APORTES A LA GESTIÓN DEL RIESGO EN ERUPCIONES VOLCÁNICAS PLINIANAS. CASO DE ESTUDIO: VOLCÁN CERRO BRAVO (VCB)

GERONIMO VALENCIA RAMÍREZ
JORGE EDUARDO GAMBOA PARDO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESPECIALIZACIÓN EN PREVENCIÓN REDUCCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES
2021

APORTES A LA GESTIÓN DEL RIESGO EN ERUPCIONES VOLCÁNICAS PLINIANAS. CASO DE ESTUDIO: VOLCÁN CERRO BRAVO (VCB)

GERONIMO VALENCIA RAMÍREZ
JORGE EDUARDO GAMBOA PARDO

Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialista en Prevención, Reducción y Atención de Desastres

Tutor:
PhD. JOHN MAKARIO LONDOÑO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESPECIALIZACIÓN EN PREVENCIÓN REDUCCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES
2021

Resumen

El desarrollo de medios pedagógicos de difusión de la información científica respecto a las amenazas presentes en los territorios es de vital importancia para la realización de acciones de tipo preventivo y reactivo ante riesgos presentes en los mismos, toda vez que contribuyen a la reducción del riesgo y a mejorar el conocimiento social existente alrededor de las amenazas de carácter natural**;** dependiendo de esta, la respuesta que tanto las instituciones como la comunidad puedan dar en un momento es determinante, toda vez que la educación y el aprendizaje juegan un papel determinante en la construcción de imaginarios sociales respecto a las amenazas del entorno: muchas veces, el conocimiento sobre el riesgo se encuentra fundamentado en sistemas de creencias que no son los adecuados y que pueden ser contraproducentes para la reducción del riesgo desde la prevención**.**

La presente monografía se centra en el análisis de la importancia de la difusión de la información proporcionada por las entidades encargadas de generar conocimiento respecto al riesgo volcánico de tipo pliniano presente en el departamento de Caldas y focalizado en el Volcán Cerro Bravo (VCB), con el fin de hacer más asequible esta información, contribuir al fortalecimiento de la cultura de la prevención ante este riesgo, mejorar la capacidad de respuesta y la resiliencia social de la población que puede verse afectada por esta amenaza de carácter natural. Así mismo, esta monografía busca generar un modelo de difusión que pueda ser replicado en otros municipios y/o departamentos que cuenten dentro de su geografía con este tipo de amenaza.

Palabras clave: Conocimiento científico**,** prevención, pedagogía, vulcanismo pliniano

Abstract

The development of pedagogic alternatives to share scientific information about every type of hazardst on a determined territory is very important; based on this information it is possible to establish multiple tasks to prevent and react against the different hazards and risks that found their settlement on a determined geographic area. This knowledge contributes to risk reduction and improves the social knowledge around this territorial and natural hazard. Depending of this, the capability to respond of the government and community is determinant, because the education and learning plays an important role in social imaginaries building about the environmental hazards. Sometimes, the risk knowledge is based on beliefs, non pragmatic systems that are not adequate and will be a disadvantage for the risk reduction from the prevention perspective.

The present monograph is focused on the analysis of the importance of spreading of information, given for scientific institutions that studies the volcanic risk, specifically the volcanic eruption of plinian type, which affected in the past to Caldas department, and focused in Cerro Bravo Vulcan (VCB in spanish). The main goal of this monograph is to make clear this information, to contribute to give strength to the prevention culture related with this natural hazard, and to improve the institutional and social response capability that can be affected for this natural situation. Otherwise, this monograph wants to generate an information spreading model that will be replicated in other counties or departments that have similar natural hazard.

Key words: Scientific knowledge, prevention, pedagogy, plinian volcanoes.

Tabla de contenido

Resumen

Abstract

1. Introducción 1
2. Descripción del problema 2
3. Antecedentes 5
4. Justificación 10
5. Objetivos 12
6. Contexto geográfico de estudio 13
7. Marco teórico 17
8. Marco normativo 26
9. Marco conceptual 29
10. Metodología 31
11. Resultados 43
12. Conclusiones 61
13. Recomendaciones 64
14. Referencias bibliográficas 67

Índice de tablas, gráficas y mapas

Tablas

Tabla 1. Encuesta prueba piloto

Tabla 2.. Evaluación Post test herramientas de información

Gráficas.

Gráfico N°1. Entidades Participantes

Gráfico N°2. Identificación del riesgo volcánico

Gráfico N°3.Reconocimiento del riesgo volcánico en el territorio

Gráfico N°4. Conocimiento afectación territorial

Gráfico N°5. Medios de comunicación

Gráfico N°6. Actuación en la emergencia

Gráfico N°7. Conocimiento página web SGC.

Gráfico N°8. Recepción información.

Gráfico N°9. Pertinencia de la información.

Gráfico N°10. Suficiencia de la información.

Gráfico N°11. Suficiencia de la información.

Gráfico N°12. Percepción del riesgo.

Gráfico N°13. Localización del VCB

Gráfico N°14. Clasificación del VCB

Gráfico N°15. Partículas atmosféricas y volcanes plinianos

Gráfico N°16. Altura de la columna eruptiva

Gráfico N°17. Terminología básica.

Gráfico N°18. Comportamiento histórico del VCB.

Gráfico N°19. Contribución a la prevención.

Gráfico N°20. Responsabilidad ante la gestión del riesgo.

Gráfico N°21. Mejoramiento de la percepción del riesgo

Gráfico N°22. Implementación de la información

Gráfico N°23. Prevención Vs respuesta a emergencias

Mapas

Mapa N°1. Localización del Volcán Cerro Bravo

Mapa N°2. Área de afectación por erupción del Volcán Cerro Bravo

Imágenes.

Imagen N°1. Infografía informativa Volcán Cerro Bravo

APORTES A LA GESTIÓN DEL RIESGO EN ERUPCIONES VOLCÁNICAS PLINIANAS. CASO DE ESTUDIO: VOLCÁN CERRO BRAVO (VCB)

1. Introducción

Nuestro país, al igual que muchas naciones que cuentan en su geografía con volcanes activos, ha tenido que hacer frente a amenazas no solo por la disposición y actividad de estos: también ha hecho frente a dificultades por concepto de una planeación institucional deficiente, la falta de políticas de usos de suelo, de sistemas de alerta temprana, de programas de prevención respecto al riesgo volcánico y de falta de control gubernamental, teniendo que constatar de manera trágica las consecuencias de no prestar atención a los signos y síntomas de la activación volcánica para reducir los riesgos asociados a este.

El Servicio Geológico Colombiano (SGC) desde el año 2018 ha realizado labores de investigación para contar con información actualizada del mapa de amenaza del Volcán Cerro Bravo (VCB), el cual se encuentra localizado en el segmento norte de la cordillera central colombiana, a 142 km al noroccidente de la ciudad de Bogotá y a 23 km noreste de la ciudad de Manizales. La actividad eruptiva de los últimos 10.000 años para este volcán ha sido altamente explosiva, principalmente de tipo pliniano, acompañada por ascenso y destrucción de domos. El registro geológico de esta actividad ha dado cuenta de corrientes de densidad piroclástica tanto concentradas como diluidas, caídas piroclásticas y lahares, lo cual obviamente representa un alto riesgo para las comunidades próximas al volcán.

Siendo el conocimiento de la amenaza un medio para la consecución de un fin superior que es la protección de la vida y bienes de las personas así como la resiliencia social, su divulgación y los medios empleados para tal fin, se considera necesario la creación de estrategias en la comunicación del conocimiento científico obtenido de los volcanes de tipo pliniano, no solo para la protección a la vida y bienes de las personas sino también para el desarrollo de la planificación territorial y para mejorar la resiliencia comunitaria respecto a riesgos asociados a este volcán. .

2. Descripción del problema

El análisis geológico, el desarrollo de la vulcanología y su influencia en el progreso de las sociedades se constituye en un tema que cobra vigencia cada vez que ocurre un evento volcánico en cualquier parte del mundo. El estudio y análisis del comportamiento de los fenómenos volcánicos ha ocupado buena parte del tiempo del ser humano desde que existe historia escrita siendo registrado desde épocas romanas y es inevitable ver cómo estos intentos primarios de generar conocimiento destinado a reducir la mortalidad por este tipo de amenaza, son sometidos por la necesidad de habitar sitios con alta amenaza de afectación por actividad volcánica: sea por la fertilidad del suelo que circunda estos volcanes, sea por la protección y abrigo que provee la montaña o por la majestuosidad del paisaje que ofrece, pero que no se compadece de la seguridad de quienes habitan en sus proximidades. La tendencia del ser humano, que convive en constante compañía de esta clase de amenaza, es la de llevar a cuestas la costumbre heredada de normalizar la misma presencia de este con el fin de justificar la exposición al riesgo volcánico. En el mundo existen alrededor de mil quinientos (1500) volcanes

activos (Francis, 1994), de los cuales cincuenta y siete (57) de ellos presentan actividad volcánica casi permanente y cuyas erupciones generan afectaciones a regiones enteras, teniendo la capacidad de obstruir el desarrollo de las comunidades que, por la misma disposición territorial de los asentamientos humanos obvian esta amenaza que puede transformarse en un riesgo.

En el territorio nacional, existen aproximadamente veintidós (22) volcanes catalogados como activos (Méndez, 1989), en los cuales la percepción sobre la posibilidad de reactivación de la actividad volcánica por parte de las comunidades es escasa o nula y la tendencia a la trivialización o normalización de la amenaza es alta; incluso en los volcanes Galeras y Nevado del Ruiz, los cuales permanecen en constante actividad y que en la historia reciente han hecho erupción, generando afectación al desarrollo de las comunidades circunvecinas, con la consiguiente pérdida de vidas, bienes y el aumento de los márgenes de pobreza, por la baja resiliencia que se puede presentar ante este tipo de amenazas.

Esta actividad explosiva del VCB ha tenido la capacidad de afectar un área aproximada de 2000 km^2, en lugares donde actualmente se encuentran importantes poblaciones, como la ciudad de Manizales, en la que el registro geológico muestra más de 3 metros de espesor acumulado de caídas piroclásticas pumíticas, provenientes de varios eventos eruptivos. Así mismo, importantes registros de la actividad explosiva se encuentran en los municipios de Herveo, Neira, Chinchiná, Villamaría y Palestina, entre otros, representando una población cercana a los 680.000 habitantes (DANE, 2018), que en caso de materializarse en la actualidad, podrían ser afectadas principalmente por caídas piroclásticas y localmente por flujos piroclásticos, mientras que las cabeceras municipales

de San Sebastián de Mariquita, Honda y La Dorada, se verían afectadas por lahares que descenderían por las cuencas de los ríos Gualí, Guarinó y Magdalena, impactando alrededor 200.000 habitantes.

En el área donde se ha encontrado registro geológico de la actividad del VCB, también se encuentran infraestructuras importantes para el desarrollo económico de los departamentos de Caldas y Tolima e incluso del país, que afectarían la economía nacional y sectores tan importantes como el transporte terrestre (afectación a vías nacionales), transporte aéreo (aeropuerto nacional La Nubia e internacionales, como aeropuerto del Café y Matecaña), sector energético (embalse Cameguadua, Hidroeléctrica La Esmeralda, Central eléctrica la CHEC y sus diferentes subestaciones), económico (parque industrial de occidente Risaralda, parque industrial Juanchito Caldas), sector defensa y seguridad nacional (Base aérea de Palanquero perteneciente al comando aéreo de combate CACOM N°3 y Escuela de Aviación Marco Fidel Suarez de la Policía Nacional) además de extensas zonas agropecuarias que contribuyen a la despensa nacional y donde se encuentra gran parte del paisaje cultural y turístico del eje cafetero, sin contar obviamente la afectación a todo nivel de la economía regional y la comunicación con el resto el país.

Debido a la amplia zona que podría verse afectada en una erupción futura del VCB, el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales (OVSM) del Servicio Geológico Colombiano (SGC) está implementando metodologías encaminadas a la gestión de riesgo en volcanes con periodos de reposo prolongados debido a que la mayoría de la población que se encuentra en el área de influencia de VCB, desconoce su existencia y las amenazas a las que pueden estar expuestos. El objetivo de esta

metodología es la búsqueda a través del uso de herramientas como la divulgación social del conocimiento geocientífico para mitigar este riesgo desde lo educativo, y crear las bases para la preparación para la respuesta, contribuyendo al incremento de la resiliencia social.

Teniendo en cuenta la complejidad de este tipo de amenaza y que las estrategias que se deben diseñar para la reducción del mismo deben estar encaminadas al conocimiento de zonas seguras que permitan la supervivencia de la población, las acciones gubernamentales encaminadas a la evacuación de las comunidades, a la protección de la infraestructura social destinada a su servicio, deben contar con herramientas provenientes del conocimiento de la amenaza, así como su implementación y difusión a la población en general, haciendo asequible y comprensible la información para la protección de las comunidades ubicadas en zonas de riesgo.

Por lo tanto, es necesario crear estrategias de comunicación del conocimiento científico en torno a la actividad volcánica del VCB, con el fin de que este llegue en primera medida a las comunidades y a las entidades gubernamentales que se encuentran en el área de afectación del volcán, y así, incluir este fenómeno amenazante en los instrumentos de planificación respectivos para articular las acciones necesarias en búsqueda de una gestión del riesgo eficaz en caso de una posible erupción.

3. Antecedentes

El concepto de estudio de la afectación social, económica y cultural por efecto de la materialización de eventos de origen volcánico se encuentra anclado a la historia y al desarrollo de las sociedades que conviven con esta amenaza latente y que a lo largo del

tiempo han monitoreado y registrado su comportamiento. Desde Plinio el Joven (año 79 D.C), y su narración referente a la erupción del volcán Vesubio, que arrasó con las ciudades de Pompeya, Herculano, Estabia y Oplontis, hasta los estudios realizados para prevenir la pérdida de vidas durante la activación del volcán St. Helen (1981), pasando por ejemplos trágicos como los sucedido en la activación del Volcán nevado del Ruiz (1985), es posible inferir que la respuesta social a esta clase de amenazas tiene una fuerte relación con el conocimiento del mismo y con la preparación para la respuesta en caso de su materialización (Felpeto, 2001).

Referente a nuestro objeto de análisis, el VCB ha sido objeto de diversos estudios tanto de su historia eruptiva como su petrografía y geomorfología. Herd (1974), realizó un estudio sobre la glaciología y volcanología de las zonas altas comprendidas entre los ríos Combeima y Gualí de lo que anteriormente se conocía como Complejo volcánico Ruiz – Tolima. Además, fue la primera persona en reconocer a Cerro Bravo como un volcán. Monsalve (1992), hace una descripción general sobre el volcán y su petrografía. La CHEC, (1983), incluye a este volcán dentro de los estudios de exploración geotérmica y presenta una datación de uno de sus productos más recientes. Por otro lado, Thouret et al., (1985), proponen un esquema volcano-estructural para Cerro Bravo, donde el volcán se encuentra construido dentro de la estructura denominada por este autor como la “depresión volcano–Tectónica de Letras”. Calvache et al., (1987), hacen una primera aproximación a la dinámica eruptiva del VCB.

Por su parte, Lescinsky (1990), llevó a cabo una serie de estudios vulcanológicos y petrológicos detallados de Cerro Bravo moderno y adicionalmente hace un análisis preliminar de la amenaza, de acuerdo a las conclusiones de su trabajo; describe a VCB

como un estratovolcán con una edad de 50.000 A.P., constituido por tres edificios superpuestos, donde en los dos más recientes se tienen remanentes de domos.

En cuanto a la evaluación de la amenaza, Monsalve (1991), presenta los resultados de los trabajos geológicos y elabora el mapa preliminar de amenaza volcánica. Por otra parte, Díaz (1991), quien participó en la fase de toma de datos sobre los piroclastos de caída durante los trabajos realizados por INGEOMINAS en el volcán Cerro Bravo, en su trabajo de grado retomó los datos de Monsalve presentando un bosquejo geológico del volcán. Monsalve y Núñez (1992), con la información existente complementada con trabajo de campo, presentó el mapa preliminar de amenaza volcánica del volcán Cerro Bravo. Gil - Cruz (2001), realizó una sinopsis general sobre el volcán y reportó datos sobre las actividades del monitoreo en el mismo, llevado a cabo por el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales. En la gestión del riesgo y los instrumentos de planificación, el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca Hidrográfica del río Guarinó (POMCA), realizada en el 2015, dentro de la fase de diagnóstico del documento, presenta un análisis general de las amenazas que podría representar una posible erupción del volcán en esta cuenca.

El Plan Municipal de Gestión de Riesgo de Villamaría Caldas (PMGRD) elaborado en el año 2017, identifica en los escenarios de riesgo por erupciones volcánicas que podrían afectar el territorio reconociendo al VCB como un fenómeno amenazante de origen natural. En el POMCA del río Chinchiná la actividad volcánica se definió a partir de los mapas de amenaza elaborados por el Servicio Geológico Colombiano (1999), los cuales identifican que la cuenca del río Chinchiná, se encuentra dentro del área de influencia del VCB. Así mismo, El PBOT del municipio de Neira en Caldas, hace una recopilación

detallada de información geológica del territorio e identifica muy bien las amenazas a las que se puede estar enfrentando, tiene claro que toda el área rural se podría ver afectada por caída de piroclastos y que la parte alta de la cuenca del río Guacaica estaría expuesta a corrientes de densidad piroclástica (CDP), aunque no tienen claridad cuál es la fuente de esta actividad volcánica (Gil - Cruz, 2001).

Los antecedentes de acciones comunicativas y de interacción entre las entidades encargadas del monitoreo y la generación de conocimiento respecto al riesgo volcánico han sido variadas y de variable éxito. Ejemplos positivos como el implementado por el Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) durante la erupción del volcán Mount Saint Helen en el año 1981, permitieron una interacción entre los comunicados emitidos por el Servicio Geológico de los EEUU, con las comunidades afectadas y con las entidades de primera respuesta, teniendo como resultado una baja incidencia de muertes (más no así de pérdidas económicas) por efecto directo de la activación del mencionado volcán (De la Cruz - Reyna, 1999). Así mismo, esta capacidad de articular la información aportada por las entidades de conocimiento, aunado al desarrollo de actividades de preparación para la respuesta comunitaria permitieron una evacuación hacia zonas seguras en tiempos relativamente cortos (en promedio, 8 horas desde las zonas más apartadas).

No todas las respuestas de carácter preventivo dependen de la alta cantidad de recursos con que puede contar un país del primer mundo. Ejemplos paradigmáticos como el de Filipinas en 1991, que ante la inminente activación del volcán Pinatubo realizaron actividades preventivas enfocadas en la difusión de la información a la sociedad que superaron la misma gestión de las acciones gubernamentales al vincular a las

comunidades tribales en la difusión de actividades preventivas para reducir el riesgo por la erupción. El paradigma de su capacidad de articulación de la comunicación del riesgo junto con los distintos niveles de respuesta a la amenaza permitió que esta emergencia, a pesar de ser catalogada como la erupción volcánica más explosiva de la historia, sólo tuviese un porcentaje de fallecidos sobre personas afectadas del 0.02%. (Chester, 2001)

Así mismo, como ejemplo cercano en el tiempo, se cuenta con el antecedente de la emergencia producida por la activación del Volcán Calbuco del año 2015, en la cual la capacidad institucional, gubernamental, científica, medios de comunicación e incluso de la empresa privada, permitió la difusión a través de medios tecnologicos de informacion en tiempo real sobre esta amenaza, contribuyendo a la realización de acciones preparatorias que evitaron la muerte o afectación a la vida de más de cinco mil pobladores de las zonas de riesgo. Esta articulación permitió no solo que la afectación a la vida fuera baja, sino también que la afectación económica lo fuera, permitiendo una recuperación post desastre rápida.

Por otra parte, entre los antecedentes menos exitosos de comunicación fluida entre las entidades para el monitoreo, análisis, evaluación del riesgo y preparación para la respuesta, encontramos ejemplos lamentables como lo fueron la erupción del Volcán Chichonal en México en 1982 (CENAPRED, 2012) y el volcán nevado del Ruiz en 1985, en el cual las principales fallas en la transmisión de la información fueron enfocadas no a la calidad y cantidad de la información, sino a la falta de fluidez y baja difusión de la misma, aunado a una alta confianza social en que no se habían presentado antes erupciones o situaciones de riesgo con estos volcanes, con las consecuencias conocidas (la desaparición de una ciudad en Colombia y de dos centros poblados en México).

4. Justificación

La urbanización extensiva de los territorios ha traído múltiples consecuencias a nivel social y ambiental, así como nuevos retos a los gobiernos locales para proporcionar condiciones seguras y dignas para la habitabilidad de las urbes. La adaptación de programas de vivienda, de auxilios para adquisición de terrenos, de implementación de políticas restrictivas y prospectivas respecto al riesgo de desastre contribuyen a poner límites a esta urbanización que junto con el progreso conlleva riesgos, que a pesar de ser tangibles y presentes en el cotidiano, pasan a ser parte del paisaje y de la historia de las comunidades que conviven con él, hasta el punto de volverlo algo normal o repetitivo en el tiempo: se vuelve casi que un familiar incómodo, que a veces hace manifiesta su presencia para hacer daño.

Los efectos sociales y económicos de la materialización de la amenaza volcánica suelen ser dinámicos y están directamente relacionados con la expansión territorial, toda vez que la amenaza se hace más notoria y ominosa cuanto más esté poblado el territorio, aumentando por ello el nivel de exposición y la probabilidad de afectar a personas o infraestructura, siendo imperativo establecer acciones no solo desde lo restrictivo sino también desde lo educativo para contribuir a concientizar y mitigar el riesgo a través de la preparación para la respuesta institucional, la prevención y la respuesta comunitaria de estas poblaciones que continuamente viven en alta vulnerabilidad ante riesgos que no es posible suprimir, por ser parte predominante de la geología del territorio. Es en este espacio que la educación comunitaria y la divulgación del conocimiento encuentra un nicho en el cual prosperar para cumplir con su finalidad: fortalecer la resiliencia

institucional y de la población, contribuyendo a reducir el número de víctimas que puede causar un evento de esta categoría.

Para poder desarrollar este tipo de actividades de comunicación, es necesario la articulación de las entidades locales, regionales y nacionales que propenden por reducir el riesgo de desastres. El punto de partida no es solo de los actores educativos sino de todos los estamentos públicos y privados que pueden contribuir con la mitigación del riesgo, a través de la implementación de las herramientas de planificación territorial, de la correcta implementación de los planes de ordenamiento territorial en la designación de zonas de riesgo no mitigable y zonas de protección, de la inclusión de estos riesgos en sus planes municipales de gestión del riesgo y obviamente en sus estrategias de respuesta a emergencias.

El Servicio Geológico Colombiano ha realizado y sigue actualizando bajo técnicas modernas de investigación, la evaluación de la amenaza volcánica que podría afectar al país y desde el año 2018, se están adelantando labores de investigación para realizar la actualización del mapa de amenaza del VCB, arrojando nuevos resultados de la magnitud e intensidad con que el territorio fue afectado por erupciones ocurridas en el pasado, determinando las áreas de afectación que podrían llegar a tener, además del continuo monitoreo volcánico ante la posibilidad de un cambio en el nivel actividad del mismo.

5. Objetivos

General

- Desarrollar una estrategia de comunicación de gestión de riesgo enfocada en el conocimiento científico a través de una pieza gráfica informativa, hacia las entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastre por una posible erupción del volcán Cerro Bravo

Específicos

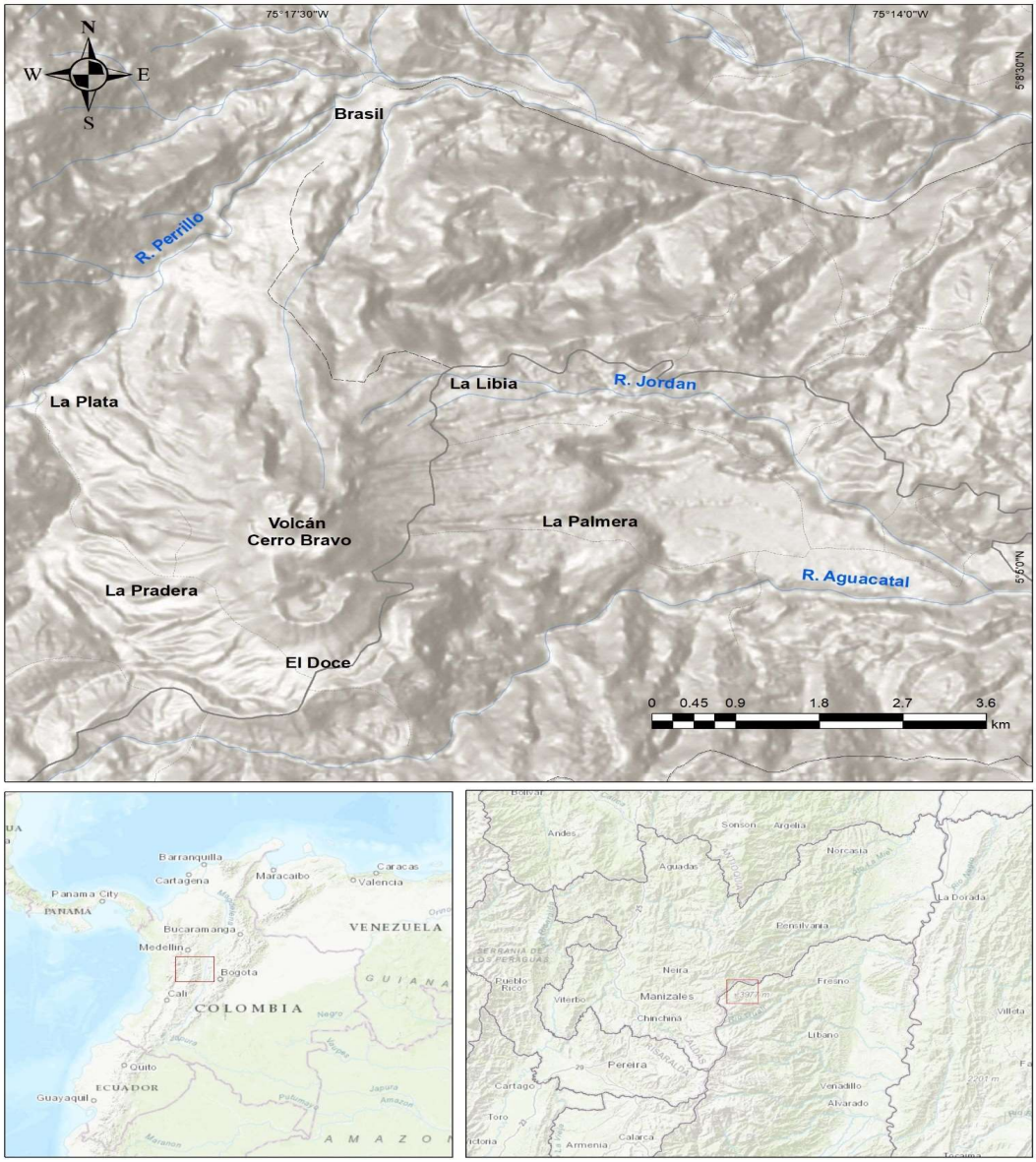
- Identificar la percepción del riesgo de las comunidades frente al escenario de riesgo por erupción volcánica de Cerro Bravo.
- Proponer por medio de la creación de una pieza gráfica la apropiación social del conocimiento del riesgo geocientífico y geológico del Volcán Cerro Bravo a las comunidades de su área de influencia.

6. Contexto geográfico de estudio

El Volcán Cerro Bravo (VCB), está localizado sobre la Cordillera Central de Colombia, en el norte del departamento del Tolima, en cercanías al límite con el departamento de Caldas, tiene una altura de 3977 m.s.n.m. y presenta una forma semi-piramidal alargada en sentido sur norte, se encuentra desplazado alrededor de 6 km del eje de la cordillera, con un fuerte control estructural lo que hace que sus cuencas hídricas dirijan sus aguas hacia el flanco oriental de la cordillera (Figura 1). Presenta un patrón de drenaje sub-radial con dos sub-cuencas que nacen en su parte alta, las subcuencas de los ríos Perrillo y Aguacatal, las cuales desembocan en los ríos Guarinó y Gualí, respectivamente, y estos a su vez drenan sus aguas al río Magdalena.

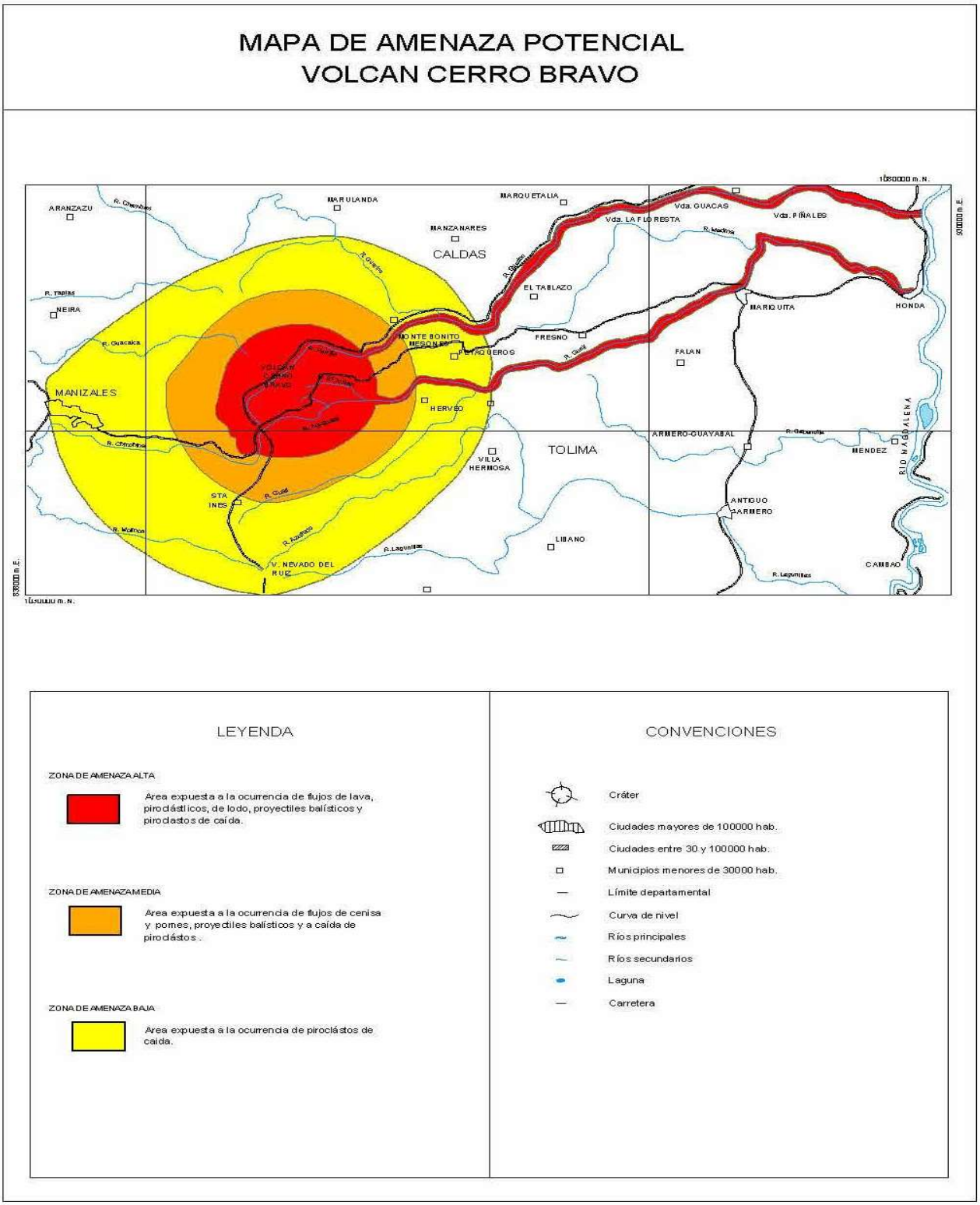
Las cuencas principales que nacen en el VCB drenan sus aguas hacia el Este, siendo afluentes del Río Magdalena: la del Río Gualí y la del Río Guarinó, estas cuencas también drenan las aguas provenientes de los volcanes Nevado del Ruiz, Romeral y Guadalupe; las subcuencas provenientes directamente del VCB son las de los ríos Aguacatal y Perrillo las cuales presentan un fuerte control estructural dirigiendo su corriente con una tendencia general hacia el noreste.

Mapa N° 1. localización del volcán Cerro Bravo.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano

Mapa N°2. Área de afectación por erupción del Volcán Cerro Bravo



Fuente: Servicio Geológico Colombiano

En la zona de influencia del VCB se encuentran poblaciones como: Manizales, Villamaría, Chinchiná, Palestina, Neira, Aranzazu, Salamina y la Dorada en el departamento de Caldas además de Herveo, San Sebastián de Mariquita y Honda en el departamento de Tolima (Figura 2), siendo una zona extensa donde las actividades sociales, culturales y económicas son amplias e incluyen la ganadería multipropósito, pesca y agricultura, las cuales contribuyen con la economía local y departamental, sirviendo de sustento a numerosas familias.

7. Marco teórico

La actividad que presentan los volcanes alrededor del mundo y su monitoreo permite establecer acciones anticipatorias destinadas a la reducción del riesgo en las comunidades instaladas en zonas de amenaza por su activación (De la Cruz, 1999). Con el crecimiento de estas poblaciones en áreas vulnerables, la probabilidad de que en el futuro más personas se vean afectadas por erupciones volcánicas, es proporcional a la expansión de los centros poblados. Esta necesidad de expansión trae consigo retos para la planificación territorial, la prevención y respuesta dirigida a las comunidades expuestas. El desafío actual visto desde la perspectiva del conocimiento del riesgo, se encuentra en cómo comunicarse con una población vulnerable respecto a un riesgo específico (en nuestro caso, amenaza volcánica) para que, cuando sea el momento propicio, se tomen las medidas adecuadas para mitigar o evitar la pérdida de vidas y medios de vida. (Fearnley, C. et al, 2018)

La capacidad tecnológica para la predicción de erupciones a largo plazo es cada vez más importante para la toma de decisiones sobre el uso de la tierra, la ubicación segura de grandes proyectos civiles como represas, plantas industriales y nucleares, y áreas para la eliminación de desechos radiactivos. Además, se requiere una evaluación cuantitativa de los peligros de los volcanes en áreas asentadas para identificar las infraestructuras estratégicas, así como las ubicaciones de las rutas de evacuación más seguras y los refugios de emergencia. La evaluación moderna de los peligros de los volcanes combina estudios volcánicos, geológicos, petrológicos y geoquímicos de actividad reciente (miles a decenas de miles de años), junto con estudios geofísicos

destinados a investigar el sistema de alimentación de los volcanes (Rosi, 1996, p631-674).

Si bien los medios tecnológicos y científicos destinados a medir las variables que evidencian los signos que anteceden a una potencial amenaza volcánica son cada vez más precisos, la predicción precisa y exacta del carácter de la próxima erupción en un volcán aún no es posible. Sin embargo, la probabilidad de ocurrencia, el tipo de fenómenos esperados y la extensión de las áreas vulnerables al peligro se pueden obtener estadísticamente extrapolando los patrones pasados de actividad volcánica en el futuro (Newhall, 1982). Un enfoque estadístico se justifica por el hecho de que los volcanes son sistemas complejos en gran medida regulados por procesos aleatorios: el comportamiento futuro no puede ser previsto sobre una base determinista (Rosi, 1996). Se han utilizado modelos de fenómenos eruptivos calibrados contra erupciones pasadas para producir mapas de amenazas asistidos por computadora (Sheridan y Malin, 1983 en Rosi, 1996, p 631-674). Con base en estos estudios y en las probabilidades de calcular de forma aproximada el comportamiento de una amenaza volcánica, es posible anticipar la respuesta social ante la misma, a través de acciones educativas, pedagógicas e informativas respecto a la amenaza, partiendo del principio de que al enemigo se le derrota conociendo su actuar, situación que se puede contemplar dentro de modelos de información del riesgo como lo es la “comunicación de crisis volcánica” (Stewart et.al., 2018), la cual se puede interpretar como los parámetros utilizados para abarcar todas las formas de comunicación durante una crisis volcánica: desde la comunicación entre el equipo de monitoreo y los científicos, la interpretación y toma de decisiones y la comunicación entre las diferentes partes interesadas (comunidad científica, entes

gubernamentales y privados, comunidad) sobre los planes y protocolos de prevención y respuesta ante la amenaza y el momento oportuno para su implementación (Stewart et.al., 2018, p24-49)

Las crisis volcánicas a lo largo del mundo han permitido generar retroalimentación para afinar sus procesos, tomando los mejores procedimientos y prácticas para ser utilizadas, con el consecuente beneficio al aprendizaje de la comunidad vulcanológica, ayudando a definir diferentes roles en estas situaciones y mejorando sus capacidades tanto de respuesta como de prevención (Antayhua, 2001). Esta labor redunda no solo en beneficio de la comunidad que se encarga del estudio de los fenómenos asociados a la vulcanología, sino también contribuye a la articulación y mejoramiento de los procedimientos de entidades educativas, sociales, de protección civil y de primera respuesta a emergencias, así como a los gobiernos locales que deben contar dentro de sus estrategias de respuesta a emergencias con el riesgo vulcanológico. Si bien esto ha contribuido de manera exitosa a la mitigación del riesgo, no significa que no se hayan producido víctimas y tragedias volcánicas (Williams, 1998), las cuales requieren de una reflexión autocrítica respecto a las formas y medios cómo se transmitió el conocimiento a las partes interesadas. Un ejemplo de esto puede ser la comunicación ineficaz de la amenaza en los días anteriores y durante la erupción del Nevado del Ruiz en Colombia en el año 1985, la cual desencadenó una catástrofe con más de 23.000 muertes. Esto no se debió a un conocimiento científico o tecnología inadecuados, sino más bien a la falta de eficiencia de las comunicaciones y del contenido de la información, en las que autoridades locales y la comunidad no respondieron a las advertencias o en su defecto trivializaron y subestimaron la amenaza, además de una insuficiente información

transmitida desde lo gubernamental (Robertson, 2001), siendo sorpresivo para las comunidades afectadas, toda vez que se realizaron esfuerzos desde lo científico y educativo para educar a la población sobre los riesgos, (prevención) y porque se emitió una alerta indicatoria del cambio en el nivel de actividad del volcán, el cual no fue atendido de forma apropiada con acciones tendientes a salvaguardar la vida e integridad de los pobladores de Armero, Chinchiná y Villamaría.

En esta catástrofe, la parte educativa enmarcada en la preparación comunitaria para la respuesta no estuvo exenta de fallos: se puede inferir que una falta fundamental de comprensión de la terminología utilizada en las campañas educativas llevó a la comunidad de Armero a percibir el riesgo de manera menos significativa e incluso como una situación inocua (Bailey, 1993). La materialización de la tragedia puso de relieve el papel de los científicos en la respuesta a las crisis y la necesidad de colaborar eficazmente con las partes interesadas y teniendo la capacidad de poder dar la información obtenida de manera clara y accesible a toda la comunidad, reconociendo que es posible que la audiencia no posea la misma comprensión de la jerga con la que los científicos se sienten cómodos o a la que esta acostumbrados en su medio y con el acompañamiento institucional que debe existir en situaciones en las cuales está en juego la vida e integridad de comunidades enteras. (Fearnley, C. et al, 2018, p 18).

Así mismo, la escasa o nula respuesta ante amenaza volcánica por parte de las entidades encargadas de su gestión se pueden contar dentro de las falencias asociadas al desarrollo de la emergencia. De la Cruz (1996), identificó que la gestión integral de emergencias volcánicas se ha infravalorado, en parte debido a las complejidades de la sociedad, encontrando que las advertencias aportadas desde lo científico respecto al

riesgo de volcanes son obstaculizadas en gran medida por debilidades institucionales en los procedimientos e infraestructuras de respuesta a emergencias, procedimientos inexistentes o poco estructurados, mala integración e intercambio de información crítica, así como “comunicaciones ineficaces entre científicos, tomadores de decisiones y la población afectada”, concluyendo que la comunicación del riesgo debe tener una mayor atención, toda vez que es la información la que permite integrar las capacidades para la atención adecuada a las emergencias (Fearnley, C. et al, 2018, p 18).

Dentro de esta gama de ejemplos en los cuales la sinergia institucional y la comunicación del riesgo no han producido los efectos deseados, se encuentra el Volcán Chichonal en México, que en el año 1982 produjo una erupción pliniana con un índice de explosividad volcánica (IEV) de 5: Con base en esto, el servicio geológico mexicano realizó estudios que advertían de la inminencia de su erupción, pero no tuvo amplia difusión. A pesar de que el volcán tuvo manifestaciones de actividad desde un año antes de su erupción principal, fueron pocas las acciones realizadas desde lo gubernamental, los cuales en un caso similar al colombiano, trivializaron la información y no activaron los protocolos debidos para poder anticipar la respuesta institucional a la emergencia, lo cual causó aproximadamente tres mil muertes por causa directa de la erupción, desapareciendo los municipios de Francisco León y Chapultenango (Monmonier, 1996).

Pero no todos los casos de comunicación del riesgo tienen que pasar por el duro aprendizaje del ensayo y el error. Casos exitosos de comunicación del riesgo han permitido salvar vidas y reducir las pérdidas económicas en los territorios afectados por erupciones volcánicas plinianas. Dentro de esta gama se puede contar la erupción el volcán Calbuco en el año 2015, durante el cual la capacidad de respuesta institucional y

gubernamental, aunada a sistemas de alerta tecnológicos y la realización de acciones comunicativas dirigidas a los pobladores de las zonas de riesgo a través de medios masivos de comunicación, redes sociales y con una adecuada respuesta institucional referente a la concientización de las comunidades respecto al riesgo, así como la participación de las comunidades , contribuyeron a la reducción de víctimas mortales y a la oportuna evacuación de aproximadamente cinco mil personas que se encontraban en la zona de impacto principal (Stewart, 2018).

Otros eventos volcánicos de carácter pliniano, tales como la erupción del volcán Pinatubo en Filipinas (1991), demostraron que las acciones preventivas e informativas en preparación para la respuesta de las entidades de conocimiento del riesgo (mayoritariamente el Instituto Filipino de vulcanología PHIVOLCS y el Servicio Geológico de los Estados Unidos), organizaciones no gubernamentales, medios de comunicación y representantes de comunidades tribales, suplieron por un amplio margen la respuesta institucional a la emergencia, toda vez que las comunidades nativas de las zonas de riesgo pudieran evacuar con tiempo suficiente para evitar el riesgo, a pesar de tratarse de un volcán con una historia no muy reciente de actividad (su último registro de actividad había sido 500 años atrás). La articulación de la comunicación del riesgo junto con los distintos niveles de respuesta a la amenaza permitió salvar más de cuatrocientas mil vidas de personas que solían vivir en zonas cercanas al volcán, teniendo 847 víctimas, cifra relativamente baja, al tener en cuenta la alta exposición a la amenaza y que la erupción de este volcán tuvo un índice de explosividad volcánica (IEV) de 6, siendo catalogado como el más explosivo del siglo XX (Bailey, 1993).

Así mismo, es necesario tener en consideración el efecto de los sistemas de alerta temprana en la prevención y en la difusión de la información científica en tiempo real, así como su dispersión entre las comunidades que pueden verse afectadas: un claro ejemplo de esto pueden ser las acciones realizadas con anterioridad a la activación del volcán St. Helen, en las cuales las capacidades de diferentes estados norteamericanos, así como la FEMA fueron articuladas para establecer las diferentes áreas de afectación y las zonas de evacuación que deban ser atendidas de forma prioritaria: esta priorización fue oportuna en el momento de determinar los recursos que debían dirigirse a la atención de la emergencia. La difusión de la información actualizada de las escalas de urgencia y de la identificación de las áreas de afectación, así como de los lugares hacia los cuales se debía dirigir la comunidad, permitieron que tanto la comunidad científica, el gobierno federal y los estados directamente afectados (Washington y Oregón), así como la comunidad en general pusieran en marcha sus planes de respuesta a la emergencia. Esto no impidió que las consecuencias económicas fueran devastadoras (más de 2.000 millones de dólares de la época, constituye la segunda emergencia más costosa en la historia de la Unión Americana) y que, en un área de afectación de más de 500 km cuadrados, se presentara el fallecimiento de 57 personas. La recuperación económica se logró, de acuerdo con un estudio realizado por la International Trade Commission, solicitado por el Congreso de los Estados Unidos (1983), en el lapso de los siguientes 12 meses.

Por otra parte, en lo referente a la estandarización y medición de la información obtenida en la investigación, la revisión de los medios para la recopilación de la información necesaria para llevar a cabo una caracterización de datos que permitan

obtener inferencias de la percepción de la comunidad respecto a un tema en particular, tenemos en cuenta la realización de encuestas para la obtención de esta: las que más se acercan a la necesidad planteada en la presente monografía son las encuestas de tipo descriptivo, las cuales buscan recopilar y documentar actitudes o condiciones presentes, fundamentadas sobre preguntas estructuradas de forma cerrada, es decir que se enfoquen en lo que el investigador desea corroborar o descartar, siendo estas cuantificables de manera más expedita.

De igual manera, la estructuración de las encuestas llevaron la estructura de las escala tipo Likert, la cual es una escala de calificación que se utiliza para cuestionar a una persona sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración, correspondiente a un tipo de pregunta cerrada (Allen & Seaman, 2007), teniendo unos medios de tabulación más ágiles y que cumple con unos criterios de validez y confiabilidad de constructo, toda vez que estas miden lo que el investigador propone medir en el planteamiento de su problema: la importancia de las piezas graficas o infografias en la divulgación del conocimiento geocientífico toma gran importancia en estos tiempos y más aún con la amplia difusión que se puede dar por medio de la tecnología y de las redes sociales.

En el ámbito científico, la comunicación visual ha adquirido un especial protagonismo en la transmisión del conocimiento. Así, por ejemplo, en los últimos años se ha producido un incremento notable de la cantidad de información gráfica incorporada en las publicaciones de índole científica y se ha producido una enorme cantidad de material en formato electrónico. Tanto las ilustraciones como las gráficas científicas ejercen un papel esencial en la comunicación científica, no como un mero accesorio del lenguaje verbal

sino como una poderosa herramienta capaz de describir con gran eficacia fenómenos complejos, utilizando texto únicamente de forma complementaria (Muñoz, 2010).

Actualmente, la posibilidad de transmisión de información en formato electrónico, ya sea mediante dispositivos de almacenamiento o mediante su publicación en línea a través de redes de informáticas de comunicación, principalmente de Internet, ha dinamizado de manera extraordinaria la transferencia del conocimiento científico. Hay que valorar especialmente la versatilidad que ofrecen los distintos formatos de archivo multimedia, entre cuyas características destaca la posibilidad de interacción de los usuarios con las imágenes o vídeos (Muñoz, 2010).

La demanda de ilustraciones científicas ha aumentado de forma considerable en los últimos años. Actualmente, este tipo de ilustraciones aparece, entre otros medios, en libros especializados, revistas profesionales o divulgativas, películas o vídeos educativos, programas informáticos para el aprendizaje, presentaciones y carteles para congresos o reuniones científicas, folletos publicitarios o para la difusión de conocimiento y programas de televisión. De este modo, la ilustración científica juega un importante papel, contribuyendo a acercar la ciencia al público general (Muñoz, 2010).

8. Marco normativo

Con el fin de poder incorporar el estudio y las acciones pedagógicas encaminadas a la mitigación del riesgo volcánico es importante conocer las distintas posiciones y acciones de restricción y protección que brinda la legislación colombiana, fundamentada en la norma prima de la gestión del riesgo en Colombia (ley 1523 de 2012), que habla sobre los tres componentes de la gestión el riesgo y en los cuales tanto la reducción del riesgo (a través de acciones de mitigación), como el manejo del riesgo (a través de la preparación para la respuesta) juegan un papel determinante en el fortalecimiento de las comunidades a través de la resiliencia y del conocimiento de la amenaza del riesgo existente, fundamentada en la definición de amenaza brindada por la misma ley.

Pero su definición no solo puede quedar plasmada en el papel sino también en la identificación de las variables que hacen que esta amenaza se convierta en un riesgo para la comunidad, motivo por el cual la caracterización de amenaza es importante en la elaboración de planes destinados a la protección de la comunidad, la orientación del conocimiento, la mitigación de los factores amenazantes, la articulación de las capacidades locales y el uso de las herramientas otorgadas por el conocimiento del riesgo para la planificación territorial deben contar con instancias territoriales de gestión del riesgo que las ejecuten y las hagan asequibles a la comunidad, en concordancia al carácter de construcción social de la gestión el riesgo.

Por otra parte, la ley 388 de 1997 habla de la necesidad de establecer la zonificación del riesgo con el fin de determinar las acciones a realizar para reducir las amenazas. Esta zonificación se alcanza a través del conocimiento del riesgo, pero se convierte en letra

muerta si no es socializada con el fin de implementar estrategias que contribuyan a conocer la delimitación geográfica de las zonas de riesgo y las acciones que coadyuven a mitigar el riesgo de afectación social y económica por erupción volcánica, cuyo espacio de consolidación se encuentra en las herramientas de planificación territorial: esto es posible de inferir, tomando como referente el decreto 1807 de 2014, en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento, toda vez que la inclusión en estas herramientas, contribuyen a su difusión y al establecimiento de políticas municipales para la reducción del riesgo de desastres, que tienen por objetivo final el mejoramiento de las condiciones de seguridad y convivencia ciudadana y la armonización de los territorios, convirtiendo a las comunidades en resilientes ante el riesgo de desastres, a través de la planeación y ejecución de políticas y directrices referentes a la prevención de amenazas y riesgos naturales, plasmados en los PMGRD y en las Estrategias de Respuesta a Emergencias (EMRE), y que contemplan acciones de prevención y mitigación de estas amenazas (caso particular de análisis, amenaza de activación volcánica), siendo estas acciones, vinculantes a todas las entidades públicas, privadas y a los habitantes del territorio, dando así cumplimiento al decreto 1807 de 2014, referente a la “incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial” y al decreto 2157 de 2017, “por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012”.

Esta inclusión debe darse tanto en la parte geológica como en la parte hidrográfica, siendo necesario la identificación, conocimiento y delimitación de las amenazas y análisis de vulnerabilidad en herramientas tales como los Planes de Ordenamiento de Cuencas

Hidrográficas (POMCA), con el fin de realizar la planificación de acciones preventivas de los riesgos derivados por efectos de actividad sísmica en las cuencas hidrográficas, en concordancia al decreto 1640 de 2012, “Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas”.

La obtención del conocimiento que permita predecir el comportamiento del riesgo a lo largo del tiempo no solo debe contemplar la posibilidad de reducir el número de víctimas o de pérdidas en infraestructura vital, sino que también debe contribuir al desarrollo de las comunidades en lo que respecta al uso del suelo y a la posibilidad de acceso a vivienda digna, al establecer dentro de las acciones a desarrollar en los planes territoriales de ordenamiento las zonas riesgo no mitigable y su consecuente paso a zonas de protección, que en su mayoría son habitadas por comunidades que no cuentan con recursos o medios suficientes para adquirir vivienda en zonas seguras, siendo necesario el establecimiento de planes de inversión social y reubicación de afectados por amenazas naturales o antrópicas, que sean sustentables en el tiempo, de acuerdo a lo contemplado en el decreto 1077 de 2015, “Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio”.

9. Marco conceptual

Todas las erupciones volcánicas explosivas generan tefra, fragmentos de vidrio, roca y minerales que se producen cuando el magma o material del conducto volcánico se desintegra explosivamente. Las cenizas volcánicas (tefra <2 mm de diámetro) son expulsadas hacia arriba dentro de la columna eruptiva y se transportan a favor del viento, cayendo por suspensión y afectando potencialmente a comunidades y tierras de cultivo a través de cientos, o incluso miles de kilómetros cuadrados. Las caídas de piroclastos son las que cubren más área y tienen una mayor frecuencia entre los peligros planteados por las erupciones volcánicas. Aunque las caídas de piroclastos rara vez ponen en peligro la vida humana directamente, la interrupción y el daño a los edificios, los servicios de infraestructura crítica, la aviación y la producción primaria pueden conducir impactos y costos sociales sustanciales, incluso con un espesor de depósito de sólo unos pocos milímetros (Stewart et.al., 2018, p24-49).

La observación volcánica comenzó de manera estructurada a principios del siglo XX. Los primeros observatorios se establecieron en Asama, Japón y Hawai, EE. UU. (Tilling, 1989). A medida que aumentaron las observaciones, creció el papel de los vulcanólogos en la gestión y mitigación de riesgos. Las crisis progresivas han impartido lecciones a la comunidad vulcanológica, ayudando a definir diferentes roles en estas situaciones. Si bien esto condujo a grandes éxitos, en los que los vulcanólogos trabajaron estrechamente con las autoridades de defensa civil, también se produjeron tragedias volcánicas, que requirieron una reflexión sobre cómo se comunicó el conocimiento a las partes interesadas. (Fearnley, et al., 2018, p17)

La mitigación del riesgo volcánico depende de las siguientes capacidades: (I) pronóstico a corto plazo de erupciones; (II) pronta evacuación de personas de áreas peligrosas; y (III) el desarrollo de planes de uso de la tierra destinados a reducir la devastación futura por fenómenos eruptivos. Se espera que la protección de las poblaciones que viven en áreas peligrosas mejore significativamente en el futuro cercano, principalmente debido a los avances tecnológicos y científicos anticipados en el monitoreo de volcanes, así como a una mejor capacidad de las agencias de defensa civil para manejar emergencias volcánicas. Sin embargo, la escala y la frecuencia de las pérdidas económicas parecen estar destinadas a aumentar dramáticamente, a medida que las regiones volcánicas de todo el mundo están cada vez más pobladas. (Rosi, 1996, p 631-674). Una pregunta fundamental relacionada con la mitigación del peligro volcánico es la capacidad de hacer pronósticos a largo plazo de la actividad volcánica (Scott, 1989 en Rosi, 1996, p 631-674).

El conocimiento de los fenómenos esperados, así como la evaluación de la probabilidad de erupción, son de hecho esenciales para preparar planes de contingencia, planes de preparación para desastres y estrategias de planificación del uso de la tierra (Tilling, 1989 en Rosi, 1996, p 631-674).

10. Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se tomó como metodología de trabajo la investigación de tipo cuantitativo, toda vez que, de acuerdo a lo planteado para el desarrollo del trabajo, se realizaron actividades de medición a través de evaluación pre test – post test, con el fin de medir el impacto de la actividad realizada y contribuir a inferir el tópico objeto de investigación. Siendo el tipo cuantitativo la que más se aproximó a la metodología que se requiere para recolección, medición, análisis de datos y exposición de resultados con el fin de determinar la correlación existente entre la variable capacitación y la variable preparación para la respuesta ante fenómenos volcánicos de una muestra representativa, cuyos resultados permitan la realización de inferencias respecto a la población de la cual procede la muestra, estableciendo vínculos causales (o no) entre las variables, existiendo la probabilidad de generalizar sus resultados a toda la población que se podría ver afectada por la actividad del VCB.

El proyecto se desarrolló en cuatro (4) fases durante cinco (5) meses:

- La primera fase, recopilación bibliográfica, en la cual se revisó no solo los antecedentes históricos nacionales sino los antecedentes históricos internacionales de erupciones volcánicas y la afectación a poblaciones vulnerables, así como acciones exitosas de comunicación del conocimiento científico que permitieron reducir el riesgo de desastres. Así mismo, se hizo una compilación, consulta y análisis de la documentación relacionada con la comunicación del conocimiento científico y fue desarrollada durante los primeros tres meses, siendo transversal a las dos siguientes fases.

- La segunda fase, la construcción de dos encuestas y una prueba piloto: una se elaboró con el fin de medir el conocimiento en general en cuanto a la presencia en el territorio de otros volcanes diferentes al volcán Nevado del Ruiz y en especial al conocimiento del volcán Cerro Bravo. La segunda encuesta se elaboró con el fin de medir la eficaz divulgación del conocimiento científico y la percepción de otras estructuras volcánicas en la zona; esta fase se desarrolló en el segundo y tercer mes del proyecto.
- La tercera fase se enfocó en la creación de una estrategia de comunicación del conocimiento científico (estructuración de una pieza gráfica informativa), relacionada con la caída de piroclastos y la actividad volcánica del volcán Cerro Bravo y su posible ámbito de afectación: esta actividad se desarrolló durante el tercer y cuarto mes del proyecto.
- La cuarta y última fase, la implementación de la segunda encuesta, la cual midió la eficacia de la estrategia de comunicación a través de la apropiación del conocimiento y la percepción de la actividad volcánica del volcán Cerro Bravo, así como la afectación por caídas piroclásticas en su área de afectación.

10.1 Encuestas.

Con el fin de realizar una medición de los conocimientos existentes en la comunidad respecto a la amenaza presente en el territorio, se realizó una encuesta en una población próxima al área de influencia del VCB, en el municipio de Villamaría (Caldas). La medición se realizó de forma virtual, debido a las dificultades técnicas para la recolección de la misma de manera presencial, a través de la plataforma Google Forms, siendo contestada

por ciento treinta y nueve (139) personas. La encuesta, titulada “CONOCIMIENTO DE LA AMENAZA VOLCÁNICA”, cuenta con validez de constructo, toda vez que sus ítems buscan determinar el conocimiento previo de las personas y buscan medir este conocimiento, la cual se aplicó mediante el siguiente cuestionario, así:

10.2 Conocimiento de la amenaza volcánica

A continuación, se presenta una encuesta con el fin de saber el nivel de conocimiento de un grupo de la población de la geografía de los departamentos de Caldas y Tolima y la ubicación de volcanes en el territorio, así como de los medios de comunicación de la amenaza volcánica. La encuesta no contiene respuestas verdaderas o falsas, la finalidad es conocer su percepción respecto a la temática mencionada. Se solicita por favor sea diligenciada subrayando el enunciado de acuerdo a su percepción, conocimiento e identificación con los ítems, así:

1. ¿Pertenece a alguna entidad gubernamental? SI ____ NO ____

   ¿Cuál?

- Bomberos
- Defensa Civil
- Policía Nacional
- Ejército Nacional
- Alcaldía Municipal
- Otra

2. ¿En qué municipio reside?_____

3. ¿Reconoce algún volcán en el territorio donde vive? SI ____ NO ____

   ¿Cual?_____

4. ¿Cuáles de los siguientes cerros, reconoce como un volcán?

- Cerro Bravo

- Cerro Gualí
- Nevado del Ruiz
- Nevado de Santa Isabel
- Cerro Machin
- Paramillo de Santa Rosa
- Cerro Tusa
- Cerro Guadalupe
- Paramillo del Quindio

5. ¿Sabe usted si su municipio podría verse afectado en caso de una erupción volcánica? SI ____ NO ____

6. ¿De qué manera se mantiene enterado de los sucesos de su región?

- Noticieros nacionales
- Noticieros regionales
- Periodico
- Radio
- Redes sociales

7. ¿Considera ud. que tiene conocimiento suficiente sobre cómo actuar en caso de presentarse activación de un volcán en la zona donde reside? SI ____ NO ____

8. ¿Conoce usted la Página web del Servicio Geológico Colombiano, en el cual se describen los volcanes presentes en el territorio Nacional? SI_____NO_____

9. ¿Le gustaría recibir información sobre algunos volcanes de Colombia?
SI_____NO_____TAL VEZ_____

10.3 Elaboración de pieza visual

Una vez hecha la verificación bibliográfica pertinente al tema de investigación, se construyó una pieza visual con información clara y específica a la amenaza presente en el territorio. Esta pieza visual, contiene los siguientes datos:

- Datos generales del Volcán Cerro Bravo

- Zona de afectación

Con el fin de comprobar la claridad de esta pieza visual (entregable), se realizó una prueba piloto destinada a conocer la opinión sobre la información presentada en ella: dicha prueba piloto se realizó con personal perteneciente a unidades de primera respuesta de gestión del riesgo (Grupo de Manejo de Emergencias de la Región de Policía N°3) del departamento de Caldas. Para evaluar la construcción de esta pieza de conocimiento, se realizó una encuesta titulada “ENCUESTA PRUEBA PILOTO”, en la cual se estipularon los siguientes ítems, así:

10.4 Encuesta prueba piloto

A continuación, se presenta ante Uds. una encuesta diseñada con el fin de establecer la pertinencia de la utilización de herramientas pedagógicas destinadas a informar sobre el riesgo vulcanológico en su jurisdicción y su alcance en el mismo (Tabla 1). La encuesta no contiene respuestas verdaderas o falsas, la finalidad es conocer su percepción respecto a la temática mencionada. Se solicita por favor sea diligenciada de acuerdo a su percepción, conocimiento e identificación con los ítems, de acuerdo a las siguientes puntuaciones, así:

- Marque (SI), si está de acuerdo con lo expuesto
- Marque (NO), si está en desacuerdo con lo expuesto.

Tabla 1. Encuesta prueba piloto.

N°	***ITEM***	***SI***	***NO***
1	Considero que la información incluida es pertinente a la problemática a tratar (Volcán cerro bravo)		
2	La información que se encuentra plasmada en el formato es suficiente y precisa.		
3	El lenguaje utilizado en la pieza visual es claro y de fácil comprensión		
4	La información entregada me ayuda a mejorar la percepción de la amenaza y me permitirá llevar a cabo acciones para estar prevenido ante este riesgo.		

10.5 Evaluación del impacto

La evaluación del impacto de la información presentada en la pieza visual (entregable), se realizó utilizando una encuesta diseñada por los autores siguiendo un diseño tipo escala Likert y de selección múltiple, la cual fue aplicada a una muestra aleatoria de cincuenta (50) personas, los cuales se encuentran en el área de influencia del VCB, personal de grupos de primera respuesta a emergencias a quienes les fue presentada y explicada la información diseñada. La encuesta, titulada “UTILIZACIÓN HERRAMIENTA PEDAGÓGICA”, cuenta con validez de constructo, toda vez que busca medir la significación que da el evaluador a los criterios de la investigación y que a continuación se presenta, así:

10.6 Encuesta utilización de herramienta pedagógica

A continuación, se presenta ante Uds. una encuesta diseñada con el fin de establecer la asimilación del conocimiento y la pertinencia de la utilización de herramientas

pedagógicas destinadas a informar sobre la amenaza volcánica en el área de influencia del VCB (Tabla 2). Se solicita por favor sea diligenciada de acuerdo a su percepción, conocimiento e identificación con los ítems, de acuerdo a las siguientes puntuaciones, así:

- Marque (1), si está Totalmente de acuerdo
- Marque (2), si está De acuerdo
- Marque (3), si está Ni en acuerdo o desacuerdo
- Marque (4), si está En desacuerdo
- Marque (5), si está Totalmente en desacuerdo.

Tabla 2. Evaluación herramientas de información

N°	***ITEM***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
1	Considero que la difusión de información relativa a las amenazas presentes en el territorio contribuye a la realización de acciones preventivas ante los riesgos del mismo.					
2	La implementación de las acciones preventivas ante amenazas no solo debe ser responsabilidad de las entidades territoriales, sino de todos los actores sociales presentes en las áreas de afectación y en el gobierno departamental.					
3	La creación de herramientas didácticas que informen sobre amenaza volcánica contribuyen a mejorar la percepción del riesgo y por ende, al fortalecimiento de las capacidades comunitarias para la respuesta a este tipo de eventos.					
4	Las herramientas de conocimiento de la amenaza deben ser implementadas de manera permanente y con el acompañamiento de la academia y de las entidades encargadas de hacer conocimiento del riesgo.					
5	Considero que los programas, planes y proyectos establecidos en los territorios con alta afectación por actividad volcánica deben centrarse mayoritariamente en la prevención más que en la respuesta a emergencias.					

10.7 Conocimiento y asimilación de la información.

1. El Volcán Cerro Bravo está localizado en

- Departamento del Quindío
- Al norte del Tolima, en límites con Caldas
- Departamento de Caldas
- Al oriente del departamento de Risaralda
- En el departamento de Antioquia
- No Sabe.

2. El Volcán Cerro Bravo es
- Un estratovolcán.
- Un volcán monogénico.
- Un complejo de domos
- Un volcán en escudo
- No sabe

3. La distribución de las partículas suspendidas en la atmósfera en las erupciones de tipo pliniano son controladas por

- Los ríos
- El viento
- La topografía
- No sabe

4. En las erupciones de tipo pliniano, la columna eruptiva alcanza alturas en la atmósfera de…

- Más de 10 km de altura
- Más de 25 km de altura
- Más de 5 km de altura
- No sabe

5. Los fragmentos pequeños que se integran en la atmósfera durante una erupción volcánica se denominan

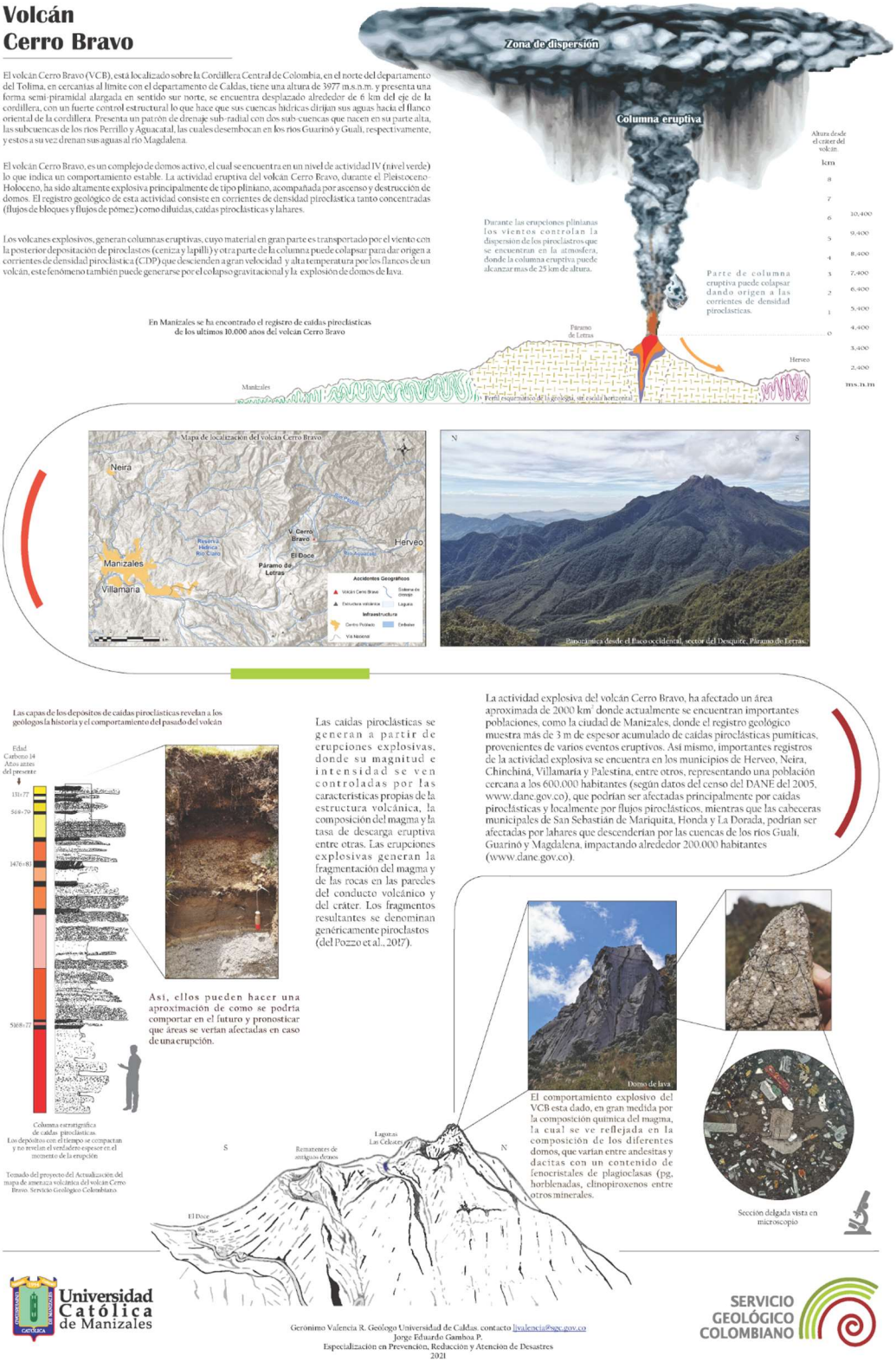
- Piroplastos
- Bloques
- Piroclastos
- Piedras volcánicas.
- No sabe

6. Las erupciones de tipo pliniano asociadas a la historia geológica del volcán cerro bravo están acompañadas de…

- Ascenso y destrucción de domos
- Flujos de escombros
- Corrientes de agua
- No sabe.

10.8 Pieza visual Información Volcán Cerro Bravo.

Imagen N°1. Infografía informativa Volcán Cerro Bravo



La pieza visual está conformada por varios segmentos con diferentes tipos de ilustraciones (Ver imagen 1); hacia la parte superior se observa un perfil topográfico desde el municipio de Herveo en el Tolima en el sector oriental del volcán hasta la ciudad de Manizales al occidente del volcán Además presenta un bosquejo simplificado de la geología, este perfil no presenta escala horizontal pero si una escala gráfica vertical, la cual pretende dar una idea de la altura que podría alcanzar una columna eruptiva generada por el VCB, donde se observa en la parte derecha las escalas gráficas de los metros sobre el nivel del mar y los kilómetros desde el cráter hacia la tropopausa, con el fin de que el lector se haga una idea del alcance de las erupciones plinianas y la posible afectación sobre la ciudad de Manizales.

En esta parte superior también se brinda información general del volcán, su localización, las cuencas hidrográficas que nacen en él, qué tipo de volcán es y los diferentes fenómenos volcánicos que ha generado en su historia eruptiva, así mismo se presenta información general sobre las erupciones plinianas y el origen de las corrientes de densidad piroclásticas. En la sección media superior presenta dos imágenes, una corresponde a la localización en planta con respecto a Manizales y Villamaría, resaltando la Reserva Hidrográfica de Río Claro y el Páramo de Letras, la otra imagen es una fotografía tomada desde el sector noroccidental del volcán, donde se observa el edificio volcánico y diferentes depósitos volcánicos que rellenaron la parte alta de la cuenca del río Perrillo.

Hacia la parte media inferior derecha se presenta información general del volcán, el área que ha afectado en el pasado y las poblaciones que se encuentran allí, además de los fenómenos volcánicos que han afectado estas regiones.

Hacia la parte media inferior izquierda se observa una columna estratigráfica del sector de Letras, donde se representa los depósitos de caídas piroclásticas de erupciones plinianas y subplinianas que han afectado la región en los últimos 10.000 años, también se presenta información técnica sobre las caídas piroclásticas.

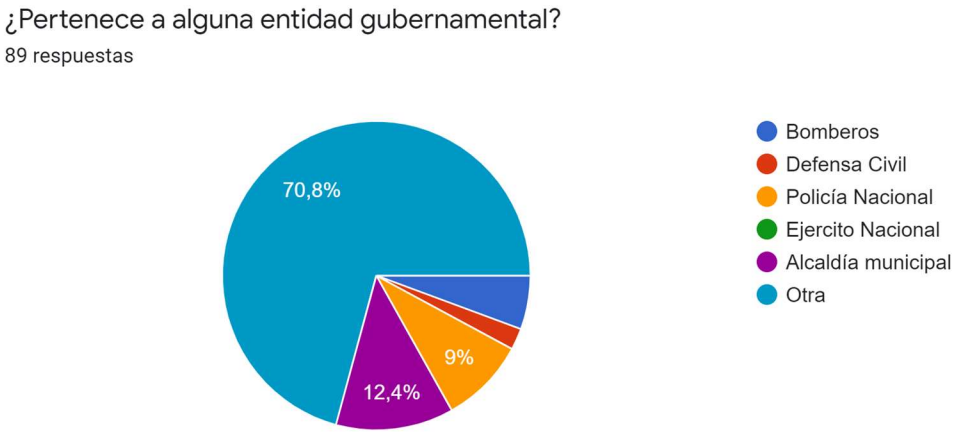
Hacia la parte inferior se presentan imágenes de un afloramiento de parte del domo actual, una muestra de mano y de una sección delgada del mismo, con el fin de mostrar de manera general la composición geoquímica del volcán y el carácter explosivo que esto implica.

Por último, en la parte inferior se presenta un bosquejo del edificio volcánico visto desde el sector oriental, donde se aprecia los remanentes de domos de los edificios volcánicos antiguos asociados a la actividad explosiva del volcán.

11. Resultados y Análisis

Para el análisis de resultados se realizó la aplicación de una encuesta para tener una referencia de la percepción de la amenaza volcánica presente en el territorio y del conocimiento existente sobre la presencia del VCB en su área de influencia. Esta encuesta constaba de ocho ítems, en los cuales se busca establecer no sólo la percepción de la amenaza volcánica, sino también los medios por los cuales la información llega a los ciudadanos objetivo de la misma, con el fin de poder ajustar la información al medio que con mayor frecuencia se utiliza para su difusión. Como los resultados se basan básicamente en encuestas, se optó en esta monografía por incluir en cada uno de los resultados de las preguntas el análisis de las mismas.

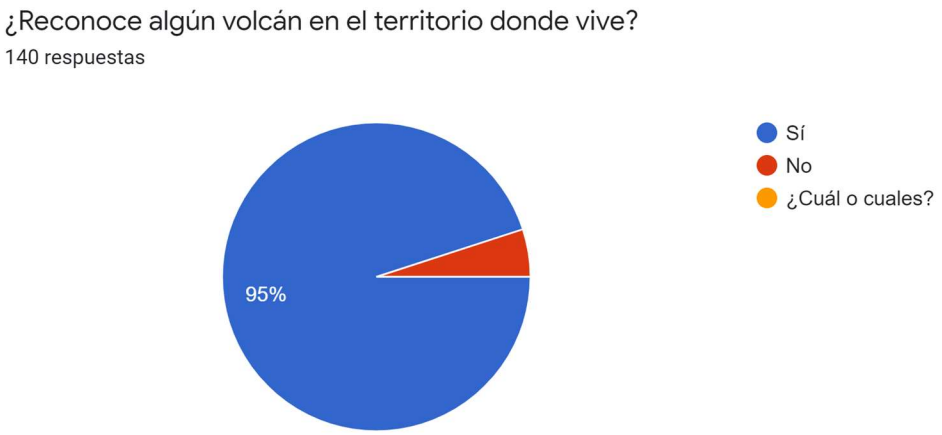
Gráfico N°1. Entidades Participantes



Se tomó como población a instituciones y funcionarios pertenecientes al Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Caldas y Tolima (ver gráfica1); se tomó una muestra aleatoria no estratificada de ciento cuarenta (140) personas. Esta selección se realizó de manera aleatoria con el fin de poder medir el grado de conocimiento respecto a la temática tratada. No se tuvieron en cuenta indicadores sociodemográficos para esta

medición, toda vez que la monografía no trata de establecer una relación causal entre la edad de las personas y el conocimiento adquirido respecto a la vulcanología en el territorio.

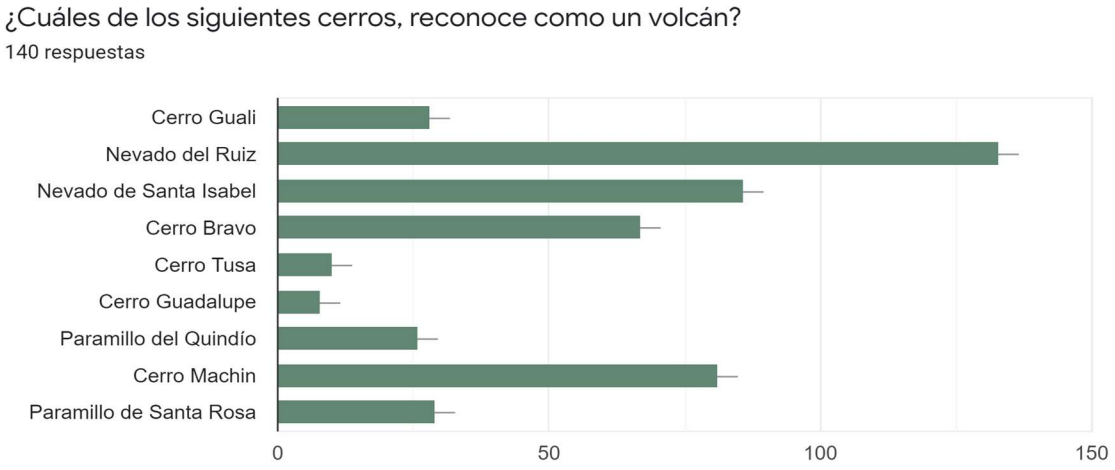
Gráfico N°2. Identificación del riesgo volcánico



A la pregunta sobre si reconocen los volcanes en el territorio (ver gráfica 2), el 95% de los encuestados (133 personas) contestó afirmativamente, señalando al Volcán Nevado del Ruiz. La respuesta a este ítem se puede inferir del hecho no solo del conocimiento de la geografía del territorio, sino también del historial de emergencias del municipio, el cual fue afectado en el año 1985 por la activación del volcán nevado del ruiz, lo cual genera identificación del riesgo, mas no necesariamente (como se podrá observar más adelante) de todas las amenazas volcánicas presentes en esta zona geográfica, lo cual podría explicarse tanto desde lo histórico y lo pragmático, debido a que el volcán nevado del ruiz ha tenido repercusiones históricas con actividad volcánica subpliniana, mientras que el VCB presenta períodos de actividad con recurrencia prolongados y actividad volcánica de tipo pliniana. Por otra parte, el 5% de la muestra (7 personas) no reconoce como tal ningún volcán en la zona geográfica donde reside.

Es menester dar cuenta de que esta amenaza si se encuentra contemplada en los Planes Municipales de Gestión del Riesgo como lo es el caso del municipio de Villamaría y por ende cuenta con acciones puntuales en la estrategia municipal de respuesta a emergencias (EMRE).

Gráfico N°3. Reconocimiento de la amenaza volcánica en el territorio

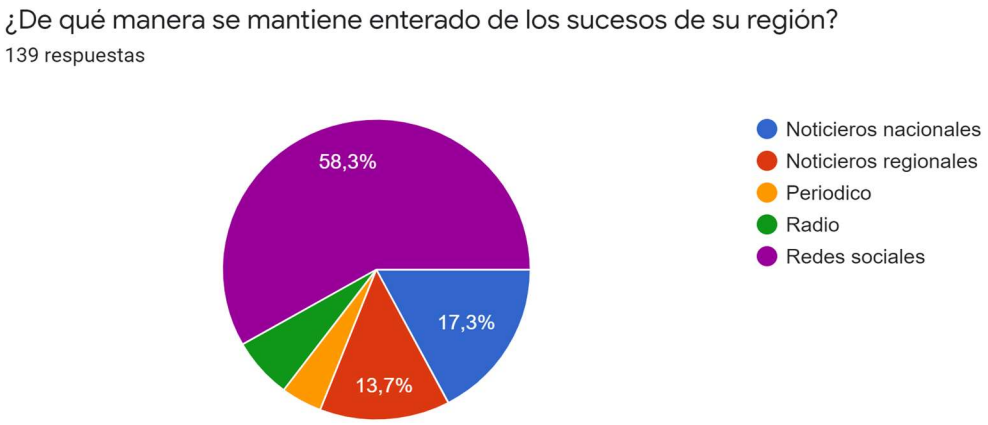


A la pregunta cuál de los siguientes cerros reconoce como volcán (ver gráfica 3) el 95% de la muestra (133 personas) reconoce al Nevado del Ruiz como volcán, seguido del nevado de Santa Isabel con el 61.4% de reconocimiento (86 personas); Cerro Machín, es reconocido como tal por el 57.9% de la muestra (81 personas); El Volcán cerro Bravo es identificado por la comunidad como volcán por el 47.9% de la muestra (67 personas). Por último, la comunidad reconoce como volcán al Paramillo de Santa Rosa, al cerro Gualí y al Paramillo del Quindío con el 20% de la muestra (28 personas). De esta identificación de la amenaza en el municipio es probable que sea mayor hacia el nevado del Ruiz por la historia reciente de actividad volcánica y por los efectos de esta sobre el desarrollo normal de la comunidad.

Gráfico N°4. Conocimiento afectación territorial

A la pregunta sobre el conocimiento de si el municipio puede verse afectado por una erupción volcánica (ver gráfica 4), el 85% de la muestra (133 personas) contestaron afirmativamente, respuesta que puede estar mediada por la historia reciente de actividad volcánica y su afectación sobre el territorio. Por otra parte, el 7.1% de la muestra (10 personas), manifiesta desconocer si su municipio puede verse afectado por una erupción volcánica y el 7.9% de la muestra se muestra dubitativa respecto al conocimiento que tiene respecto a la probable afectación que se pueda presentar.

Gráfico N°5. Medios de comunicación



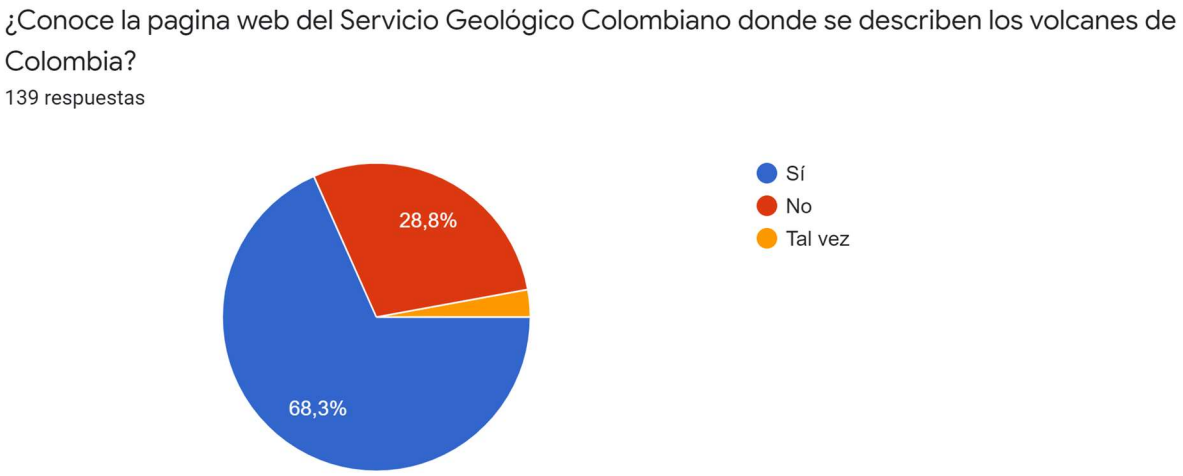
Al momento de evaluar los medios de comunicación a través de los cuales se mantienen al tanto de los sucesos que afectan a la región (entre los que, en caso de presentarse una emergencia, no sería ilógico inferir que se publicaría información relevante), (ver gráfica 5) el 58.3% de la muestra (81 personas) manifestaron estar al tanto a través de redes sociales. Por otra parte, el 17.3% de la muestra (24 personas) se informa sobre novedades por noticias nacionales. Así mismo, el 13.7% de la muestra (19 personas), se informa por medios regionales de noticias, mientras que medios como el periodico (4.3% de la muestra) y la radio (6.5% de la muestra), son el medio a través del cual se informan de acontecimientos referentes a la gestión del riesgo.

Gráfico N°6. Actuación en la emergencia.

Ante la pregunta si considera que tiene conocimiento suficiente sobre cómo actuar en caso de presentarse activación de un volcán en la zona donde reside (ver gráfica 6), el 45.3% de la muestra (63 personas) afirma saber especificamente que hacer en caso de presentarse tal emergencia, mientras que el 27.3% de la muestra (38 personas) desconocen, o tal vez conocen que deben hacer en caso de presentarse tal riesgo. Es probable que el porcentaje de conocimiento en preparación para la respuesta se deban

a la efectividad de acciones pretéritas de capacitación respecto al riesgo volcánico, que en el departamento suelen ser recurrentes, dado el riesgo existente con el volcán Nevado del Ruiz.

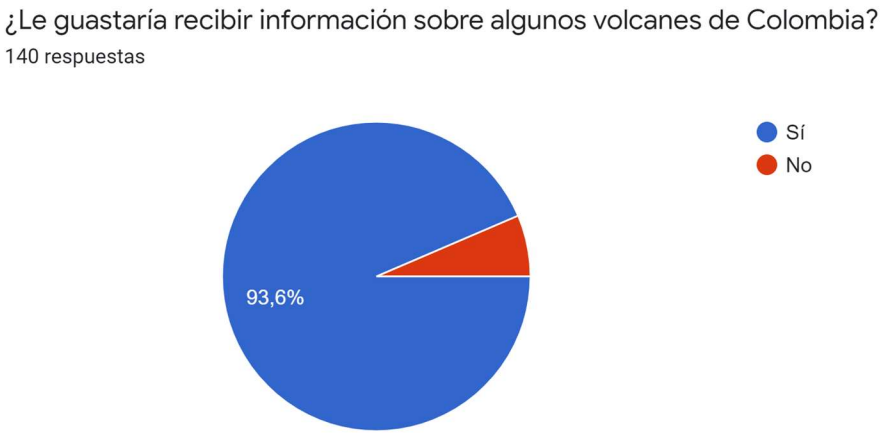
Gráfico N°7. Conocimiento página web SGC.



A la pregunta ¿Conoce usted la Página web del Servicio Geológico Colombiano, en el cual se describen los volcanes presentes en el territorio Nacional? (ver gráfica 7) el 68.3% de la muestra (95 personas) manifiestan conocer la mencionada página, mientras que el 28.8% de la muestra (40 personas) manifiestan desconocer la existencia de esta página, que aporta información para el conocimiento de este tipo de amenazas, no solo en la región del VCB, sino a nivel nacional.

A la pregunta ¿Le gustaría recibir información sobre algunos volcanes de Colombia? (gráfica 8) el 93.6% de la muestra respondió de manera afirmativa, mientras que el 6.4% de la muestra (9 personas), contestaron de manera negativa, e lo cual se puede inferir la preocupacion e interes que se genera alrededor de la información que pueda proveerse y que contribuirá a la seguridad y mejoramiento de la capacidad de respuesta y al conocimiento respecto a las amenazas presentes en el territorio.

Gráfico N°8. Recepción información.



11.1 Identificación de la percepción del riesgo de las comunidades frente al escenario de riesgo por erupción volcánica de Cerro Bravo.

Con el fin de comprobar la claridad de la pieza visual (entregable) diseñada para realizar la actividad de divulgación del conocimiento geocientífico, se realizó una prueba piloto (ver tabla N°2), destinada a conocer la opinión sobre la información presentada en esta: dicha prueba piloto se realizó con personal perteneciente a una unidad de primera respuesta de gestión del riesgo con influencia operativa sobre el territorio (Grupo de Manejo de Emergencias de la Región de Policía N°3)

Al postulado “Considero que la información incluida es pertinente a la problemática a tratar (Volcán Cerro Bravo)”, el 100% de la muestra (20 personas), contestó afirmativamente a este ítem, lo que nos permite inferir de manera positiva su pertinencia respecto a la amenaza objeto de estudio en la presente monografía. De igual manera, permite inferir que la información tuvo una revisión hecha por personal técnico de grupos operativos y no solo por personal de la rama del conocimiento del riesgo de desastres.

Gráfico N°9. Pertinencia de la información.

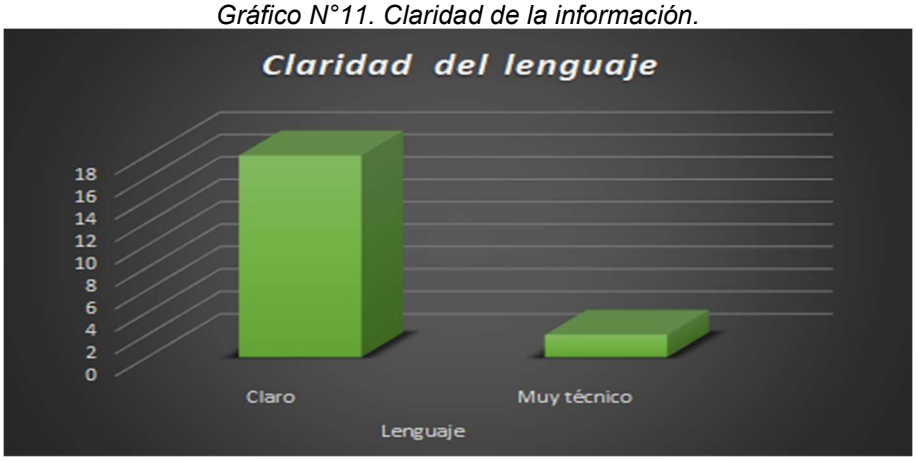
Al postulado “La información que se encuentra plasmada en el formato es suficiente y precisa” (ver gráfica 9), el 100% de la muestra (20 personas), contestó afirmativamente a este ítem, lo cual es posible inferir la pertinencia de la información suministrada en el entregable.

Gráfico N°10. Suficiencia de la información.

A la pregunta “El lenguaje utilizado en la pieza visual es claro y de fácil comprensión” (ver gráfica 10), el 90% de la muestra (18 personas) encontraron el lenguaje claro y entendible, mientras que el 10% de la muestra encontró dificultades para entender la información contenida en la pieza visual. Si bien la mayoría de los encuestados la

encontraron comprensible, se tuvo en cuenta esta última opinión para mejorar y hacer más clara la información, en especial respecto al lenguaje técnico utilizado.

Gráfico N°11. Claridad de la información.



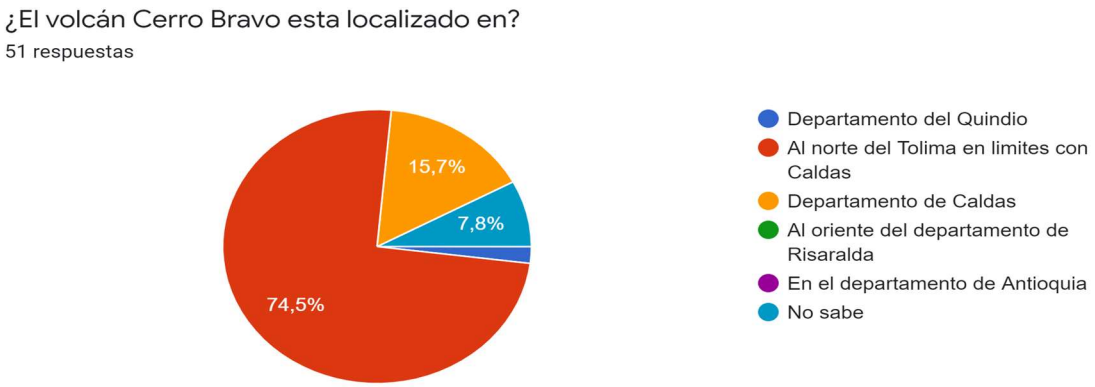
En el ítem “La información entregada me ayuda a mejorar la percepción de la amenaza y me permitirá llevar a cabo acciones para estar prevenido ante este riesgo”, (ver gráfica 11 y 12) el 100% de la muestra respondió afirmativamente, de lo cual se puede inferir que la información es útil y cumple con el propósito que es fortalecer la preparación para la respuesta.

Gráfico N°12. Percepción del riesgo.

11. 2 Creación de una pieza gráfica, apropiación social del conocimiento del riesgo geocientífico y geológico del volcán Cerro Bravo a las comunidades de su área de influencia.

Con el fin de evaluar la pertinencia del tema tratado, el impacto de la misma y la calidad del entregable, se elaboró una encuesta adicional (Ver tabla N°3), que mide tanto conocimiento como percepción del encuestado respecto a la información proporcionada en el entregable. Los resultados se exponen a continuación:

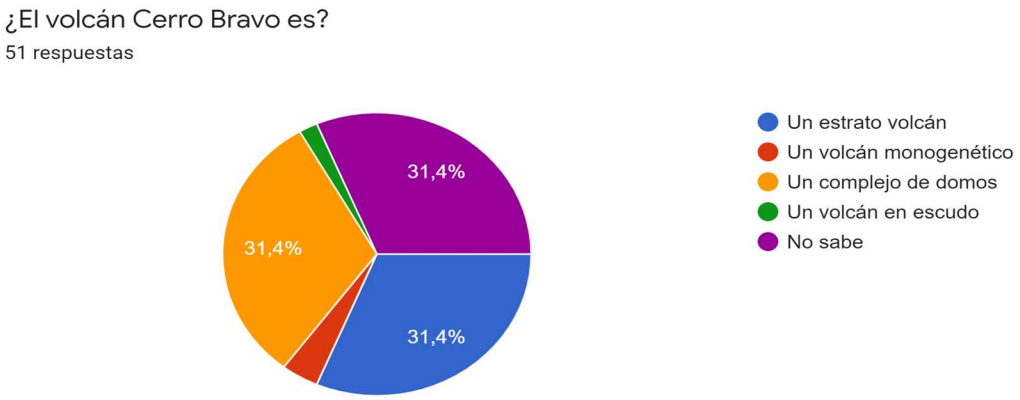
Gráfico N°13. localización del VCB



En el ítem “el Volcán Cerro Bravo está localizado en….” (Ver gráfica 13), El 74.5% de la muestra (38 personas) ubicaron correctamente el mismo, al norte del Tolima, en límites con Caldas. Por otra parte, el 15.7% de la muestra (8 personas) manifestó de manera genérica su ubicación en el departamento de Caldas, mientras que el 7.8% de la muestra (3 personas) manifestaron, a pesar de la información, que desconocían el sitio donde se encuentra el VCB. Este resultado nos permite inferir que, mayoritariamente la información respecto a la ubicación el objeto de estudio fue asimilada de manera adecuada por parte de los receptores de la misma; el conocimiento respecto a su ubicación, permite que los participantes tengan conciencia del territorio y a su vez, de las amenazas presentes en

el mismo, así como de las acciones de carácter preventivo que se pueden desarrollar para reducir el riesgo ante la mencionada amenaza.

Gráfico N°14. Clasificación del VCB.

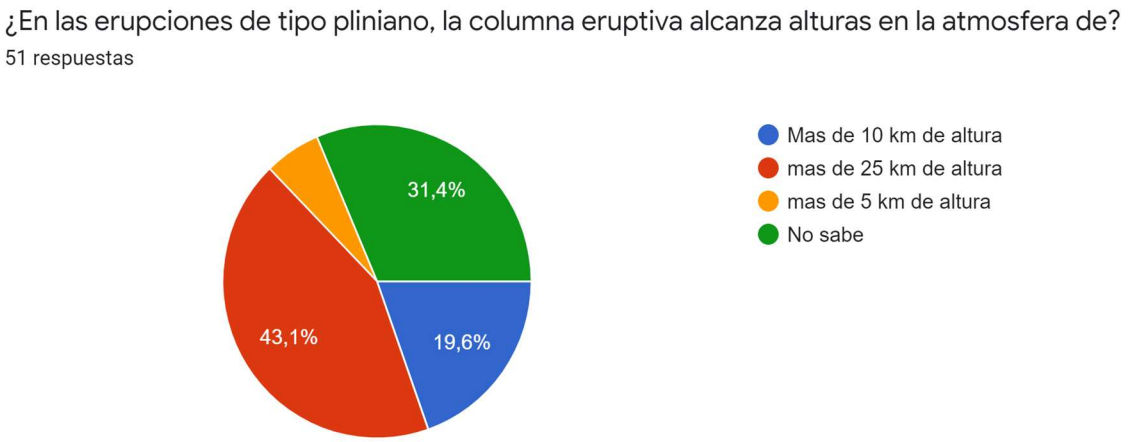


A la pregunta “¿El Volcán Cerro Bravo es?” (ver gráfica 14), Las respuestas fueron de carácter uniforme, en las cuales el 31.4% de la muestra (16 personas) manifestaron que eran un complejo de domos, el 31.4%, un estrato volcán. Así mismo, el 3.9% de la muestra (2 personas) manifestaron que se trataba de un volcán monogenético. Por último, el 31.4% de la muestra (16 personas) respondieron que no saben de qué clase de volcán se trata. Es posible inferir que se debe hacer mayor énfasis en la importancia de la clase de volcán que es el objeto de estudio y en cómo esta clasificación afecta la clase de amenaza que representa el VCB.

Gráfico N°15. Partículas atmosféricas y volcanes plinianos

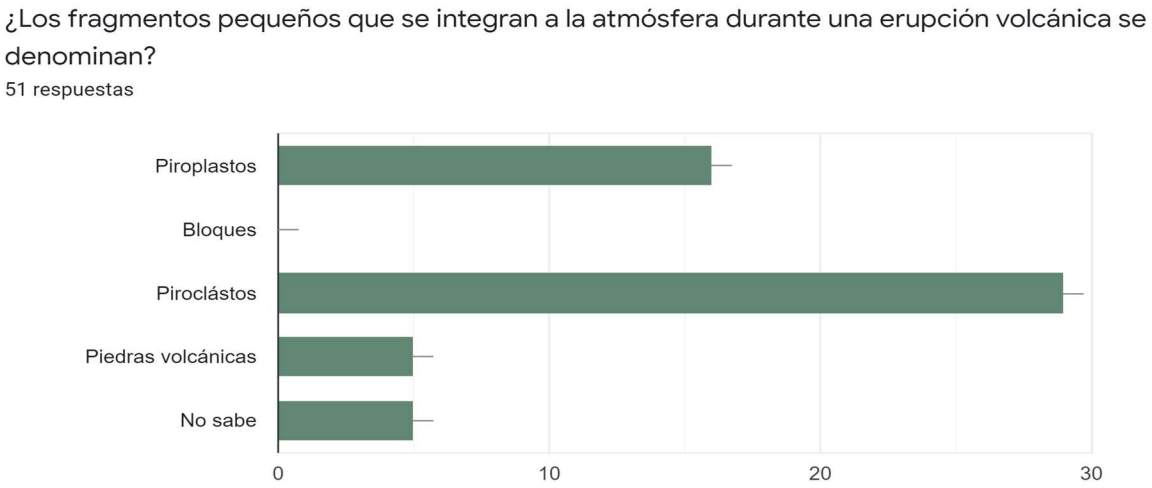
En el ítem “la distribución de las partículas suspendidas en la atmósfera, en las erupciones de tipo pliniano son controladas por...” (ver gráfica 15), el 78% de la muestra (39 personas), contestaron de manera acertada, refiriéndose al viento como medio que controla la dispersion de particulas en volcanes de tipo pliniano. Por otra parte, el 4% de la muestra (2 personas), manifestaron que es la topografía un factor determinante en la dispersión de partículas en esta clase de volcanes. Por último, el 18% de la muestra (9 personas), manifiestan desconocer la respuesta a esta pregunta. De este resultado se infiere que la información respecto a la distribución de estas partículas fue asimilada en su mayoría por los evaluados, reconociendo los factores meteorológicos como parte fundamental en el funcionamiento de los volcanes plinianos.

Gráfico N°16. Altura de la columna eruptiva.



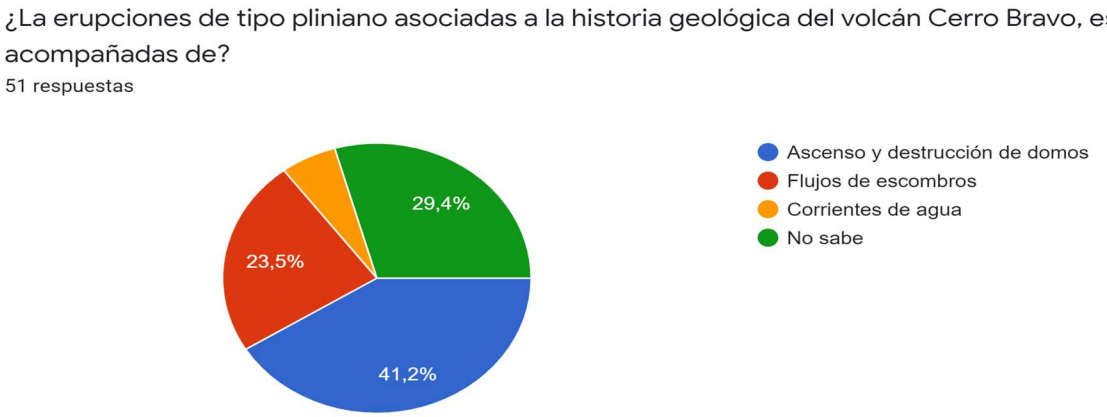
A la pregunta “en las erupciones de tipo pliniano la columna eruptiva alcanza alturas en la atmósfera de...” (ver gráfica 16), el 43.1% de la muestra (22 personas) manifiestan de manera acertada que la columna alcanza una altura superior a los 25 km de altura. Por otra parte, el 19.6% de la muestra (10 personas), manifiestan que alcanza una altura superior a los 10 km de altura. Por último, el 31.4% de la muestra (16 personas), manifiestan, a pesar de la información, no saber la respuesta a este ítem, motivo por el cual es necesario aclarar en la información suministrada este dato, toda vez que la diferencia porcentual entre la respuesta correcta y no saber la misma es muy cercana.

Gráfico N°17. Terminología básica.



A la pregunta “los fragmentos pequeños que se integran a la atmósfera durante una erupción volcánica se denominan...” (ver gráfica 17), el 59.6% de la muestra (29 personas) contestaron de forma acertada en la opción “piroclastos”. Por otra parte, el 31.4% de los encuestados (16 personas), afirman que la respuesta es piroplastos. Finalmente, el 5% de la muestra manifiesta de manera algo más prosaica que se llaman piedras o que, en definitiva, no saben la respuesta, siendo necesario inferir que en la terminología utilizada, las diferencias de escritura y de ortografía pueden ser mínimas, pero que los conceptos cambian sustancialmente entre uno y otro, motivo por el cual es indispensable enfocar las herramientas del conocimiento en establecer las diferencias entre un concepto y otro.

Gráfico N°18. Comportamiento histórico del VCB.



A la pregunta “Las erupciones de tipo pliniano asociadas a la historia geológica del VCB, están acompañadas de...” (ver gráfica 18), el 41.2% de los evaluados (21 personas), contestaron que el ascenso y destrucción de domos, mientras que el 23.5% de la muestra (12 personas), contestó que traen consigo flujos de escombros. De estas respuestas se puede inferir que en su mayoría la información fue asimilada por las personas destinatarias de la pieza visual. Por otra parte, el 29.4% de la muestra (15 personas), afirma desconocer la respuesta a este ítem, motivo por el cual se debe revisar la estructura de la infografía, a fin de formular mejor la información referente a esta cuestión.

Gráfico N°19. Contribución a la prevención.

En el ítem “Considero que la difusión de información relacionada a las amenazas presentes en el territorio contribuye a la realización de acciones preventivas ante los riesgos del mismo” (ver gráfica 19) treinta y cinco personas (70% de la muestra) contestaron estar muy de acuerdo en esta afirmación, lo cual nos permite inferir que la información distribuida de manera oportuna es utilizada para la realización de actividades que reducen el riesgo, las advertencias sobre emisión de cenizas y los boletines de actividad sísmica. De igual manera, cinco personas (10% de la muestra), consideran estar de acuerdo con la contribución de la información para la realización de planes preventivos frente a la amenaza. Por otra parte, tenemos que el 10% de la muestra considera no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo con esta afirmación, situación que podría verse reflejada en el grado de apropiación y puesta en práctica de acciones efectivas para reducir el riesgo ante una emergencia.

Gráfico N°20. Responsabilidad ante la gestión del riesgo.

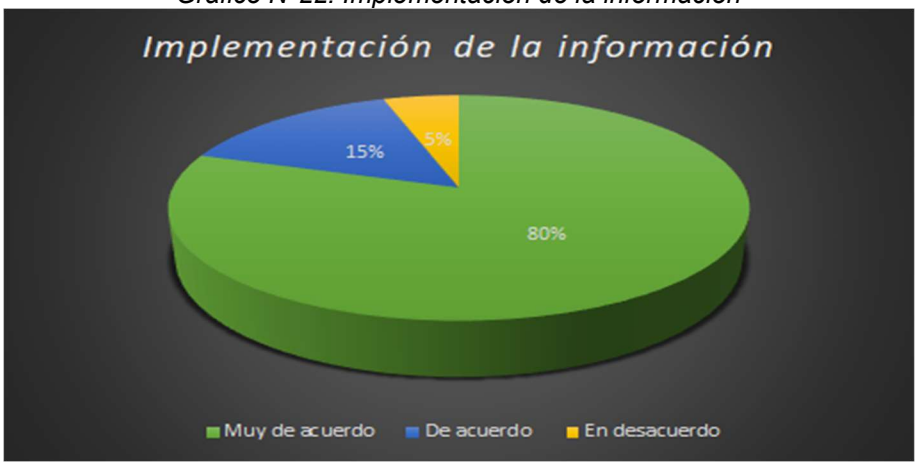
En la afirmación “La implementación de las acciones preventivas ante amenazas no solo debe ser responsabilidad de las entidades territoriales, sino de todos los actores sociales presentes en las áreas de afectación y en el gobierno departamental” (ver gráfica 20) encontramos que el 100% de la muestra está en el rango de muy de acuerdo o de

acuerdo con esta afirmación, pudiéndose inferir a partir del resultado que la comunidad entiende su responsabilidad y su papel frente a la actuación propia en caso de presentarse una emergencia. Esta respuesta es posible que esté relacionada con la amplia difusión e información respecto al conocimiento de las amenazas volcánicas en la región, especialmente del volcán nevado del Ruíz.

Gráfico N°21. Mejoramiento de la percepción del riesgo

Así mismo, en la afirmación “La creación de herramientas didácticas que informen sobre el conocimiento de las amenazas volcánicas contribuyen a mejorar la percepción del riesgo y por ende, al fortalecimiento de las capacidades comunitarias para la respuesta a este tipo de eventos” (ver gráfica 21) encontramos que el 90% de la muestra manifiesta estar muy de acuerdo o de acuerdo con esta afirmación, mientras que el 5% manifiesta no estar de acuerdo ni en desacuerdo y el 5% restante manifiesta encontrarse en desacuerdo con esta afirmación. Es posible inferir del resultado que la comunidad da el valor adecuado a la información y estima pertinente su conocimiento toda vez que pone de manifiesto el riesgo existente a la vez que contribuye a que las capacidades locales sean puestas a punto para la respuesta a emergencias acaecidas por esta clase de amenaza.

Gráfico N°22. Implementación de la información



En el ítem “Las herramientas de conocimiento de la amenaza volcánica deben ser implementadas de manera permanente y con el acompañamiento de la academia y de las entidades encargadas de difundir el conocimiento del riesgo” (ver gráfica 22) el 80% de la muestra manifestaron estar muy de acuerdo con esta afirmación, mientras que el 15% restante manifiesta estar de acuerdo con la implementación de la difusión de medios informativos que permitan conocer la realidad de las amenazas del entorno. Esto nos permite inferir que la comunidad conoce el rol de las entidades de conocimiento y aprecia el acompañamiento de las entidades públicas para la ejecución de la difusión de la información.

Gráfico N°23. Prevención Vs respuesta a emergencias

En la afirmación “Considero que los programas, planes y proyectos establecidos en los territorios con alta afectación por actividad volcánica deben centrarse mayoritariamente en la prevención más que en la respuesta a emergencias” (ver gráfica 23), se encuentra que el 70% está en desacuerdo con el ítem, de lo cual se puede inferir que la comunidad espera no solo que haya acciones preventivas sino acciones reactivas a la amenaza. Por otra parte, encontramos que el 30% restante manifiesta estar de acuerdo con esta afirmación.

12. Conclusiones

Consideramos que si bien el estudio de los volcanes y los efectos que trae consigo su activación tiene una amplia difusión y una distribución adecuada de recursos que permiten poder realizar monitoreo, evaluación de las amenazas volcánicas y es tenido en cuenta como uno de los principales fenómenos amenazantes a futuro dentro de los diferentes herramientas de planificación territorial, también consideramos que el estudio y la difusión de información respecto a la amenaza que en particular representa el volcán Cerro Bravo no es de la misma magnitud de otras presentes en el territorio. Comparado con los recursos, estudios y difusión de la información que se puede encontrar respecto a otras amenazas como el Volcán Nevado del Ruiz, pareciera limitada la información disponible.

El conocimiento existente (incluso entre las entidades de primera respuesta de las zonas de las zonas de amenaza) sobre la afectación que podría conllevar la activación del VCB es limitada e incluso en ocasiones se confunde con la información proveniente del Volcán Nevado del Ruiz, motivo por el cual la realización de acciones educativas y preventivas respecto a la amenaza que representa el VCB debe tener un mayor alcance, toda vez que el conocimiento respecto a esta amenaza contribuye a generar acciones preventivas basadas en la educación.

Teniendo en cuenta el trágico historial de la región por la emergencia generada por la activación del volcán Nevado del Ruiz, es factible que las personas reconozcan la amenaza que representa esta para la vida y la convivencia ciudadana. Aunque esto se encuentra mayoritariamente referido al volcán Nevado del Ruiz, y en baja proporción al

VCB, motivo por el cual es pertinente que se puedan hacer más acciones de difusión del conocimiento existente sobre este volcán.

….

Al entrar a verificar la efectividad del medio en la difusión de la información encontramos que en las personas el avance tecnológico ha marcado un gran hito en los medios de comunicación, mostrando que la sociedad se está manteniendo informada de los sucesos de cada región principalmente por redes sociales, lo cual nos permite inferir que las acciones preventivas basadas en la educación se deben enfocar en utilizar estos medios. La gran ventaja de las ilustraciones científicas o infografías es que es un medio que perdura en el tiempo y pueden ser divulgadas como una especie de voz a voz por medio de las redes sociales, como instagram, Facebook, whatsapp, entre otras, llegando a más usuarios presentando información científica a lo largo del tiempo y permitiendo que asimilen la información de una manera visual.

Así mismo, la comunidad muestra su alto nivel de afinidad hacia temas preventivos en el tema de la amenaza que representa el VCB, al considerar que las distintas herramientas pedagógicas utilizadas por las entidades contribuyen a mejorar la percepción del riesgo y que al conocer mejor este, pueden contribuir desde la prevención a dar una respuesta oportuna desde lo comunitario y que deben estar, desde luego, acompañadas de la información aportada por las entidades de conocimiento de la amenaza . Así mismo, la mayor tendencia de respuesta se enfoca hacia que los programas, planes y proyectos establecidos en los territorios con alta afectación por

actividad volcánica deben centrarse mayoritariamente en la prevención más que en la respuesta a emergencias.

El conocimiento de la geografía del territorio, así como el historial de emergencias de la región, genera una identificación comunitaria del riesgo, mas no necesariamente de todas las amenazas volcánicas presentes en esta zona geográfica, lo cual podría explicarse tanto desde lo histórico y lo pragmático, debido a que el volcán nevado del Ruiz ha tenido repercusiones históricas con actividad volcánica subpliniana, mientras que el VCB presenta períodos de actividad con recurrencia prolongados y actividad volcánica de tipo pliniana.

De esta identificación de la amenaza que representa el vulcanismo, es probable que sea mayor hacia el nevado del Ruiz por la historia reciente de actividad volcánica y por los efectos de esta sobre el desarrollo normal de la comunidad.

Por otra parte, un alto porcentaje de las personas encuestadas considera que la difusión de la información contribuye a la generación de estrategias de prevención y de preparación para la respuesta, en caso de activación volcánica, situación que demuestra el alto compromiso de las comunidades para evitar este riesgo. De igual manera, también muestra que esta clase de amenaza son tomados en cuenta y no es subestimado, en buena medida producto de los eventos ocurridos en emergencias anteriores, lo cual refuerza la necesidad de conceder la importancia adecuada y la seriedad que requiere todas las advertencias existentes sobre actividad volcánica, es decir, hay una comunidad receptiva hacia la información y hacia su implementación, lo cual ratifica el compromiso social existente respecto a la responsabilidad en la puesta en marcha y participación en

las acciones preventivas propuestas por las entidades del sistema municipal y departamental de gestión del riesgo de desastres.

La mayoría de personas encuestadas manifestaron estar al tanto a través de las redes sociales. La incidencia de medios regionales de noticias, tales como programas de televisión y programas radiales, a pesar de ser significativa, aún no supera otros medios de comunicación.

Gran parte de la comunidad afirma saber específicamente qué hacer en caso de presentarse emergencias por activación de la amenaza volcánica, siendo probable que el alto porcentaje de conocimiento en preparación para la respuesta se deba a la efectividad de acciones pretéritas de capacitación respecto al riesgo volcánico, dado el riesgo existente con el volcán Nevado del Ruiz.

La información incluida es pertinente a la problemática a tratar (Volcán Cerro Bravo), permitiendo inferir de manera positiva su pertinencia respecto a la amenaza objeto de estudio, siendo el lenguaje utilizado, claro y preciso.

Asimismo, es posible inferir respecto a la información difundida que, si se hace de manera oportuna, esta puede ser utilizada para la realización de actividades que reduzcan el riesgo, como apoyo a las advertencias sobre emisión de cenizas y los boletines de actividad sísmica emitidos por el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales (OVSM).

13. Recomendaciones

El desarrollo y crecimiento urbano de Colombia se ha dado de manera importante hacia la zona andina del país, donde predomina una topografía abrupta, heterogénea y compleja. En el territorio nacional existen más de 50 volcanes considerados activos distribuidos como volcanes aislados o formando complejos y cadenas, además de campos volcánicos. La percepción sobre la posibilidad de reactivación de alguno de estos volcanes por parte de las entidades público/privadas y las comunidades, es escasa o nula, además de la tendencia a la subestimación o normalización de la amenaza.

En el país existen una variedad de volcanes de carácter pliniano, además del VCB, se encuentran volcanes como el Cerro Machín, Sucubum, Doña Juana, Ánimas, entre otros, los cuales tiene pocos o nada de estudios de su historia eruptiva, estos volcanes se caracterizan por presentar prolongados periodos de recurrencia, haciendo que la percepción de la amenaza volcánica sea nula ante las poblaciones que viven en sus áreas de influencia. Se recomienda la inclusión de estrategias pedagógicas del conocimiento geocientífico y geográfico en las escuelas y colegios en las áreas de influencia de este tipo de volcanes.

De esta manera se hace de vital importancia que se continúen los estudios científicos por parte del SGC para comprender mejor el comportamiento de estos volcanes y las zonas que se podrían ver afectadas en caso de una activación volcánica. Así mismo desarrollar estrategias locales de apropiación social del conocimiento geocientífico en alianza con las entidades pertenecientes al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo con el fin de dar a conocer estos accidentes geográficos como estructuras volcánicas.

Implementar estrategias participativas en la construcción de mapas colaborativos de los diferentes accidentes geográficos en la zona andina del país enfocadas en la actividad volcánica y sus diferentes productos generados a partir de erupciones antiguas de los volcanes con el fin de mejorar la percepción del riesgo por este tipo de fenómenos amenazantes.

Los habitantes de cada región tienen sus particularidades, idiosincrasias y formas de percibir el territorio, por lo cual se deben crear estrategias de divulgación del conocimiento geocientífico puntuales para cada zona, la creación de encuestas es una herramienta valiosa para indagar las formas más pertinentes de acercamiento hacia las poblaciones y determinar qué medios de divulgación son más eficientes.

Para esta clase de divulgación del conocimiento geocientífico, se recomienda realizar estudios multidisciplinarios que involucren sociólogos, antropólogos, psicólogos, comunicadores, diseñadores y científicos, con el fin de ampliar la interacción de la sociedad con el entorno natural que los rodea, involucrando la percepción del riesgo y la relatividad del tiempo geológico en la planificación territorial.

….

14. Referencias bibliográficas

Allen, E., Seaman, C (2007). Escalas Likert y análisis de datos. Revista Calidad y Progreso. Vol 40. Pressman Editores. Boston, Estados Unidos.

Antayhua, Y., Tavera, H. (2001) Volcanes y sismicidad. Instituto Geofísico del Perú, Centro Nacional de Datos Geofísicos. Lima, Perú.

Bailey, R. (1993) Programa de amenazas por volcán. United States Geological Survey . 1993

Calvache, M.L., Williams, S.N., & Young, R.H., (1987). Distribution and volumes of deposits and dynamics of eruptions of Nevado del Ruiz and Cerro Bravo volcanoes, Colombia within the past 2,100 years. EOS, 68 (16): 455.

Central Hidroeléctrica de Caldas (1983). Investigación geotérmica: Macizo Volcánico del Ruiz. Fase II, Etapa A. Volumen III, Geovulcanología. ICEL - Ministerio de Minas y Energía. Bogotá. 194p.

Chester, D.(2001) Volcanes y sociedad. Oxford Press. Londres. 1993

Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 388 de 1997. Gaceta del Congreso. Imprenta Nacional. Bogotá.

Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1523 de 2012 Por la cual se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Gaceta del Congreso. Imprenta Nacional. Bogotá.

Congreso de la República de Colombia. (2014). Decreto 1807 de 2014, “por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012. Gaceta del Congreso. Imprenta Nacional. Bogotá.

Congreso de la República de Colombia. (2015). Decreto 1077 de 2015, “Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio”. Gaceta del Congreso. Imprenta Nacional. Bogotá.

Congreso de la República de Colombia. (2017). Decreto 2157 de 2017, “por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012. Gaceta del Congreso. Imprenta Nacional. Bogotá.

Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS (2015). Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Guarinó (POMCA), 2015.

Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS), Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Chinchiná 2013.

De la Cruz-Reyna, S.(1996). Long term probabilistic análisis of future explosive eruptions. In R. Scarpa and R. Tiling . Eds: Monitoring and Mitigation of Volcano Hazards. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.

De la Cruz-Reyna, S.(1999). “Volcanic Crisis Management”. Academic Press. Princeton Press. Estados Unidos

Departamento Nacional de Estadística (2018). Estadísticas demográficas. en www.dane.gov.co/estadisticasglobales//demografia

Francis, A. (1994). Volcanoes, a planetary perspective. Oxford Press. Oxford.

Fearnley, C., Grace Winson, A. N., Pallister, J., Tilling, R., (2018). Volcano Crisis Communication: Challenges and Solutions on the 21st. Century Observing the volcano world, volcano crisis communication.

Felpeto, A., (2000). Modelos de procesos eruptivos. Aplicación a mapas de peligrosidad volcánica. En: M. Astiz y A. García (Ed.) Curso Internacional de Volcanología y Geofísica Volcánica. Serie Casa de los Volcanes.

Gil-Cruz, F., (2001). Sinopsis general sobre el volcán Cerro Bravo. Observatorio vulcanológico y sismológico centro operativo Manizales.

Herd, D.G., (1974). Glacial and volcanic geology of the Ruiz–Tolima complex cordillera Central, Colombia. En: Publicaciones esp. del INGEOMINAS, 1982. Bogotá.

Lescinscky, D., (1990). Geology, volcanology and petrology of Cerro Bravo, a Young dacitic stratovolcano in west- Central Colombia. Thesis of Master of Science. Louisiana State University.

Los volcanes: origen, clasificación y erupciones, en https://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/ciencias-de-la-tierra/geologia/los-volcanes/

Méndez, R., Acevedo, A., Carvajal, C., Parra, E. (1989). Catálogo de volcanes activos de Colombia. Boletín Geológico, Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas Mineras. Colombia

Monmonier, M. (1996). Cartografía actualizada de amenazas geológicas en Suramérica. Universidad Autónoma de México. 1996.

Monsalve, M.L., (1991). Mapa preliminar de amenaza volcánica del volcán Cerro Bravo. 1986. INGEOMINAS regional Alto Magdalena. Ibagué.

Monsalve, M.L. & Núñez, A., (1992). El volcán cerro Bravo: Geología y Amenaza volcánica. Boletín geológico INGEOMINAS. VOL 1. No 1.

Municipio de Neira, Caldas (2000). Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), 2000

Municipio de Villamaría, Caldas (2017). Plan Municipal de Gestión de Riesgo (PMGRD), 2017.

Muñoz, H. O., (2010). La dimensión comunicativa de la imagen científica: Representación gráfica de conceptos en las ciencias de la vida. Universidad Complutense de Madrid.

Newhall, C., Self, S. (1982). The volcanic explosive magnitude for historial volcanism. The Geophysical Review. Atlanta Press.

Robertson, K., Flórez, A. (2001). Geomorfología volcánica, actividad reciente y clasificación en Colombia. Revista Colombiana de geografía. Bogotá.

Rosi, M. (1996). Quantitative Reconstruction of Recent Volcanic Activity: A Contribution to Forecasting of Future Eruptions. Monitoring and Mitigation of Volcano Hazards. Scarpa, R. y Tilling, R.I. Springer.

Serie volcanes, peligro y riesgo volcánico en México en http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/2-FASCCULOVOLCANES.PDF

Stewart, C., Wilson, T. M., Sword-Daniels, V., Wallace, K.L., Magill, C. R. Horwell, C. J., Leonard, G.S., Baxter, P.J. (2018). Communication Demands of Volcanic Ashfall Events. Libro Century Observing the volcano world, volcano crisis communication.

Thouret, J.C., Murcia, A., Salinas, R., & Vatin-Perignon, N., (1985). Aspectos estructurales y dinamismo eruptivo de los volcanes Cerro Bravo y Nevado del Tolima, cordillera Central de Colombia. INGEOMINAS, Medellín.

Williams, H., Mc Birney, A. R.(1998). Vulcanología. Freeman, Cooper & Co., San Francisco.