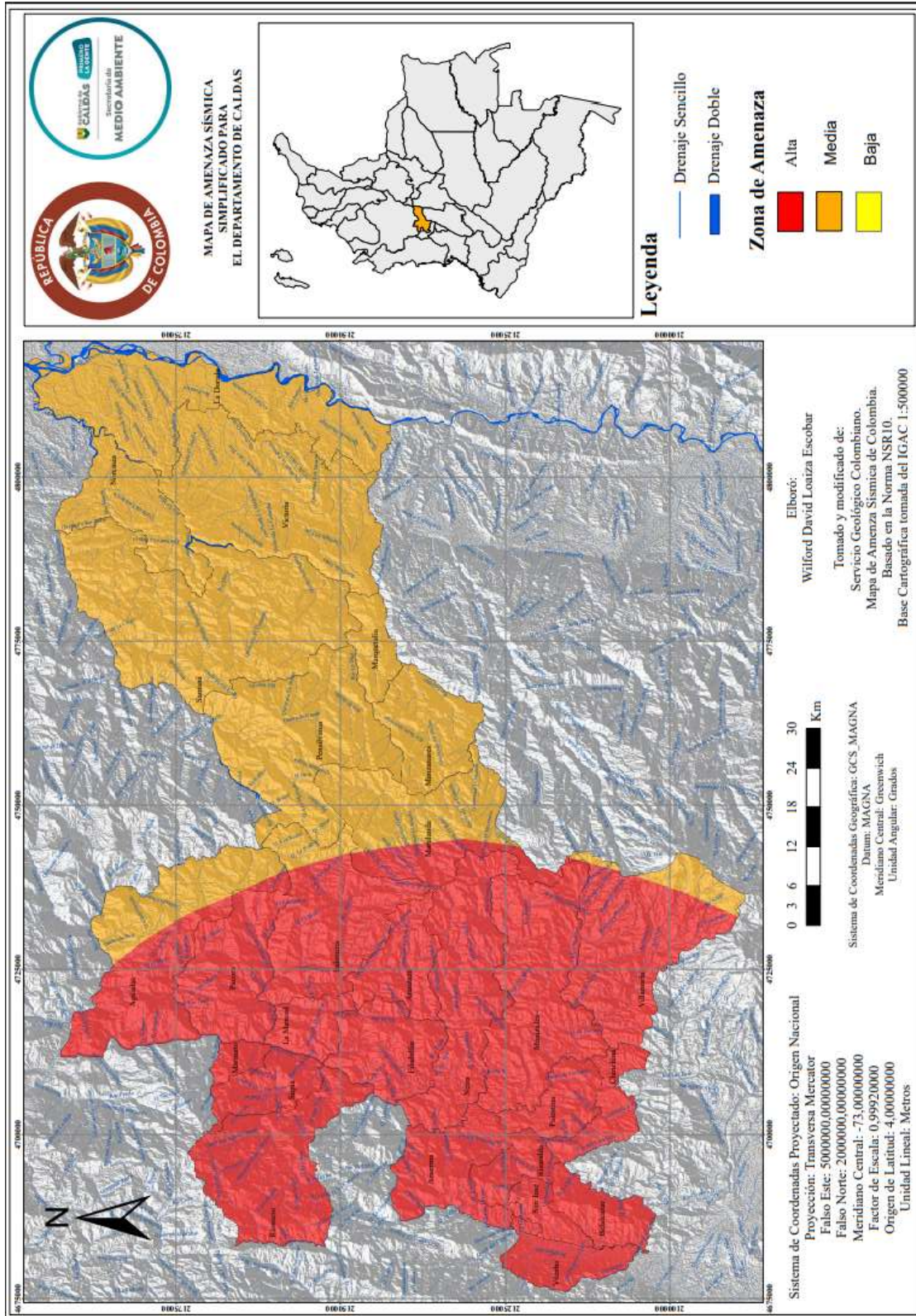
Anexo 2. Mapa de Amenaza Volcánica del Volcán Nevado del Ruiz para el Departamento de Caldas en escala 1:120000.





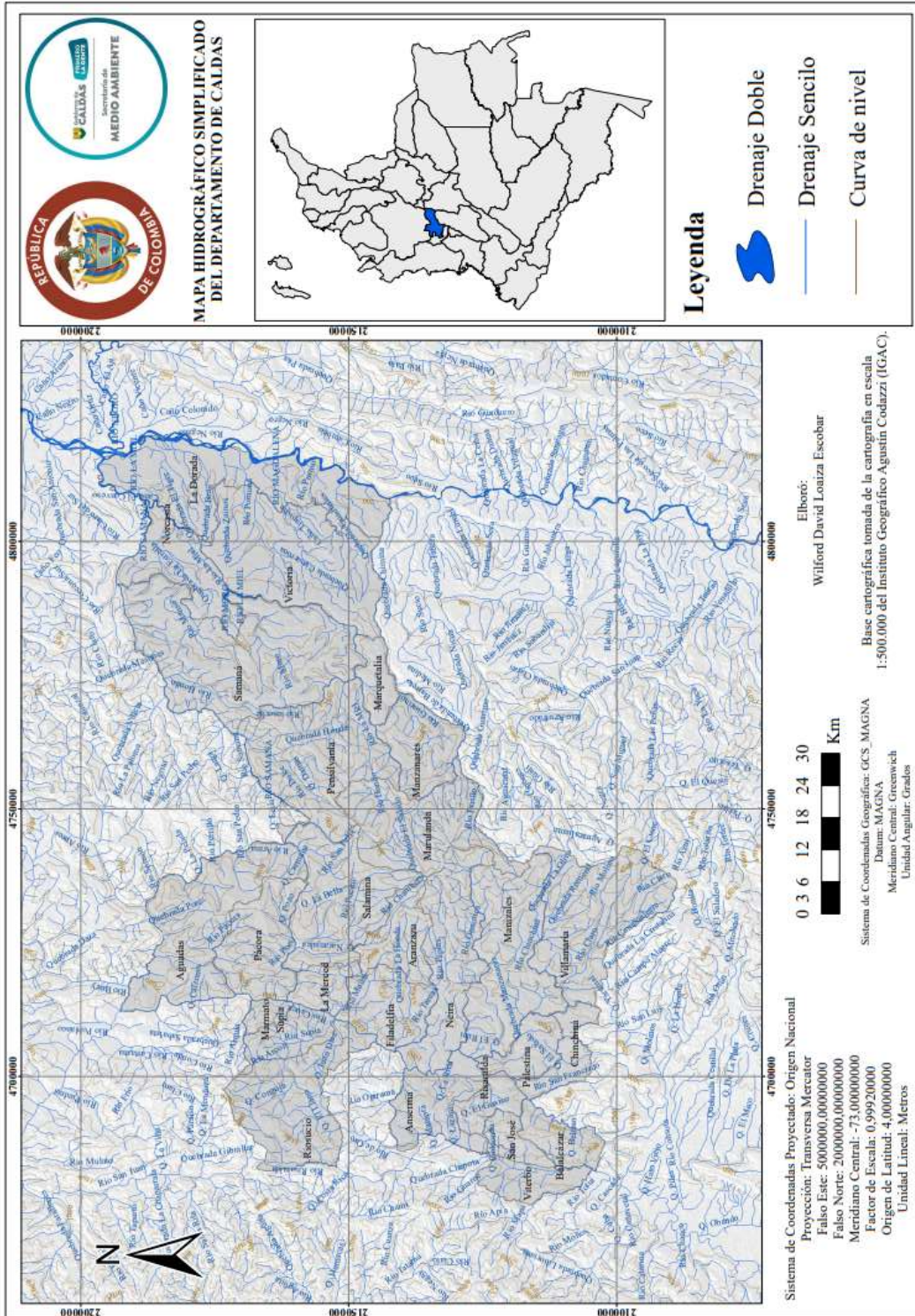
Anexo 3. Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa para el Departamento de Caldas en escala 1:100000.





Anexo 4. Mapa de Amenaza Sísmica Simplificado para el Departamento de Caldas en escala 1:100000.





Anexo 5. Mapa Hidrográfico Simplificado del Departamento de Caldas en escala 1:500000.

ANEXO 6: CARACTERIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO							
ESCENARIO DE RIESGO POR SISMICIDAD							
CAUSAS		CONSECUENCIAS	ACCIONES DE INTERVENCIÓN		COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL		
DE LA AMENAZA	DE LA EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD				ACTORES	INSTANCIAS DE GESTIÓN	
<p>La principal causa de sismicidad está relacionada con el movimiento de las placas tectónicas. Cuando estas placas se desplazan, chocan o se separan, se acumula tensión en las fronteras de las placas, cuando la tensión acumulada supera la resistencia de las rocas circundantes, se libera en forma de ondas y producen sismicidad. Para el caso de Caldas es de resaltar la actividad tectónica derivada de la subducción de la placa Nazca con la placa Sudamericana.</p> <p>Las fallas son fracturas en la corteza terrestre donde las rocas se desplazan, cuando la tensión acumulada en una falla supera su capacidad de resistencia, se libera como un sismo. Para el caso de Caldas es importante resaltar el Sistema de Fallas Romeral y el Sistema de Fallas Palestina además de la actividad de la falla Caldas-Ter.</p> <p>La actividad sísmica también pueden estar relacionada con la actividad volcánica. Cuando se produce movimiento en la cámara magmática, esto puede causar fracturas en la corteza, y generar inestabilidad en el edificio volcánico, generando sismicidad local. En el caso de Caldas esta actividad estaría relacionada con el Complejo Volcánico Ruiz-Machín.</p> <p>Cuando se genera un movimiento en masa, la fuerza del movimiento puede generar sismicidad de poca magnitud y de manera local.</p> <p>Algunas actividades humanas, como la extracción de petróleo y gas, la minería, la construcción, y la inyección de fluidos en pozos, pueden generar "sismos inducidos".</p>	<p>Colombia se encuentra ubicada sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico, una larga cadena tectónica que traza límites de placas tectónicas, caracterizada por su actividad sísmica y volcánica, en consecuencia a esto el departamento de Caldas se encuentra en una región sísmicamente activa, cerca de la convergencia de varias placas tectónicas, incluyendo la Placa de Nazca, la Placa del Caribe y la Placa Suramericana. Esto aumenta la exposición de la región a la actividad sísmica.</p> <p>Viviendas y edificaciones, construidas con materiales, técnicas de construcción y sobre suelos que no cumplen con los estándares sismoresistentes (Norma NSR-10), lo que aumenta la exposición de las personas y los bienes a daños en caso de un movimiento sísmico.</p> <p>La falta de conocimiento sobre la preparación y el cómo actuar durante un movimiento sísmico pueden ser variables en la población.</p> <p>La densidad poblacional en determinado caso urbano, aumenta los factores expuestos.</p> <p>La disponibilidad y capacidad de respuesta de los sistemas de alerta temprana sísmica, como la policía, los bomberos, la cruz roja, la defensa civil y el personal médico.</p>	<p>Los movimientos sísmicos pueden ocasionar daños a la infraestructura, las edificaciones, viviendas, puentes, carreteras. Estas estructuras pueden sufrir daños o colapsos parciales o totales.</p> <p>Los sismos pueden causar lesiones y muertes en las personas y en los animales, debido a la caída de escombros, vidrios rotos y otros objetos.</p> <p>Los sismos pueden generar pánico, estrés y traumas psicológicos, especialmente en aquellos que han experimentado directamente el evento o han perdido a seres queridos.</p> <p>Las personas y los animales, pueden quedar sin hogar debido a los daños en las viviendas, lo que resulta en el desplazamiento de población. Esto puede crear una crisis humanitaria, especialmente si no hay refugios o recursos adecuados para atender a los desplazados.</p> <p>Los sismos pueden interrumpir servicios esenciales como el suministro de agua, electricidad y telecomunicaciones.</p> <p>Los sismos pueden tener un impacto significativo en la economía local y nacional. Los costos de reconstrucción, la pérdida de productividad y la interrupción de actividades comerciales pueden ser considerables.</p> <p>Los sismos en regiones montañosas, pueden desencadenar movimientos en masa.</p> <p>Las poblaciones marginadas o empobrecidas pueden ser particularmente vulnerables a los efectos de un sismo debido a la falta de acceso a recursos y servicios de emergencia.</p>	<p><b>Conocimiento del riesgo</b></p> <p>Garantizar el monitoreo sísmico continuo. En convenio con la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) del Servicio geológico Colombiano, la cual es la encargada de dar una alerta temprana al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) en caso de un evento sísmico en el territorio nacional.</p> <p>Llevar a cabo investigaciones sismológicas que permitan una mejor comprensión de la propagación de las ondas sísmicas, la ocurrencia, el mecanismo focal y la distribución espacio-temporal de los sismos que tienen presencia en el departamento y que contribuyan a los municipios a la toma de decisiones, en temas relacionados con la planificación del ordenamiento en sus territorios.</p> <p>Realizar estudios de neotectónica que permitan identificar los periodos de recurrencia de los sismos asociados a las fallas geológicas presentes en el departamento y utilizar herramientas de modelado geofísico para evaluar la amenaza sísmica en áreas específicas y estimar los posibles efectos de movimientos sísmicos futuros, con el fin de contribuir en la planificación y la toma de decisiones.</p> <p>Diseñar campañas educativas para informar sobre la amenaza sísmica a la comunidad, como prepararse y que hacer en caso de un evento sísmico</p>	<p><b>Reducción del riesgo</b></p> <p>Garantizar que las viviendas y edificaciones sean construidas con materiales, técnicas de construcción y sobre suelos que cumplen con los estándares sismoresistentes (Norma NSR-10)</p> <p>Realizar evaluaciones de vulnerabilidad de edificios, puentes, presas y otras infraestructuras críticas para identificar aquellos que necesitan ser intervenidos con mejoras o reforzamientos sismoresistentes.</p> <p>Definir y cercar los suelos no aptos para construcción en los diferentes planes y esquemas de ordenamiento territorial del municipio.</p>	<p><b>Manejo de desastres</b></p> <p>Elaborar, actualizar y desarrollar los diferentes planes de respuesta a emergencia, incluyendo la coordinación de recursos y el equipo de respuesta. Fortalecer la red comunitaria de emergencias</p> <p>Preparar e incentivar la participación de simulacros y ejercicios de entrenamiento a nivel comunitario, escolar y empresarial para entrenar a las personas en cómo reaccionar ante un evento sísmico real. Incluyendo prácticas de evacuación y primeros auxilios.</p> <p>Desarrollar e implementar sistemas de alerta temprana que permitan emitir señales de alerta. Fortalecer la cobertura de los equipos</p> <p>Realizar evaluaciones posteriores al desastre para la evaluación de los daños, las necesidades y los aspectos de mejora en la respuesta y recuperación</p>	<p>Coordinar las acciones de respuesta a la emergencia a nivel departamental y brindar apoyo a los municipios cuando se presenten situaciones de emergencia y/o desastres.</p> <p>Trabajar en conjunto con diversas instituciones como: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), Gobernación de Caldas, Secretaría de Medio Ambiente de Caldas, Jefatura Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres, Alcaldías municipales, Servicio Geológico Colombiano, Instituciones educativas de nivel superior, Concejos Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD), Fuerzas Armadas, Servicios de Emergencia departamental y local, Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil, Organizaciones de ayuda humanitaria, Unidad de Prensa departamental y local, entidades de servicios públicos y comunidad en general para responder de manera adecuada y efectiva ante la amenaza sísmica.</p>	<p> Gestionar ante la UNGRD, la gobernación de Caldas, Servicio Geológico Colombiano y la corporación autónoma regional el apoyo en los estudios de riesgo por sismicidad.</p> <p>Generar proyectos con las universidades y la Red Sismológica Nacional de Colombia que permita la formulación, ejecución e implementación de trabajos científicos y técnicos enfocados en el conocimiento del riesgo.</p> <p>Gestionar ante la UNGRD, organismos de respuesta, CMGRD, SGC y todos los actores que hagan parte del Puesto de Mando Unificado las acciones de conocimiento, reducción y manejo de emergencias y desastres.</p>

Anexo 6. Matriz de Caracterización de Escenario de Riesgo por Sismicidad.



ANEXO 7. CARACTERIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO							
ESCENARIO DE RIESGO POR VENDAVAL							
CAUSAS		CONSECUENCIAS	ACCIONES DE INTERVENCIÓN		COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL		
DE LA AMENAZA	DE LA EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD				ACTORES	INSTANCIAS DE GESTIÓN	
<p>Los vendavales son fenómenos meteorológicos que ocurren cuando masas de aire cálido y húmedo se encuentran con masas de aire frío y seco. Esta interacción genera cambios bruscos en la presión atmosférica y la temperatura del aire, y la formación de vientos fuertes.</p> <p>El departamento de Caldas, al igual que las otras regiones de Colombia, está ubicado en una zona tropical, donde este tipo de fenómenos meteorológicos tienen predominancia.</p> <p>La topografía influye en la circulación de vientos locales y puede generar corrientes ascendentes y descendentes que dan lugar a vendavales. Los vendavales suelen estar asociados con tormentas locales.</p> <p>La convergencia de vientos en áreas específicas del departamento de Caldas puede provocar la formación de vendavales. Esto suele ocurrir en zonas donde las corrientes de aire se encuentran y se ven forzadas a elevarse. La presencia de edificios altos o estructuras que canalizan el viento, pueden amplificar la intensidad de los vendavales en áreas urbanas.</p>	<p>La vulnerabilidad ante vendavales se relaciona con la calidad de la construcción y la densidad de la población. Las áreas urbanas densamente pobladas pueden tener más edificaciones que pueden verse afectadas por los vendavales, la falta de cumplimiento de normas de construcción resistentes al viento y a vendavales puede aumentar la vulnerabilidad de las zonas vivas, las edificaciones y estructuras.</p> <p>La deforestación y el uso no sostenible del suelo puede aumentar la exposición a vendavales, especialmente en áreas montañosas.</p> <p>El desconocimiento sobre la amenaza de los vendavales y sobre las medidas de preparación puede aumentar la vulnerabilidad de la población.</p> <p>La existencia y la eficacia de sistemas de alerta temprana para vendavales y la capacidad de respuesta de las autoridades locales y la disponibilidad de recursos de emergencia.</p>	<p>Los vendavales pueden causar daños a edificaciones, viviendas, escuelas, hospitales, infraestructuras públicas y privadas, lo que puede llevar a colapsos parciales o totales de estructuras.</p> <p>Los vientos fuertes y las caídas de objetos pueden resultar en heridas graves o fatales para las personas y animales que se encuentren en la trayectoria de un vendaval.</p> <p>Los vendavales pueden dejar a las personas y animales sin hogar, lo que lleva al desplazamiento de población y la necesidad de refugio temporal.</p> <p>Los vendavales pueden causar interrupciones en los servicios públicos esenciales como el suministro de electricidad, agua potable, ahorratillado y telecomunicaciones, lo que dificulta la respuesta de emergencia y la atención a la población afectada.</p> <p>Los daños a la propiedad, la infraestructura y las actividades comerciales pueden resultar en pérdidas económicas significativas para las comunidades y la región en su conjunto.</p> <p>Los vendavales pueden destruir cultivos, afectar la producción agrícola y ganadera, y tener un impacto negativo en la seguridad alimentaria de la región.</p> <p>Los vendavales pueden causar daños a los ecosistemas naturales, como la deforestación, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad.</p> <p>Las personas afectadas por vendavales pueden experimentar un trauma psicológico debido a la pérdida de bienes, hogares y la exposición a situaciones de peligro.</p> <p>Las poblaciones marginadas o empobrecidas pueden ser especialmente vulnerables a los vendavales debido a la falta de recursos y la falta de acceso a viviendas resistentes a vientos fuertes.</p>	<p><b>Conocimiento del riesgo</b></p> <p>Realizar investigaciones en ciencias atmosféricas y climatológicas para comprender mejor las causas y los patrones de los vendavales en el departamento de Caldas. Además de analizar los datos históricos y modelos climáticos para evaluar la frecuencia y la intensidad de los vendavales en el departamento.</p> <p>Realizar un seguimiento constante de ruidos, sismos y estaciones meteorológicas para identificar las condiciones atmosféricas y patrones meteorológicos que puedan dar lugar a vendavales.</p> <p>Promover campañas de sensibilización en las escuelas, empresas y comunidades para aumentar la conciencia sobre la importancia de la preparación y la respuesta ante desastres.</p> <p>Hacer cumplir códigos de construcción resistentes a vendavales para garantizar que las edificaciones sean seguras. Proporcionar información y recursos para que los propietarios de viviendas y las empresas realicen mejoras estructurales en sus edificios.</p> <p>Reforzar estructuras críticas como viviendas, escuelas, hospitales, puentes y edificios gubernamentales para que sean resistentes a vientos fuertes.</p> <p>Implementar medidas de gestión del suelo que reduzcan la erosión y prevengan la deforestación, lo que puede aumentar la vulnerabilidad a vendavales.</p> <p>Instalar barreras contra el viento, como mampuestos y cercas, en áreas vulnerables.</p> <p>Asegurarse de que los techos y las estructuras exteriores estén adecuadamente asegurados para resistir vientos fuertes.</p> <p>Proporcionar asistencia humanitaria, como alimentos, agua, refugio y atención médica, a las personas afectadas por vendavales. Ofrecer apoyo psico-social a las víctimas para ayudarlas a lidiar con el trauma y el estrés emocional.</p> <p>Identificar rutas de evacuación seguras y establecer refugios de emergencia adecuados para las personas evacuadas. Tener planes de evacuación específicos para grupos vulnerables, como personas mayores, personas con discapacidades y niños. Además de articular los proyectos de rehabilitación de viviendas por afectaciones de a vendavales con la secretaría de vivienda departamental.</p> <p>Desarrollar planes de respuesta ante vendavales que incluyan la coordinación de recursos y equipos de respuesta y que incluyan la adquisición de elementos de primera respuesta para la atención de emergencias por vendavales.</p>	<p>Coordinar las acciones de respuesta a la emergencia a nivel departamental y brindar apoyo a los municipios cuando se presenten situaciones de emergencia y/o desastres.</p> <p>IDEAM, Corpocaldas, Universidad Nacional de Colombia, Alcaldes municipales, CIVGRD, UNGRD, Secretaría de Medio Ambiente de Caldas, CDGRD, Unidad de Prima departamental, entidades de servicios públicos, comunidad en general.</p>	<p>Generar proyectos con las universidades que permita la formulación, ejecución e implementación de trabajos científicos y técnicos enfocados en el conocimiento del riesgo.</p> <p>Generar apoyo a la UNGRD, organismos de respuesta, CIVGRD y todos los actores que hagan parte del Puerto de Manlio Unificado las acciones de conocimiento, reducción y manejo de emergencias y desastres.</p>		
						<b>Reducción del riesgo</b>	<b>Manejo de desastres</b>

Anexo 7. Matriz de Caracterización de Escenarios de Riesgo por Vendaval.