GUÍA DE EXCURSIÓN DE CAMPO

II Taller Regional para Geoparques Mundiales de la Unesco en América Latina y El Caribe 2019 al área del **GEOPARQUE VOLCÁN DEL RUIZ** Aspirante Unesco







V. Romeral

V. Cerro Bravo

V. Nevado del Ruiz

V. Paramillo del Cisne

V. Nevado de Santa Isabel

V. Paramillo de Santa Rosa

C. V. Cerro España

V. Nevado del Quindío

V. Nevado del Tolima

V. El Escondido

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

© Servicio Geológico Colombiano
Oscar Paredes Zapata
Director general

Guía de excursión de campo
II Taller Regional para Geoparques Mundiales de la Unesco en América Latina y el Caribe 2019 al área del Geoparque Volcán del Ruiz, aspirante Unesco

Organiza:

Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez
Dirección de Geociencias Básicas

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales
Dirección de Geoamenazas

Autores
María Luisa Monsalve B.
Gloria Patricia Cortés J.
Lilly Maritza Martínez T.
Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales
Servicio Geológico Colombiano

Colaboradores
Cristina Aristizábal C.
Parque Nacional Natural Los Nevados

Julián Andrés Ceballos H.
Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales
Servicio Geológico Colombiano

ISBN impreso: 978-958-52317-5-7
ISBN digital: 978-958-52317-6-4

Comité Editorial SGC
Diagonal 53 n.° 34-53
Bogotá D. C., Colombia
Teléfono: 220 0200, ext.: 3048
ceditorial@sgc.gov.co

Leonardo Cuéllar
Diseño de cubierta y diagramación

Carolina Hernández O.
Editora general

Imágenes de carátula: Archivo SGC
Las figuras o fotografías de esta guía que no están atribuidas a fuentes externas son del Servicio Geológico Colombiano.

Octubre, 2019

Citación: Monsalve B., M. L., Cortés J., G. P., Martínez T., L. M. (2019). *Guía de excursión de campo. II Taller Regional para Geoparques Mundiales de la Unesco en América Latina y el Caribe 2019 al área del Geoparque Volcán del Ruiz, aspirante Unesco*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Fotografía: Leonardo Cuéllar

GUÍA DE EXCURSIÓN DE CAMPO

II Taller Regional para Geoparques Mundiales de la Unesco en América Latina y El Caribe 2019 al área del

GEOPARQUE VOLCÁN DEL RUIZ

Aspirante Unesco

María Luisa Monsalve

Gloria Patricia Cortés

Lilly Maritza Martínez

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales
Servicio Geológico Colombiano

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

El futuro es de todos
Gobierno de Colombia



Fotografía: Leonardo Cuéllar



INTRODUCCIÓN

La excursión de campo al área del Geoparque Volcán del Ruiz, aspirante Unesco, se realiza en el marco del II Taller Regional para Geoparques Mundiales de la Unesco en América Latina y El Caribe, 2019, que tiene como sede la ciudad de Manizales. El objetivo de la excursión es mostrar de manera general aspectos geológicos, bióticos y culturales asociados a los dos geositios de relevancia científica internacional del geoparque aspirante, como son el volcán Nevado del Ruiz y las ruinas de la antigua población de Armero.

Desde las ideas iniciales de conceptualización del actual proyecto "Geoparque Volcán del Ruiz, aspirante Unesco", planteadas en el año 2012, inspirados en el geoparque Toya-Usu Unesco Global Geopark, en Japón, se pensó que su factor diferenciador fuera la gestión del riesgo volcánico, ya que volcanes activos, con evidencia de erupciones recientes y de gran interés turístico pueden ser aprovechados para la gestión del riesgo volcánico, la interacción de actores o partes interesadas y el fortalecimiento de las comunidades locales.

Los geoparques mundiales de la Unesco, pensados para las comunidades que habitan en un entorno geológico dado, son, sin lugar a dudas, una estrategia sin igual para conocer el territorio bajo los pilares del geoturismo, la geoeducación y la geoconservación. En territorios bajo la influencia de volcanes activos se busca que las comunidades que los habitan reconozcan todas sus potencialidades, así como los riesgos asociados.

La experiencia de Colombia y las lecciones del desastre del 13 de noviembre de 1985, a raíz de la erupción del volcán Nevado del Ruiz, deben ser utilizadas por la comunidad del geoparque como una herramienta para la educación en gestión del riesgo volcánico, tanto de las personas que viven en el área de influencia volcánica como de los visitantes de otras partes del país y del mundo. En este sentido, el volcán Nevado del Ruiz y las ruinas de Armero constituyen la dupla perfecta para mostrar cómo "nuestra tierra nos trae bendiciones que incluyen

recursos naturales y paisajes hermosos e inspiradores, y sin embargo, también puede ocasionalmente generar grandes desastres por terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, deslizamientos e inundaciones" (Unesco, 2012).

Según la Declaración de Shimabara (Unesco, 2012), la educación sobre la dinámica de nuestro planeta en los geoparques es considerada la forma más efectiva para ayudar a las comunidades locales a entender cómo coexistir con la naturaleza, que ocasionalmente genera geoamenazas. La cooperación integrada entre la población local, los científicos, la industria del turismo, los municipios y las naciones es indispensable para la conservación del patrimonio geológico, la educación, el turismo y la gestión de los geoparques, lo cual da como resultado el desarrollo real sostenible de los mismos y de las comunidades locales.

Desde 2016 se ha avanzado en la propuesta del proyecto de Geoparque Volcán del Ruiz aspirante Unesco, como estrategia de apropiación social del conocimiento geocientífico y de gestión del riesgo volcánico. El proyecto busca consolidarse y ser reconocido como el primer geoparque mundial de la Unesco en Colombia.

La zona que se visitará en esta excursión está localizada en el segmento norte del vulcanismo activo de Colombia (figura 1), entre los departamentos de Caldas y Tolima, y la actividad estará principalmente enfocada en el volcán Nevado del Ruiz y la zona de la antigua población de Armero, localizada al ENE del volcán. En el recorrido de la excursión se brindará también información sobre el parque nacional natural Los Nevados (PNNN), así como información general sobre el territorio. Igualmente se observarán algunos paisajes del volcán Cerro Bravo.

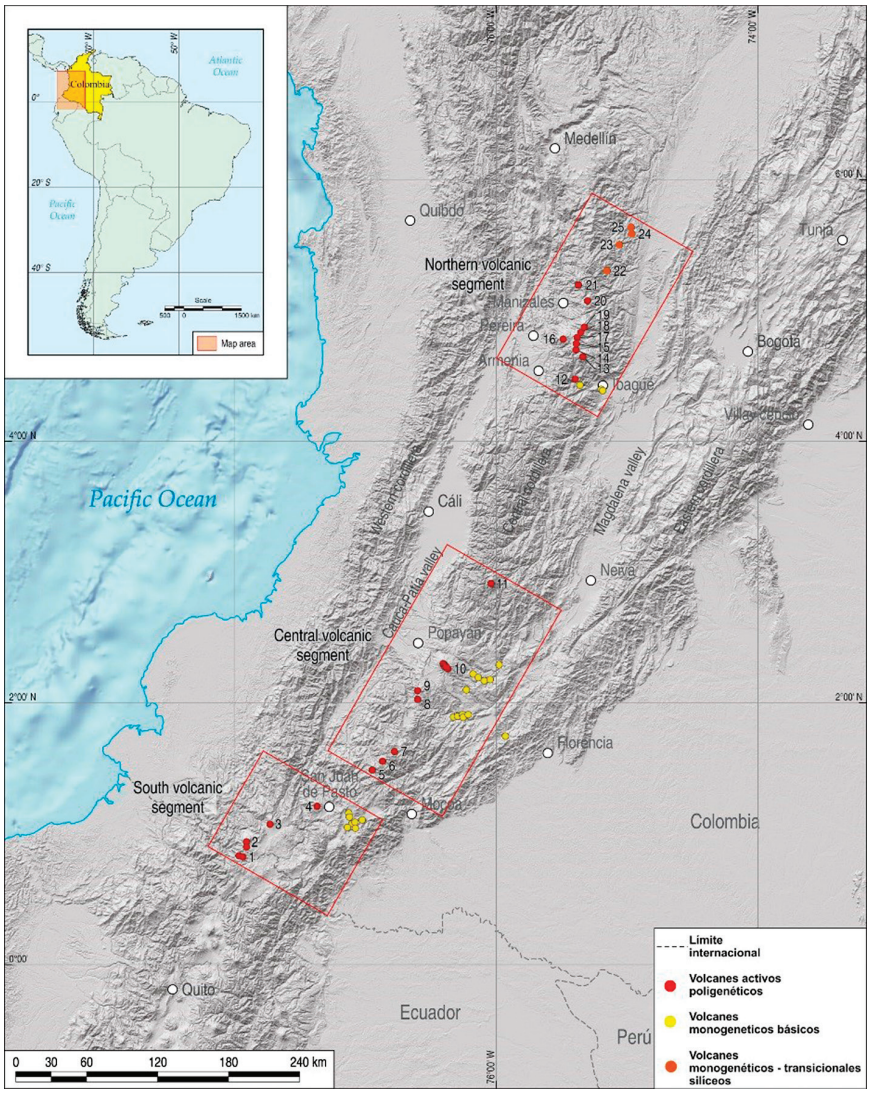


Figura 1. Localización de los tres segmentos de vulcanismo reciente en Colombia (norte, central y sur), asociados principalmente a las cordilleras Central y Occidental. Los números 19 y 20 corresponden a la localización de los volcanes Nevado del Ruiz y Cerro Bravo, respectivamente





GENERALIDADES SOBRE LA EXCURSIÓN

Esta excursión está programada para dos días, con salida y llegada a Manizales, capital del departamento de Caldas. En la excursión se realizará un recorrido que permitirá conocer el Nevado del Ruiz, algunos de los productos emitidos durante su historia geológica, y especialmente reconocer los sitios donde se generaron algunos de los *lahares* de la erupción del 13 de noviembre de 1985 y sus efectos catastróficos sobre la población de Armero, localizada a 50 km al ENE del volcán.

El primer día de excursión (24 de octubre) se hará una visita general a la región de los volcanes Nevado del Ruiz y Cerro Bravo, uno de los volcanes más explosivos de Colombia, desde donde se descenderá hasta tierras bajas y cálidas, en el departamento del Tolima, y se visitará el parque temático Omaira Sánchez, en la población de Armero-Guayabal. En el recorrido se descenderá desde los 4.000 hasta los 352 m.s.n.m., lo cual permitirá observar el cambio de vegetación y temperatura. Ese día se pernoctará en la ciudad de San Sebastián de Mariquita, ubicada hacia el NE de los volcanes. El segundo día (25 de octubre), ya en terreno plano, se continuará la ruta hacia las ruinas de la ciudad de Armero, destruida por el *lahar* de 1985, y se regresará a Manizales.

Nota: esta guía es en parte modificación de la guía de excursión del XIV Congreso Latinoamericano de Geología (Navarro, Pulgarín, Monsalve, Cortés y Calvache, 2011) y la guía de excursión de la conmemoración de los cien años del Servicio Geológico Colombiano (SGC) (Gómez, Monsalve, Montes y Ortiz, 2016).

INFORMACIÓN

Manizales



Ciudad capital del departamento de Caldas, fundada en 1849, está localizada en la región central del occidente colombiano, sobre el denominado "eje cafetero de Colombia". Tiene una temperatura promedio de 18 °C y se encuentra a una altura de 2.150 m.s.n.m.



Ropa recomendada: para clima templado, *sweater* o chaqueta liviana e impermeable, ya que octubre es época de lluvia.

Fotografía: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Centro_Hist%C3%B3rico_de_Manizales%2C_Catedral_Bas%C3%ADlica_Nuestra_Se%C3%B1ora_del_Rosario_de_Manizales_I.JPG

El volcán Nevado del Ruiz

Se encuentra en el segmento volcánico norte de Colombia, 28 km al SE de Manizales y aproximadamente a 140 km al NW de la capital de Colombia, Bogotá (figura 1). El volcán se localiza sobre la cordillera Central, entre los departamentos de Caldas y Tolima, en jurisdicción de los municipios de Villamaría y Murillo, respectivamente, y hace parte del PNNN. Su cima está en las coordenadas geográficas 4° 53' 43" de latitud N y 75° 19' 21" de longitud W, y su altura es de 5.321 m.s.n.m.





Ropa recomendada: ropa de alta montaña (chaqueta gruesa e impermeable, guantes, gorro, gafas) y botas para media montaña, ya que no se llegará a la cima. Es muy importante usar protector solar.

Fotografía: Leonardo Cuéllar

San Sebastián de Mariquita



Ciudad ubicada al N departamento del Tolima. Fundada en 1551, hace parte del grupo de las primeras ciudades fundadas en Colombia por los españoles en el siglo XVI. Se encuentra localizada a 110 km de Ibagué y a una altura de 535 m.s.n.m., y su temperatura media es de 27 °C.

Armero-Guayabal



Ciudad del departamento del Tolima, situada a 95 km al NE de la capital del departamento (Ibagué). Se encuentra a una altura de 352 m.s.n.m. y tiene una temperatura promedio de 28 C. Debido a la catástrofe del 13 de noviembre de 1985 ocasionada por la erupción del volcán nevado del Ruiz, que arrasó la próspera población de Armero, la Asamblea del Tolima, mediante la Ordenanza número 15 de noviembre 13 de 1986 (http://www.armeroguayabal-tolima.gov.co/normatividad/ordenanza-15-de--noviembre-13-de-1986), fijó el poblado vecino Guayabal, que desde la catástrofe se convirtió en refugio y cobijo de los armeritas, en cabecera del municipio de Armero, que tomó el nombre de Armero-Guayabal. Su actividad económica está basada en la agricultura y la ganadería, con predominio de los cultivos de arroz, algodón, sorgo, maíz y aguacate.



Ropa recomendada: una vez se salga del parque nacional natural Los Nevados se podrá usar ropa fresca y gorra. Además del protector solar se debe usar repelente para insectos.

Fotografías: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Iglesia_de_la_Ermita._Mariquita-Tolima._A_Pulido-Villamar%C3%ADn.JPG
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Armero_casa.jpg

PRESENTACIÓN GENERAL DEL PARQUE NACIONAL NATURAL LOS NEVADOS (PNNN)

Localización: el parque nacional natural Los Nevados hace parte de las doce áreas protegidas adscritas a la Dirección Territorial Andes Occidentales, de Parques Nacionales Naturales de Colombia-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se localiza entre los 4° 36' y 4° 57' de latitud N y entre los 75° 12' y 75° 30' de longitud W, en el segmento volcánico norte, y está conformado por el Complejo Volcánico Nevado del Ruiz (que incluye los volcanes La Olleta, Nereidas y La Piraña), Nevado de Santa Isabel y Nevado del Tolima, y los paramillos del Cisne, Santa Rosa y Quindío (figura 2). Se encuentra ubicado en jurisdicción de los departamentos, de Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima, y hace parte del eje cafetero. Cuenta con una extensión de 61.420 ha y fue declarado mediante la Resolución 148 del 30 de abril de 1974, con el fin de contribuir a la conservación de ecosistemas importantes del mundo como tres de los seis glaciares que quedan en el país (nevados del Ruiz, de Santa Isabel y del Tolima), ecosistemas de superpáramo y páramo, humedales altoandinos y bosques altoandinos y andinos. El parque es un eje articulador de conectividad biológica en el contexto regional, e interactúa con entidades ambientales de los ámbitos local, regional y nacional. Comprende alturas entre los 2.600 y los 5.321 m.s.n.m. Su temperatura oscila entre los 14°C y –3°C, y presenta climas fríos de páramo y nieves perpetúas.

El área protegida del ámbito nacional y su zona de influencia constituyen una región sobresaliente del país, por ser una zona de gran riqueza natural y reserva hídrica. En ella nacen ríos que benefician tanto la vertiente oriental como la occidental de la cordillera Central. Es además una zona de gran actividad agropecuaria y alta concentración poblacional. La importancia ambiental de esta zona radica en los servicios ambientales que presta a una gran población rural y de los centros urbanos aledaños. Asimismo, los valores naturales y culturales de la ecorregión, asociados a sus corredores ambientales, definen las relaciones entre el parque y el entorno, en el contexto de la cuenca del río Cauca, cordillera Central y cuenca del Magdalena, desde donde se defi-



Figura 2. Panorámica del parque nacional natural Los Nevados. En primer plano el volcán Nevado del Ruiz

ne el abastecimiento actual y futuro de agua, de más de tres millones de habitantes, que dependen directamente del recurso hídrico que se genera en esta zona. El PNNN tiene diferentes accesos, distribuidos en los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima.

Ecosistemas: el parque nacional natural Los Nevados es una cadena montañosa de bosques andinos, páramos, humedales altoandinos y glaciares. Cuenta con el ecosistema Glaciar (nevados del Ruiz, Santa Isabel y Tolima). El ecosistema de superpáramo está representado por roca, ceniza, turberas y algunos arbustales abiertos característicos de este ecosistema (comunidades de corales de páramo). El páramo es el ecosistema más representativo del parque, se encuentra entre los 3.500 y los 4.100 m de altitud, donde se hallan casi todos los tipos de vegetación, aunque predominan los frailejonales o rosetales (con especies de *Espeletia*), los pajonales con especies de *Calamagrostis* y los chuscales, con *Chusquea tessellata*. Los ecosistemas de bosque altoandino del parque nacional natural Los Nevados representan el 8,1% del total del área, y equivalen aproximadamente a 4.723 hectáreas. Este ecosistema se encuentra entre 2.600 y 3.200 m de altura, y constituye una zona de ecotonía entre la vegetación cerrada de la media montaña y la vegetación abierta de la parte alta, en donde se incluyen comunidades vegetales dominadas

por especies de encenillos (*Weinmannia*), mortiños (*Hesperomeles*), curubas nativas (*Passiflora kumanday* sp.) tibar y rodamonte (*Clethra*, *Escallonia*), entre otras. En las tres cordilleras son comunes las fitocenosis, con *Drimys granadensis* y los matorrales altos y bosques ralos con especies de *Gynoxys*, *Diplostephium* (Asteraceae) y *Vallea sipuralis* (PNNN, 2017).

Fauna: a pesar de que en Colombia la región andina es el lugar de mayor diversidad de especies (Lynch, Ruiz y Ardila, 1997; Acosta Galvis, 2000; Bernal, Gradstein y Celis, 2015), es la región del país con mayor población y transformación en el uso del suelo, proceso que se ha dado con una evidente falta de planificación y que ha implicado la destrucción de los ecosistemas naturales (Alvear, Betancur y Franco, 2010), debido a la pérdida continua de los elementos de la biota como consecuencia de las actividades humanas.

En los últimos años, el estudio de la diversidad biológica ha sido considerado uno de los enfoques principales de las investigaciones. En este contexto, y dado el papel tan importante que cumple el parque nacional natural Los Nevados como reservorio de vida silvestre y aprovisionamiento de servicios ambientales para el país, y especialmente para la región, se han registrado veinte especies de mamíferos, distribuidas en cinco órdenes y once familias, entre las que sobresalen el puma con color o león de montaña, la danta de montaña, dos especies



Figura 3. Colibrí chivito de páramo (*Oxypogon stubelii*). Es una especie endémica del parque nacional natural Los Nevados. Su población tiene una distribución que se restringe a la cordillera Central, entre los 3.200 y los 4.600 m.s.n.m.
Fuente: Parque Nacional Natural Los Nevados

de venados, la guagua loba, cusumbos y conejos, entre otros. Asimismo, se han registrado seis especies de anfibios pertenecientes a un solo género (Pristimantis), familia (Craugastoridae) y un solo orden (Anura).

En cuanto a los insectos, se han registrado 69 familias, pertenecientes a once órdenes. Las aves son abundantes: en el área protegida se han registrado 210 especies; algunas de ellas corren riesgo de extinción, otras son endémicas y con rangos muy restringidos, catalogadas como especies únicas del área protegida. Entre ellas sobresale el colibrí chivito de páramo (*Oxypogon stubelii*) (figura 3), especie endémica del parque nacional natural Los Nevados, con una distribución restringida a la cordillera Central, en alturas que varían entre los 3.200 y los 4.600 m.s.n.m. De los catorce ejemplares de cóndor andino (*Vultur gryphus*) liberados hace veintiún años en el parque nacional natural Los Nevados, nueve fueron reportados en el censo de la especie que se realizó en 2018, cuando se observaron siete adultos y dos ejemplares juveniles, de lo que se infiere que se han reproducido exitosamente. El pato de pico azul (*Oxyura jamaicensis andina*) es objeto de conservación del área protegida. Es una especie endémica amenazada de extinción por la variabilidad climática, pues depende de los humedales altoandinos.

Vegetación: Entre las formaciones vegetales, se pueden identificar bosques achaparrados y comunidades vegetales compuestas por árboles entre los 4 y 10 metros de altura; y en algunos sectores del bosque de paramo, gran variedad de árboles con frutos y medicinales. Entre las especies más representativas está el frailejón (*Espeletia hartwegiana*) el cual se encuentra en la mayoría de las zonas de páramo del Parque (Figura 4), acompañado además por varias especies de romeros (*Diplostephium*), pajonales y varias especies de árnicas del género *Senecio*. En las zonas de superpáramo se destaca el cacho de venado (*Loricaria colombiana*) planta endémica de Colombia y fácilmente identificable por su particular forma y belleza.

En las zonas de humedales se destacan los colchones de agua conformados por varias especies siendo *Plantago rigida* la más común. En los bosques altoandinos o bosques nublados se encuentran las palmas de cera siendo *Ceroxylon quindiuense* la más representativa y también árbol nacional de Colombia. Otras especies importantes son el siete cueros de páramo (*Polylepis serícea*) y los velillos del género *Hypericum*, calabazos, campanos, guayabos y otras, como Curubas nativas entre las que se destaca (*Passiflora kumanday* sp) especie descubierta para la ciencia en el 2015-2016 en el parque nacional natural Los Nevados.



Figura 4. Especies representativas de la vegetación del PNNN. Arriba, fotografía del frailejón (*Espeletia hartwegiana*); abajo, *Masdevallia aff. Odontocera*, especie endémica y en riesgo de extinción que se distribuye en los páramos de la región central
Fuente: parque nacional natural Los Nevados

Suelos: han sido clasificados como *andosoles* y como *andepts* o *andoaquepts*, derivados de cenizas volcánicas, y existen histosoles en los lugares mal drenados.

Hidrografía: el área protegida tiene una gran importancia hidrográfica para la región. El deshielo producido por los glaciares origina los cauces iniciales de los ríos que se forman en el área protegida. El área comprende nueve cuencas y diecinueve corrientes de diferentes tamaños y características; cinco de las cuencas drenan la hoya hidrográfica del Magdalena (Gualí, Lagunilla, Recio, Totare y Coello), y las cuatro restantes (Chinchiná, Campoalegre, Otún y Quindío), la hoya hidrográfica del río Cauca. Esta red hidrográfica suministra el agua necesaria para el consumo de más de 2 millones de habitantes del eje cafetero.

HISTORIA DEL ÁREA. ANTECEDENTES

Los visitantes del parque nacional natural Los Nevados podrán relacionarse con los habitantes de los alrededores del parque, gente cálida de origen campesino, y disfrutar de su comida típica, sus productos artesanales y sus servicios de guianza. En su mayoría, los habitantes son descendientes del proceso migratorio conocido como *colonización antioqueña*, iniciado a mediados del siglo XIX. Prácticamente la mayoría de las familias procede de los departamentos de Caldas, Risaralda y Tolima, y un menor porcentaje de Cundinamarca y Boyacá. Las poblaciones situadas en el área protegida, como en su zona de amortiguación, son representantes de la cultura paramuna, y sus habitantes son reconocidos por sus mejillas rosadas por acción del viento y el sol de la montaña. La cultura paramuna y el estilo de vida en el páramo se experimentan y fortalecen en la cocina de las viviendas, que en la alta montaña son ejes centrales de encuentro e interacción, donde se entretejen el quehacer diario y las historias de vida de los lugareños.

La zona declarada área protegida estuvo poblada inicialmente por comunidades indígenas. Este era un espacio importante para el intercambio comercial y el desarrollo de prácticas religiosas. Los grupos con mayor dominio y presencia en la zona fueron los quimbayas, en el costado occidental, y los pijaos, panches y putimaes, en el oriental. Existió además una tribu en la cuenca del río Quindío, llamada los quindíos, de la cual se conoce poco. La selva andina era un espacio protegido hasta la dominación española, donde los indígenas fueron obligados a

explotarla. Los asentamientos humanos se encontraban entre los 1.300 y 2.600 m.s.n.m., donde se rotaban prácticas agrícolas y de mínima labranza.

Esta región ha recibido varias denominaciones. El costado occidental era llamado Provincia Quimbaya. El historiador Pedro Cieza de León se refería a la montaña Nevada de los Andes, sierra Nevada o macizo Kumanday; Pedro Aguada, otro cronista, se refiere a la sierra Nevada de Cartago. Solo hasta comienzos del siglo pasado estas montañas tomaron su nombre actual, macizo del Ruiz, en honor al primer propietario que acreditó títulos, llamado Alonso Ruiz de Sahajosa.

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DEL ÁREA PROTEGIDA

Los valores objeto de conservación (VOC), las prioridades para la investigación y los elementos para el monitoreo se seleccionaron inicialmente con ayuda de los lineamientos del documento *Manual de monitoreo de parques nacionales naturales de Colombia* (2007). Se expone a continuación su objeto:

1. Mantener las dinámicas naturales de áreas representativas de los ecosistemas de páramos y bosques altoandinos del sistema centroandino colombiano, en el marco de la conservación de la diversidad ecológica, los recursos genéticos y los valores culturales asociados.
2. Conservar poblaciones de fauna y flora endémicas y amenazadas de extinción asociadas a los ecosistemas del parque, con el fin de mantener la biodiversidad del sistema centroandino colombiano representado en el área protegida.-
3. Proteger las cuencas altas de los ríos Chinchiná, Gualí, Lagunillas, Recio, Totare, Combeima, Quindío, Otún y Campoalegre, con sus afluentes, en jurisdicción del área protegida, y mantener su función de regulación y aprovisionamiento de recurso hídrico y climático de la región.
4. Generar estrategias de manejo adaptativo de las unidades de origen glacial y volcánico como escenarios de gran espectacularidad paisajística e importancia ecológica que encierran el complejo volcánico Cerro Bravo-Cerro Machín.

SITIOS DE INTERÉS

- Nevado del Ruiz, 5.321 m.s.n.m.
- Nevado del Tolima, 5.200 m.s.n.m. Es una de las montañas con mayor grado de dificultad para escalar.
- Nevado de Santa Isabel, 4.950 m.s.n.m. Su cima está formada por tres picos.
- Nevado del Cisne, 4.800 m.s.n.m. Se encuentra entre los Nevados del Ruiz y de Santa Isabel.
- Nevado del Quindío, 4.800 m.s.n.m. Solo en temporadas invernales presenta nieve.
- Laguna del Otún, 3.900 m.s.n.m. Hermosa laguna situada a 39 km. del Nevado del Ruiz, es el resultado del cierre de un valle glaciar. Se llega en campero.
- Termales del Ruiz, 3.600 m.s.n.m. Importante lugar turístico en el volcán Nevado del Ruiz, para el disfrute se sus fuentes termales
- Termales del Rancho, 2.600 m.s.n.m. Aguas azufradas con servicios de piscina, cabaña y restaurante.
- Cascada de Gualí, 4.000 m.s.n.m. Hermosa cascada sobre una pendiente de roca andesítica.
- Laguna Verde. Pequeño lago glaciar situado al sur del Nevado El Cisne.

Para Parques Nacionales Naturales de Colombia, el ecoturismo es una estrategia de conservación que busca generar experiencias vivenciales y de apropiación social de conocimiento cultural, geológico y relacionado con la biodiversidad natural. Por ende, los visitantes podrán vivir una aventura consistente en disfrutar, en los diferentes senderos interpretativos, paisajes inigualables, climas cambiantes, glaciares, volcanes activos, paramillos, lagunas y una gran diversidad de especies únicas que habitan esta gran área protegida.

La gestión de conservación requiere de herramientas de interpretación ambiental que, aprovechando los valores naturales de los entornos, promuevan mayores niveles de concienciación por la conservación de los recursos geológicos y naturales. En este contexto, el geoparque busca integrar la gestión del conocimiento a la perspectiva de gestión ambiental, en el marco de una estrategia regional que, ligada a los atractivos naturales y geológicos, promueva desarrollo con inclusión social, crecimiento económico, manejo ambiental y geológico eficiente, sin perder de vista la conservación.

GENERALIDADES SOBRE EL VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ

El volcán Nevado del Ruiz (VNR), con otras estructuras volcánicas, conforma el Complejo Volcánico Nevado del Ruiz (figura 5). Presenta un cráter activo denominado *Arenas*, de 870 x 830 m de diámetro y una profundidad de 247 m (figura 2).

GEOLOGÍA

La estratigrafía general del volcán Nevado del Ruiz ha sido definida por diferentes autores (Herd, 1974; CHEC, 1983; Thouret, Murcia, Salinas y Vatin-Perignon, 1985; Thouret, Cantagrel, Salinas y Murcia, 1990; Schaefer, 1995), quienes, con base en sus propias interpretaciones y en dataciones, proponen para este una evolución distribuida bien sea en períodos de actividad, en períodos volcánicos o en grandes grupos de depósitos.



Figura 5. Panorámica del Complejo Volcánico Nevado del Ruiz desde el sector de Letras, en la que se observa su flanco NE. Al E se aprecia el volcán La Piraña, y en el plano medio, varios de los domos emplazados entre los volcanes Nevado del Ruiz y Cerro Bravo. Tomado de Navarro, Pulgarín, Monsalve, Cortés y Calvache (2012)

El estudio más reciente es el realizado por el Servicio Geológico Colombiano (Martínez *et al.*, 2014), en el que se define el Complejo Volcánico Nevado del Ruiz (CVNR), del cual el volcán Nevado del Ruiz (VNR) es el edificio más reciente.

El CVNR se encuentra dividido en cuatro *períodos eruptivos*: 1) El *pre-Ruiz* abarca entre 1,8 ± 0,1 y 0,97 ± 0,05 Ma, y comprende uno o varios centros eruptivos de dominio efusivo. 2) El *primer período eruptivo Ruiz* (*PER*), del cual se estima que debió iniciarse con posterioridad a los 0,97 Ma y prolongarse hasta aproximadamente 0,2 Ma. Este período estuvo dominado inicialmente por erupciones efusivas, seguidas por una época destructiva, muy explosiva, que habría culminado con el vaciado de parte del reservorio magmático, la depositación de la ignimbrita de río Claro y la formación de una caldera. 3) El *período eruptivo intermedio* (*Inter*), durante el cual se formó un conjunto de domos y volcanes intracaldéricos, de borde o extracaldéricos, de edad probablemente menor de 0,2 Ma. 4) El *segundo período eruptivo Ruiz* (*SER*), que comenzó aproximadamente hace 45.000 años AP y que se ha extendido hasta el presente.

Las estructuras que conforman el CVNR son los tres edificios principales (pre-Ruiz, PER y SER), tres volcanes menores (Piraña, La Olleta y Nereidas); ocho domos (Alfombrales, Arenales, La Laguna, El Plato, Plazuelas, Recio, San Luis y Santana) y la lava fisural La Esperanza, además de varios domos, localizados al norte del actual VNR, alineados en sentido NW-SE asociados al sistema de falla Villamaría Termales.

El actual VNR está constituido por una serie de depósitos producidos por actividad tanto efusiva como explosiva, que ha predominado en los últimos 13.000 años, y de la cual hay evidencias de al menos doce erupciones, con columnas eruptivas que posiblemente alcanzaron hasta 20 km de altura, con un índice de explosividad volcánica (VEI, por sus siglas en inglés) entre 3 y 4 (Ceballos, Martínez y Zuluaga, en preparación). Estas erupciones han generado depósitos de corrientes de densidad piroclástica (flujos y oleadas) que se han depositado en los valles de los ríos que nacen en el volcán, además de depósitos de caída piroclástica que cubren la topografía en su área de influencia, interdigitados con depósitos de caídas piroclásticas del volcán Cerro Bravo. Debido a la fusión de su cobertura glaciar durante los eventos eruptivos, el VNR ha generado varios depósitos de *lahar*, que se han desplazado por las cuencas de los ríos que nacen en el volcán, y se han depositado en las en zonas bajas y planas. Además de los eventos mencionados, hay evidencias de colapsos de flanco del edificio volcánico y los correspondientes depósitos de avalanchas de escombros; los más recientes se localizan en las cabeceras de los ríos Azufrado y Lagunilla.

De la actividad histórica del VNR se tiene, entre otras, el registro de las erupciones de 1595 y 1845, en las que se generaron *lahares* que afectaron la zona donde se localizaba la antigua población de Armero, y de por lo menos dos depósitos de avalanchas de escombros ocurridas en los últimos 2000 años (Valencia, Ceballos y Pulgarín, 2015). Estos eventos fueron generados probablemente por el colapso gravitacional del macizo rocoso en las cabeceras de los ríos Azufrado y Lagunilla.

En 1984 el VNR presentó una reactivación, seguida por la erupción del 13 de noviembre de 1985. El 1 de septiembre de 1989 ocurrió otra erupción de menor tamaño, que produjo caída de ceniza y un pequeño *lahar* en el río Azufrado, sin fatalidades asociadas.

ANTECEDENTES DE LA REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ

Después de haber estado inactivo desde febrero de 1845, en noviembre de 1984 el volcán Nevado del Ruiz incrementó su actividad fumarólica, al igual que su actividad sísmica. El siguiente año, en Manizales se crearon varios comités de investigación con el objetivo de entender el fenómeno volcánico que estaba ocurriendo. Dichos comités estaban integrados por profesores de universidades locales, funcionarios de instituciones de los gobiernos local y nacional, así como científicos extranjeros. Posteriormente, por medio del Decreto 3815, de diciembre de 1985, el Ministerio de Minas y Energía comisionó al Instituto de Investigaciones Geológico Mineras (Ingeominas, hoy SGC) el estudio para la prevención de toda clase de riesgos geológicos en el territorio colombiano. Antes de ello, en conjunto con la Universidad de Caldas se le había encomendado realizar el *Mapa preliminar de riesgo volcánico potencial del volcán Nevado del Ruiz* (el término *riesgo* estuvo mal empleado, debido al desconocimiento de la terminología correcta en gestión del riesgo).

El 7 de octubre de 1985, el Ingeominas entregó en Bogotá al Ministerio de Minas el primer mapa de amenaza volcánica, en una escala 1:100.000, sobre el cual se delimitaron las distintas zonas potenciales que estaban sujetas a diferentes amenazas derivadas de erupciones volcánicas, que fue presentado a las autoridades civiles y militares, Defensa Civil y medios de comunicación. Para la realización del mapa se contó, además, con la participación de profesores y estudiantes de la Facultad de Geología y Minas de la Universidad de Caldas, con la cooperación de la Gobernación de Caldas, La Fundación para el Fomento

y la Investigación Científica y el Desarrollo Universitario de Caldas (Ficducal), la Corporación Financiera de Caldas, el Comité de Cafeteros de Caldas, la Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC), la Corporación Regional Autónoma de Manizales, Salamina y Aránzazu (Cramsa, hoy la Corporación Autónoma Regional de Caldas [Corpocaldas]), el Municipio de Manizales, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT, hoy Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]).

En 1985 continuó el incremento de la actividad, el 11 de septiembre una erupción generó una emisión de ceniza en dirección W y un pequeño *lahar* por el río Lagunilla. La actividad mayor se dio el 13 de noviembre de 1985 a las 3:05 de la tarde, con una erupción que generó emisión de cenizas desde el cráter Arenas, que se dispersaron hacia el E del volcán la cual cayó sobre la población de Armero (Tolima) a las 5 p.m. A las 9:08 p.m. se produjo una explosión en el cráter, con emisión de material piroclástico, y la generación de *lahares* por las cuencas de los ríos Molinos, Azufral, Lagunilla y Gualí. A las 9:30 p.m. se informó de ello a la Defensa Civil de Caldas, a las emisoras locales y a personal del Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé) y de la CHEC, que laboraban en la ribera del río Chinchiná. La noticia fue difundida por la televisión nacional. Entre las 9:30 p.m. y las 9:50 p.m. se dio la fase mayor de la erupción. A las diez de la noche se presentó caída de piroclastos y lluvia en Armero y Mariquita. Aproximadamente a las 10:40 p.m. llegó un *lahar* a Chinchiná (Caldas), y a las 11:35 p.m. otros *lahares* alcanzaron las ciudades de Armero y Mariquita, con la nefasta devastación de la población de Armero, Rioclaro y La Primavera, en zona rural de Villamaría, y de algunos barrios de Chinchiná. También se presentaron pérdidas humanas en las zonas por donde descendieron los *lahares.* Las muertes causadas en este evento (25.000 víctimas) ocupan el cuarto lugar en la historia de desastres volcánicos, solo después del Tambora, en 1815 (92.000 victimas), Krakatoa, en 1883 (36.000 víctimas), ambos en Indonesia, y Monte Peleé, en Martinica, en 1902 (28.000 victimas). (Sobre la tragedia de Armero, véase https://www.youtube.com/watch?v=VnNavMywk2w).

MAPA DE AMENAZA VOLCÁNICA DEL VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ

Inicialmente se realizó el denominado *Mapa preliminar de riesgo volcánico del Nevado del Ruiz* (Cepeda, James, Murcia, Parra, Salina y Vergara, 1985),

cuya actualización estuvo lista el 7 de noviembre de 1985. La segunda actualización (Parra y Cepeda, 1986) que conservó este nombre, se realizó en 1986, y en 2015 se llevó a cabo la última actualización (SGC, 2015). Esta versión presenta tres zonas de amenaza, categorizadas en alta, media y baja, y expone los diferentes eventos volcánicos que podrían ocurrir en cada una de ellas, así como su caracterización (figura 6).

REDES DE VIGILANCIA VOLCÁNICA INSTALADAS EN VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ

La infraestructura tecnológica para realizar el monitoreo de los volcanes del segmento norte de Colombia se clasifica en tres grupos: infraestructura eléctrica, de instrumentación y de telecomunicaciones.

El suministro eléctrico de las estaciones instaladas en los volcanes se consigue mediante energía solar recolectada por paneles de aproximadamente 90 W. Una estación típica puede funcionar con dos paneles solares y dos baterías de 12 V y 40 Ah, aunque hay estaciones con sistemas más robustos, dependiendo de su ubicación en el volcán, ya que hay lugares donde la caída de ceniza hace necesarios más paneles solares y baterías para aumentar la autonomía de la estación. Hay estaciones con una autonomía de hasta dos meses.

La instrumentación es variada. En la actualidad se usan los siguientes tipos de sensores: sismómetros, *Global Navigation Satellite System* (GNSS), inclinómetros, sensores de infrasonido, *scan doas* (*differential optical absorption spectroscopy* — monitoreo de gases—), magnetómetros, sensores de concentración de gas radón en tierra, termocuplas en fuentes termales, cámaras y otros sensores de variables climáticas (velocidad y dirección del viento, precipitación de lluvia, etc.).

A nivel general en telecomunicaciones, se usan equipos digitalizadores en campo, para convertir los datos analógicos de los sensores en datos digitales aptos para su transmisión por la red de telemetría y ser recibidos en el observatorio. La red de telemetría está conformada por antenas que trabajan en el espectro libre o enlaces satelitales.

Los sensores principales utilizados en el monitoreo volcánico son los sismómetros. La figura 7 muestra la red de estaciones dedicadas al monitoreo e investigación de los volcanes del segmento norte de Colombia. La figura 8 muestra una estación en el volcán Nevado del Ruiz.

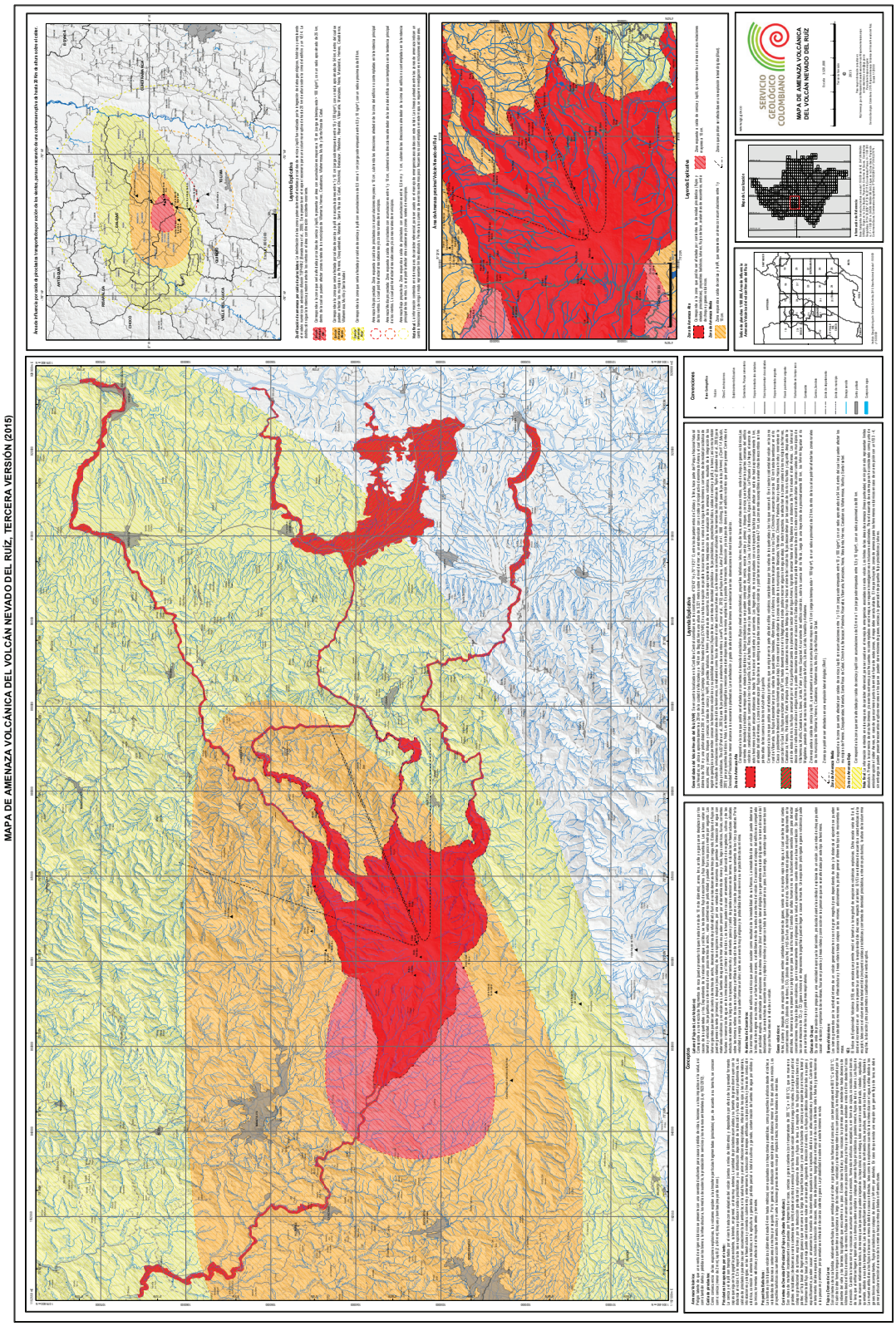


Figura 6. *Mapa de amenaza volcánica del Nevado del Ruiz*, tercera versión (SGC, 2015)

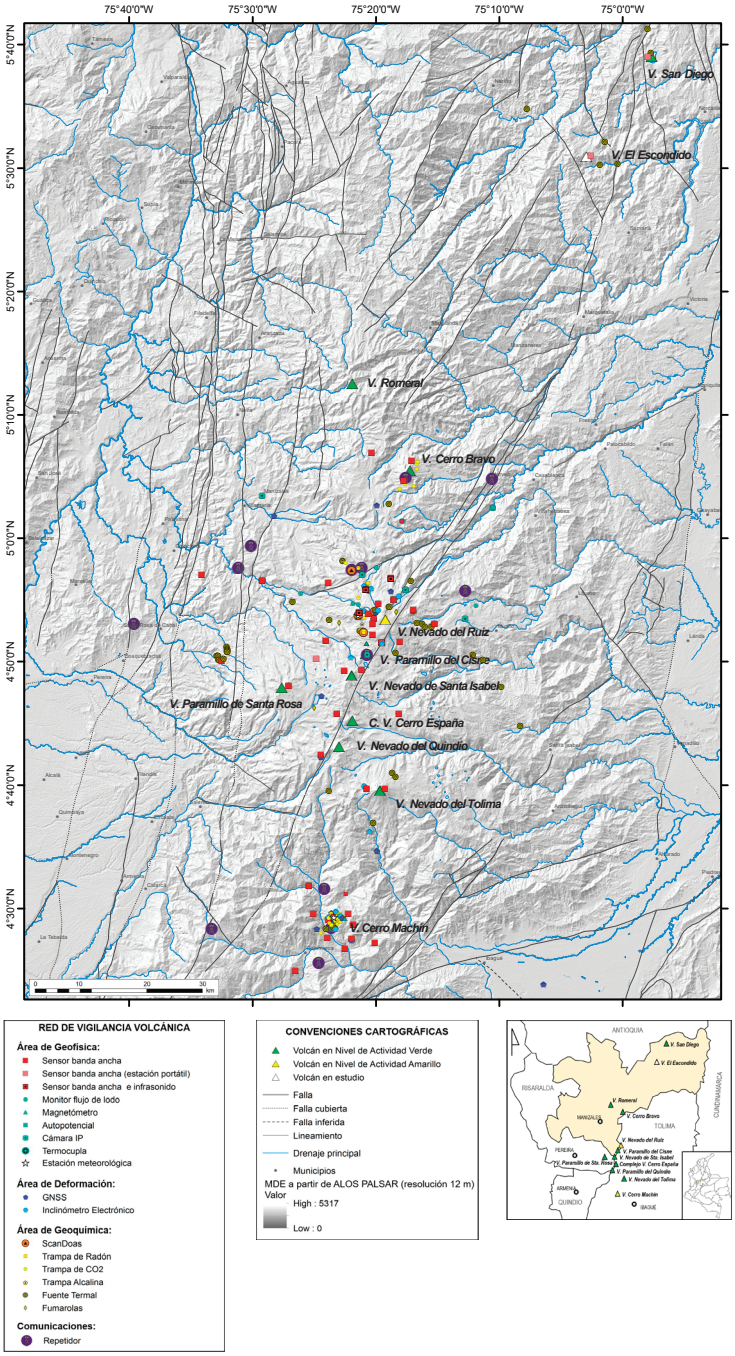


Figura 7. Red de monitoreo de los volcanes del segmento volcánico norte, operada por el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales (OVSM) del Servicio Geológico Colombiano (SGC)



Figura 8. Estación multiparamétrica Nereidas, Es la de mayor altitud, ubicada a 5.098 m.s.n.m. Cuenta con un sismómetro de banda ancha

RECORRIDOS Y PROGRAMA DE LA EXCURSIÓN

En la excursión se realizará un recorrido de dos días (figura 9), entre los departamentos de Caldas y Tolima, que permitirá conocer al Nevado del Ruiz en el parque nacional natural Los Nevados, algunos de los depósitos asociados a su historia geológica, aspectos de su reactivación y la devastación que generó sobre la población de Armero, localizada a 50 km al ENE del volcán. En el recorrido se tendrá oportunidad de observar algunos paisajes asociados al volcán Cerro Bravo.

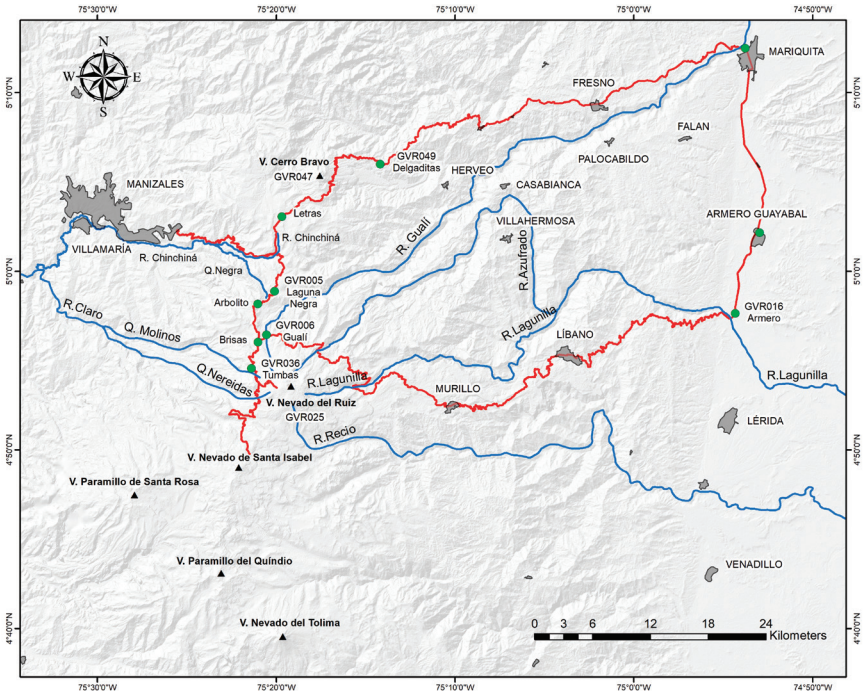


Figura 9. Mapa que muestra el recorrido y localización de las estaciones (puntos verdes) durante la excursión al Nevado del Ruiz-Armero. La notación GVR indica algunos de los lugares de interés geológico contemplados en el geoparque Volcán del Ruiz

DÍA 1: MANIZALES - CABECERA DEL RÍO GUALÍ (NEVADO DEL RUIZ) -CERRO BRAVO-ARMERO– GUAYABAL – MARIQUITA

Saliendo desde Manizales se tomará la carretera que conduce a Bogotá, hasta la desviación al parque nacional natural Los Nevados (PNNN), de allí hasta la cabecera del río Gualí. Durante este recorrido, si las condiciones meteorológicas lo permiten, se tendrá una panorámica general del volcán Nevado del Ruiz y uno de valles de los ríos por donde se canalizó el *lahar* generado por la erupción del 13 de noviembre de 1985.

En este recorrido se pasará de una altura de 2.150 m.s.n.m., en Manizales, hasta 4.000 m.s.n.m., en las cabeceras del río Gualí, en el PNNN, y se descenderá hasta 358 m.s.n.m., hasta la localidad de Armero-Guayabal, atravesando, en parte, el edificio volcánico de Cerro Bravo.

El punto de encuentro y de partida será a las 7 a.m. en el hotel Quo, localizado en el sureste de Manizales, en la calle 66A n.° 26A-28.

ESTACIÓN N.° 1 (E-1): LAGUNA NEGRA (GVR-005)

Kilómetro 35,4 desde el inicio; altura: 3760 m.s.n.m.

En el sector de El Triunfo se tiene una panorámica de la laguna Negra (figura 10), de origen glaciar, localizada a 3.760 m.s.n.m., uno de los nacimientos del río Chinchiná. Además se observa el domo Santana y el domo Colada Chinchiná, que hacen parte del CVNR, así como depósitos de lavas asociados a la actividad más antigua (pre-Ruiz) del CVNR (Martínez *et al*., 2014).

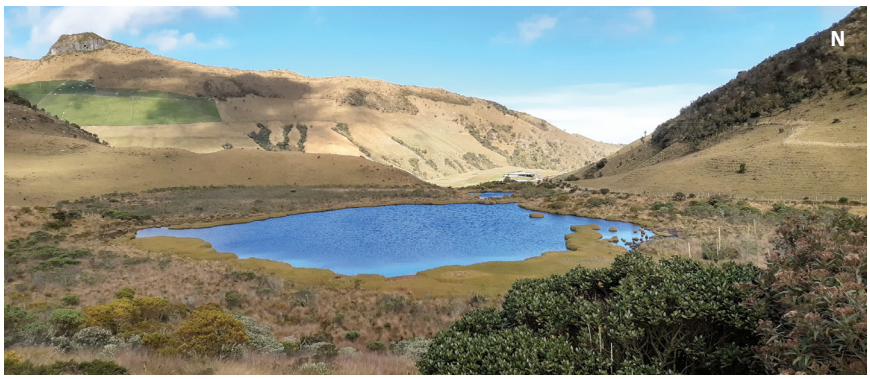


Figura 10. Panorámica en la que se observa la laguna Negra, de origen glaciar, localizada en una de las cabeceras del río Chinchiná

ESTACIÓN N.° 2 (E-2): EL ARBOLITO

Kilómetro 37 desde el inicio; altura: 3.830 m.s.n.m.

Si el clima lo permite, desde este punto se observará una hermosa panorámica del CVNR: la zona NW del volcán Nevado del Ruiz, el volcán La Olleta, el cerro Gualí y el valle del río Gualí, por el cual descendió uno de los *lahares* generados en la erupción del 13 de noviembre de 1985 (figura 11).



Figura 11. Panorámica del CVNR desde el sector de El Arbolito: a la izquierda, el volcán La Piraña; en el plano medio se aprecia el volcán Nevado del Ruiz, el cañón del río Gualí y el cerro Gualí (remanentes de lavas de estadios más antiguos del CVNR); hacia la derecha, el volcán La Olleta

Depósitos de caídas piroclásticas de los volcanes Cerro Bravo y El Ruiz, vía Manizales-Murillo

En la ruta hacia el río Gualí se observa, cubriendo ampliamente la zona, una secuencia de depósitos de caída piroclástica originados por los volcanes Nevado del Ruiz y Cerro Bravo. Las edades que abarcan estos depósitos están comprendidas entre los 13.760 años AP y el presente (figura 12).



Figura 12. Afloramiento de la secuencia de depósitos de caída piroclástica asociada a la actividad holocénica de los volcanes Nevado del Ruiz (con la notación UE en la columna seguido por la edad de la erupción) y Cerro Bravo (con la notación CB en la columna). Esta secuencia cubre ampliamente la zona

ESTACIÓN N.° 3 (E-3): CABECERAS DEL RÍO GUALÍ (GVR-006)

Kilómetro 42,8 desde el inicio; altura: 4.000 m.s.n.m.

En este punto se tiene la panorámica del valle del río Gualí, por el cual descendió uno de los *lahares* generados en la erupción del 13 de noviembre de 1985 (figura 13), que afectó las poblaciones de Mariquita y Honda, en el departamento del Tolima.

En este sector, el valle está labrado en flujos de lava de diferentes periodos eruptivos del volcán. Sobre las lavas se aprecian los depósitos de piroclastos de caída que representan la historia eruptiva más reciente del Nevado del Ruiz (últimos 13.000 años), entre los cuales se encuentran intercalados algunos niveles de piroclastos de caída con origen en el volcán Cerro Bravo (figura 14). Hacia la parte baja del valle se pueden apreciar remanentes de los depósitos de *lahar* generados el 13 de noviembre de 1985.



Figura 13. Panorámica de las cabeceras y valle del río Gualí. Nótense al fondo del valle los remanentes del depósito del *lahar* originado por la erupción del 13 de noviembre de 1985



Figura 14. Afloramiento de la secuencia de depósitos de caída piroclástica asociados a la actividad holocénica de los volcanes Nevado del Ruiz y Cerro Bravo cubriendo las lavas en el sector del río Gualí

Características generales de la erupción del 13 de noviembre de 1985

Según Calvache (1990), la erupción del 13 de noviembre de 1985 del volcán Nevado del Ruiz generó una serie de flujos y oleadas piroclásticas que erodaron canales sobre la superficie de la cima del glaciar y originaron *lahares* que descendieron por los cauces de algunos de los ríos que nacen en el volcán, como el Molinos, Gualí, Azufral y Lagunilla. Una primera fase, que tuvo lugar a las 3:05 p. m., generó una columna eruptiva con material piroclástico de ceniza y lapilli pumítico que fue transportada por los vientos hacia el NE, alcanzando distancias superiores a los 50 km hacia las poblaciones de Guayabal y Armero (Tolima),

depositándose en esas poblaciones a las 5:00 p.m. Durante la erupción principal, ocurrida a las 9:08 p.m., bloques, lapilli y ceniza fueron similarmente dispersos hacia el NE generando un depósito de caída que alcanzó una distancia de 400 km de la fuente. La secuencia estratigráfica y litológica permitió dividir la erupción en cuatro episodios:

I) Caídas de ceniza fina, bloques grandes y oleadas piroclásticas (figura 15) que se depositaron sobre el hielo e involucraron fragmentos de éste.
II) Emplazamiento de al menos dos flujos piroclásticos no soldados.
III) Emplazamiento de un flujo piroclástico (toba soldada).
IV) Emplazamiento de un flujo y una oleada piroclástica y caída de "lapilli acrecional.

La erupción del 13 de noviembre de 1985 generó además flujos de lodo al fundir parte del casquete glaciar. En 1989 ocurrió otra erupción, de menor magnitud que la de 1985, que generó piroclastos de caída y pequeños flujos de lodo.



Figura 15. Depósito de oleada piroclástica sobre el hielo, dejado por la erupción del volcán Nevado del Ruiz el 13 de noviembre de 1985. Fotografía de Marta Calvache



VOLCÁN CERRO BRAVO, GENERALIDADES

Cerro Bravo (5,09° N, 75,29° W), localizado en el departamento del Tolima, tiene 4.050 m de altura (figura 16), está ubicado en el sector del páramo de Letras, 22 km al NE del Nevado del Ruiz, y está desplazado 5 km al E de la cima de la cordillera Central de Colombia. El volcán se encuentra al NW de Bogotá, capital de Colombia, e Ibagué, capital del departamento del Tolima, distantes, respectivamente, 150 y 65 km. Por su base, en los costados S y E, pasa la carretera nacional que une Manizales (distante 24 km del volcán) con Bogotá. A la cima del volcán se accede desde el sector de El Doce, por la carretera principal.

El volcán Cerro Bravo es un complejo de domos caracterizado por actividad altamente explosiva, que predomina en el registro geológico de los últimos 14.000 años, en el que Herd (1974) reconoce 17 niveles de caída pliniana, y Lesinscky (1990) asocia a nueve eventos eruptivos principales. La historia geológica del volcán Cerro Bravo probablemente comenzó hace más de 50.000 años, cuando se construyó un edificio volcánico antiguo, en el interior del cual, en los últimos 14.000 años, se ha estado construyendo el Edificio Moderno.

Según Lesinscky (1990) y Monsalve (1991), la actividad en el Edificio Sur dio origen a numerosos eventos de caída tipo pliniano, algunos de ellos acompañados por generación de flujos de ceniza y pómez y oleadas piroclásticas, así como ascenso y destrucción de domos, que originaron flujos de bloques y *lahares* que alcanzaron el valle del río Magdalena, y sobre uno de los cuales se encuentra construida la ciudad de Mariquita. La actividad en los últimos 600 años se ha concentrado en el Edificio Norte, donde han ocurrido al menos tres eventos explosivos que han generado piroclastos de caída, cuyos depósitos tienen una amplia distribución en el área, oleadas, flujos piroclásticos que alcanzaron distancias mayores de 18 km, emplazamiento de domos y destrucción parcial de ellos, lo que dio lugar a flujos de bloques y ceniza y *lahares* secundarios. No se tiene reporte de erupciones históricas de este volcán, aunque Lesinscky (1990) presenta una datación por C_{14} de 200 años del depósito de caída pumítica más reciente de este volcán.



Figura 16. Panorámica general del volcán Cerro Bravo, desde el sur, en el que se aprecia el Edificio Moderno, con los domos en su cima

La actividad explosiva del volcán Cerro Bravo afectó un área aproximada de 2.000 km^2, donde actualmente se encuentran importantes poblaciones, como Manizales, donde el registro geológico muestra más de 3 m de espesor acumulado de caídas piroclásticas pumíticas, provenientes de varios eventos eruptivos. Asimismo, importantes registros de la actividad explosiva se encuentran en los municipios de Herveo, Neira, Chinchiná, Villamaría y Palestina, entre otros, que concentran una población cercana a 600.000 habitantes, según datos del censo del DANE del 2005 (www.dane.gov.co). Según el registro geológico, estas áreas 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, que impactarían a alrededor de 200.000 habitantes (www.dane.gov.co).

La actividad actual del volcán está dada por algunas fuentes termales y sismicidad baja. El volcán Cerro Bravo cuenta también con un mapa preliminar de amenaza volcánica, que fue elaborado por el Ingeominas (Monsalve y Núñez, 1992), en el que se muestran las zonas potencialmente afectadas en una futura erupción. Actualmente llevan a cabo trabajos para actualizar este mapa de amenaza.

Sector de Letras, observación del volcán Cerro Bravo (GVR-047)

Kilómetro 62,6 desde el inicio; altura: 3.630 m.s.n.m.

Saliendo de la cabecera del río Gualí se tomará la vía Manizales-Bogotá, en el sector La Esperanza (conocido también como El Ocho), y se continúa hacia el sector del alto de Letras, en el departamento del Tolima.

A 4 km de El Ocho, si las condiciones climáticas lo permiten, se tendrá un panorama general de la parte norte de la zona volcánica: hacia el suroeste, el volcán Nevado del Ruiz, el edificio volcánico adventicio La Piraña (figura 5), los domos que se encuentran entre este volcán y el Cerro Bravo, así como este último volcán (figura 17).

En todo el sector de Letras se encuentra el registro geológico de las erupciones del volcán Cerro Bravo.

Continuando por la carretera, y habiendo atravesado la caldera antigua del Cerro Bravo (caldera Quebrada Seca), se pueden apreciar las lavas de composición andesítica - dacítica que forman el complejo de domos del volcán Cerro Bravo.



Figura 17. Panorámica del volcán Cerro Bravo desde el sector de Letras, en la que se observa el Edificio Sur y el complejo de domos recientes

ESTACIÓN N.° 4 (E-4): DELGADITAS (GVR-049)

Kilómetro 80,2 desde el inicio; altura: 2.600 m.s.n.m.

Desde el sector de Letras (límite entre los departamentos de Caldas y Tolima) se comenzará a descender hasta Delgaditas (Tolima). Desde esta localidad, y luego de haber atravesado el volcán Cerro Bravo, se podrá apreciar el edificio volcánico en su sector este, y una zona de acumulación de piroclastos hacia su base. Morfológicamente se evidencian los edificios volcánicos y domos que conforman el Cerro Bravo moderno (figura 18), distinguiéndose los remanentes del Edificio Sur y el complejo de domos del Edificio Norte, así como las lavas asociadas.

Desde este sitio se tendrá también una panorámica general del denominado, por su morfología en la parte distal, *el Plan de El Aguacatal*, de pendiente ligeramente inclinada y disectada por la acción fluvial. Este sector está constituido por una sucesión de depósitos de corrientes de densidad piroclástica y de caídas pumíticas.

El depósito más importante que conforma este sector corresponde a un flujo de bloques y ceniza, monolitológico, producto de la explosión de un domo que estuvo localizado en el interior del Edificio Sur, del que aún se conservan vestigios entre los dos edificios. El flujo descendió por la quebrada Los Micos, y formó, en la parte baja, una zona plana delimitada por el río Aguacatal y la quebrada El Jordán, donde se encuentra su principal afloramiento, con aproximadamente 40 m de espesor (figura 18). Este flujo grada transicionalmente a un flujo de ceniza y pómez que alcanza, localmente, 10 m de espesor (figura 19). Estos depósitos hacen parte de la unidad eruptiva CB5 (2.735 años AP, Lesinscky, 1990). En el sector, esta unidad se encuentra localmente suprayacida por otras unidades eruptivas del vulcanismo más reciente del Cerro Bravo. A partir de estos depósitos se generó un importante *lahar* que descendió por el río Aguacatal, afluente del río Gualí, que afectó la parte baja hasta el valle del río Magdalena, y sobre el cual se encuentra construida la ciudad de Mariquita. Remanentes de estos depósitos también se encuentran entre esta localidad y la ciudad de Honda, a orillas del río Magdalena.

El recorrido de la excursión continuará hasta la localidad de Mesones, para almorzar y posteriormente seguir hasta la Armero-Guayabal, situada a 358 m.s.n.m., pasando por San Sebastián de Mariquita (535 m.s.n.m.), adonde, después de terminar la jornada, se regresará para pernoctar, cumpliendo así el recorrido de este día.



Figura 18. Panorámica en la que se aprecia el volcán Cerro Bravo y las diferentes estructuras que lo conforman, así como la morfología dejada por los depósitos que forman el sector del Plan de El Aguacatal



Figura 19. Secuencia piroclástica y *lahares* intercalados que forman el Plan de El Aguacatal, asociados a la unidad eruptiva CB5. Quebrada El Jordán, cerca de su desembocadura al río Aguacatal

ESTACIÓN N.° 5 (E-5): PARQUE TEMÁTICO OMAIRA SÁNCHEZ

Kilómetro 162,4 desde el inicio; altura: 558 m.s.n.m.

En mayo de 2013, el Congreso de Colombia aprobó la Ley 1632, por medio de la cual se rindieron honores a la desaparecida ciudad de Armero (Tolima) y a sus víctimas. Entre otros puntos, en el capítulo XI de esta ley se dispuso la construcción del parque infantil Omaira Sánchez en el municipio de Armero-Guayabal, y se autorizó al Gobierno nacional



Figura 20. Espacio del SGC en el parque temático Omaira Sánchez, para la difusión del conocimiento sobre los volcanes activos, principalmente el volcán Nevado del Ruiz, sus beneficios y amenazas, el monitoreo volcánico y la gestión de riesgo volcánico

para que realizara los aportes necesarios para la construcción de esta obra, de conformidad con los compromisos adquiridos en la 14 Jornada de Acuerdos para la Prosperidad, que se realizó en el municipio de Armero, Guayabal (Tolima), el 13 de noviembre de 2010.

El SGC ha fortalecido un espacio del parque temático Omaira Sánchez (figura 20) concebido para favorecer la gestión del riesgo volcánico en la región y los procesos de apropiación social de conocimiento geocientífico (López, Calvache y Cortés, 2018). El espacio cuenta con un simulador de sismos, réplica de columna estratigráfica del VNR, maquetas para experimentos sobre fenómenos volcánicos, exhibición de equipos antiguos y de tecnología de punta empleados en el monitoreo volcánico, base para niños y desarrollos de software con técnicas de realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV) y holografía 3D. Las aplicaciones desarrolladas son gratuitas y pueden descargarse de la Play Store y AppStore con los nombres Pintar un Volcán en RA[1], Volcanes Colombianos RA[2] y Volcán-VR.

1 Pintar un Volcán en RA:
https://play.google.com/store/apps/details?id=net.Newrona.Volcan_pintar&hl=es

2 Volcanes Colombianos RA SGC:
https://play.google.com/store/apps/details?id=net.Newrona.Volcanes

DÍA 2: MARIQUITA-RUINAS DE ARMERO-ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DEL RIESGO DE LA DEFENSA CIVIL-MANIZALES

Saliendo de Mariquita se continúa por la carretera hacia Ibagué, hasta llegar a la antigua población de Armero, donde se podrán ver las ruinas de la ciudad después de la tragedia ocasionada por la erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985, así como el depósito de *lahar* que afectó a esta población, y parcialmente otro depósito de *lahar* histórico que afectó la misma zona en 1845.

La secuencia de flujos y oleadas piroclásticas generados por la erupción del 13 de noviembre de 1985 interactuó con la nieve y el hielo del casquete glaciar de la cima del VNR, lo que desencadenó la secuencia de *lahares* más mortíferos de la historia de la humanidad. Los *lahares* fluyeron hacia el oeste, norte y este del volcán, siguiendo los tres principales sistemas de drenaje que nacen en él: las cuencas de los ríos Chinchiná, Gualí y Lagunilla. Durante las cuatro horas siguientes al inicio de la erupción, los *lahares* descendieron 5.100 m y viajaron hasta 104 km de distancia, dejando a su paso una estela de destrucción catastrófica (Pierson, Janda, Thouret y Borrero, 1990). Los *lahares* causaron la destrucción de prácticamente la totalidad de la población de Armero, en el norte del departamento del Tolima (figura 21), localizada en la boca del cañón del río Lagunilla, 50 km en línea recta al ENEde la cima del volcán, y la muerte de más de 20.000 de sus habitantes, así como habitantes de otras áreas de influencia del volcán en el departamento de Caldas.

El *lahar* que afectó a Armero resultó de la conjunción de dos flujos casi simultáneos que se desarrollaron en los cauces de los ríos Lagunilla y Azufrado, que confluyen 23 km al oeste de Armero. La geometría del flujo experimentó un cambio radical al abandonar el cañón del Lagunilla y encontrar una topografía relativamente plana (abanico de escombros construido por *lahares* e inundaciones anteriores), que se tradujo en desaceleración del flujo, expansión superficial sobre amplias áreas y depositación rápida (Pierson *et al*., 1990).

El flujo se dividió en tres brazos. El principal, de mayor dimensión, tomó dirección al este, siguiendo el cauce del río Viejo por cerca de 18 km, hasta el caserío de Santuario; el segundo siguió hacia el norte por el valle de la quebrada Santo Domingo hasta el río Sabandija, y el tercero recorrió un tramo de 10 km por el cauce del río Lagunilla. El *lahar* inundó un área de 34 km^2, ocurrió en forma de pulsos sucesivos, cuyo efecto fue mayor sobre el sector central del casco urbano de Armero,

que fue arrasado por sus bases (Mojica, Colmenares, Villaroel, Macía y Moreno, 1985). En la historia reciente del Ruiz, según los relatos históricos, el valle de Armero fue afectado también por flujos de lodo de mayores proporciones que el de noviembre de 1985, en marzo de 1595 y febrero de 1845 (Ramírez, 1975; Mojica *et al*., 1985; Espinosa, 2011).

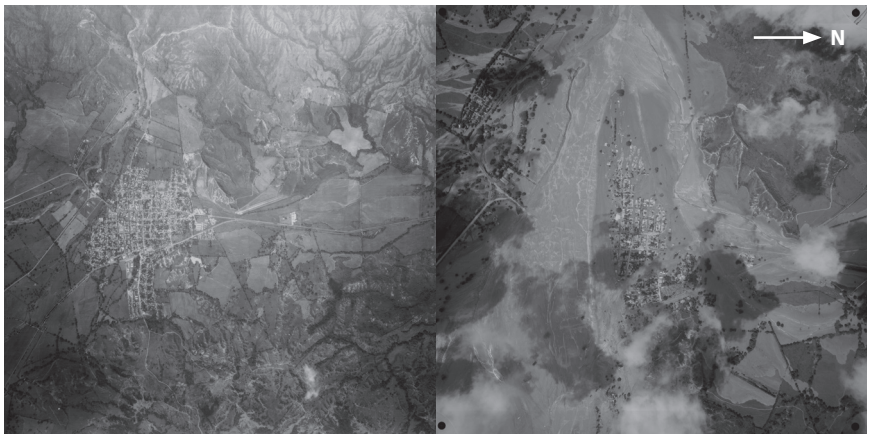


Figura 21. Fotografías aéreas de Armero antes y después de la tragedia del 13 de noviembre de 1985. A) Fotografía aérea tomada el 5 de mayo de 1985 por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (vuelo C-1803, foto n.° 029). B) Fotografía aérea tomada el 20 de noviembre de 1985 (vuelo C-2230, foto n.° 29). Se observa el cañón del río Lagunilla, el terreno arrasado sobre el que estaba establecida la ciudad de Armero y la distribución de los depósitos de *lahar* que la arrasó

ESTACIÓN N.° 6 (E-6): RUINAS DE LA CIUDAD DE ARMERO (GVR-016)

Kilómetro 29,5 desde el inicio; altura: 345 m.s.n.m.

Se comienza el recorrido en el sector de la hacienda La Bocatoma, a 1,5 km desde la carretera Armero-Lérida, sobre las márgenes norte y sur de la carretera a San Pedro, desde donde se aprecia el cañón del río Lagunilla (figura 22) en el piedemonte de la cordillera. Sobre la margen derecha de la carretera se observan las ruinas de un molino de arroz (figura 23), lugar donde se dividió el *lahar* y que evidencia la energía de este tipo de fenómenos, pues retorció el hierro de columnas y vigas.



Figura 22. Panorámica actual del cañón del río Lagunilla desde la hacienda La Bocatoma



Figura 23. Ruinas del molino de arroz donde se dividió el *lahar* del 13 de noviembre de 1985, y remanentes del depósito

En compañía de Freddy Gutiérrez, sobreviviente de Armero, se recorrerá el sector de la iglesia del Carmen y parte de las ruinas de algunas de las construcciones (figura 24) hasta el Hospital San Lorenzo (figura 25) y el centro de visitantes, desde donde, con el maestro escultor Hernán Darío Nova, autor de la obra *Monumento a la vida de Armero* (figura 26A) se hará un recorrido por el sector del parque principal de la destruida ciudad de Armero, donde se observa el aspecto del piso original del parque Fundadores, desenterrado del lodo diez años después de la tragedia, la plaza, la Cruz del Papa (figura 26B), una parte de la cúpula de la iglesia (figura 27), la bóveda del Banco de la República y los diferentes monumentos simbólicos de rememoración construidos en distintos momentos después de la ocurrencia del mayor desastre de origen natural en Colombia.



Figura 24. Panorámica del sector aledaño a la iglesia del Carmen. Se aprecian casas parcialmente enterradas por el depósito del *lahar*



Figura 25. Vista de las ruinas del Hospital San Lorenzo, afectado por el *lahar* y enterrado por su depósito resultante. Se observa en la actualidad lo que correspondía al piso superior del hospital



Figura 26. A) Monumento a la memoria de Armero en el parque principal de la antigua ciudad de Armero. Nótese el piso original del parque y las marcas dejadas por el paso del *lahar*. B) La cruz del Papa, levantada en conmemoración de la visita del Papa Juan Pablo II, unos meses después de la catástrofe



Figura 27. Ruina de la iglesia de San Lorenzo y remanente de la cúpula de la iglesia, recuperada 25 años después de la catástrofe varios km al oriente

En el cruce de la carretera Armero-Lérida y Armero-Cambao se observan dos depósitos de *lahar*, el dejado por el evento de 1985 y el de 1845 (figura 28), separados por un paleosuelo de color café y un nivel rosado, de espesor irregular de matriz limosa, sobre el cual descansa una losa de cemento. En este sitio el depósito superior que corresponde al *lahar* de 1985 tiene un espesor de 1,30 m. En el depósito se observan, además, trozos de madera, troncos de árboles, vidrio, plásticos y escombros de las construcciones arrasadas. El depósito inferior corresponde al *lahar* de 1845, y el nivel rosado encontrado encima del paleosuelo posiblemente corresponde a una inundación reportada aproximadamente 50 años antes de la destrucción de Armero (figura 29).

Después de los recorridos en las ruinas de Armero se visitará la Escuela de Gestión Ambiental y del Riesgo José Celestino Mutis, de la Defensa Civil Colombiana, ubicada en la vereda La Platilla, en el municipio de Mariquita e inaugurada en 2018. Una vez allí se realizará un recorrido por sus instalaciones y se escuchará una presentación de la labor de la Defensa Civil Colombiana en gestión del riesgo. Posteriormente se tendrá un espacio para las reflexiones finales del II Taller Regional de Geoparques Mundiales de la Unesco para América Latina y El Caribe, y se iniciará el regreso a la ciudad de Manizales.



Figura 28. Depósito de *lahar* tipo flujo de escombros de 1985 suprayaciendo el depósito de *lahar* tipo flujo de escombros de 1845. Margen occidental de la carretera Armero-Lérida, cerca del cruce con la carretera Armero-Cambao



Figura 29. Detalle de la zona de contacto de los depósitos de flujos de escombros de 1985 y 1845. Se aprecian nivel de paleosuelo, nivel asociado a una inundación ocurrida en los años treinta y losa de cemento, que separan los dos depósitos. Nótese el paleosuelo formado sobre el *lahar* de 1845





REFERENCIAS

Acosta Galvis, A. R. (2000). Ranas, salamandras y caecilias tetrápodos: Amphibia de Colombia. *Biota Colombiana*, 1 (3), 289-319.

Alvear, M., Betancur, J. y Franco-Rosselli, P. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del parque nacional natural Los Nevados, cordillera Central colombiana. *Caldasia* 32 (1), 39-63.

Bernal, R., Gradstein, S. R. y Celis, M. (eds.) (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia.* Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/

Calvache, M. L. (1990). Pyroclastic deposits of the November 13, 1985: Eruption of Nevado del Ruiz volcano, Colombia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 41 (1-4), 67-78. https://doi.org/10.1016/0377-0273(90)90083-R.

Ceballos, J. A., Martínez, L. M., Zuluaga, I. (en preparación). Informe técnico de la tercera edición del *Mapa de amenaza del volcán Nevado del Ruiz*. Versión 2015.

Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC) (1983). Investigación geotérmica: macizo volcánico del Ruiz. Fase II, etapa A., volumen III, *Geovulcanología*. Bogotá: ICEL-Ministerio de Minas y Energía.

Cepeda, H., James, M., Murcia, L. A., Parra, E., Salina, R. Y. y Vergara, H. (1985). *Mapa preliminar de riesgos volcánicos potenciales del volcán Nevado del Ruiz*. Escala 1:50.000. Memoria explicativa. Medellín: Ingeominas.

Cortés, G. P., Murcia, H. F., Hurtado, B. O., Cepeda, H. y Núñez, A. (2006). Comparison of the lahar deposits of the eruption of Nevado del Ruiz volcano on 13th of November 1985 and the pre-historic eruptions of Cerro Machín volcano in the central zone of Colombia. Abstracts volume. Fourth Conference Cities on Volcanoes-IAVCEI, Quito, Ecuador, January 22-27, 2006.

Espinosa, A. (2011). *Enciclopedia de desastres naturales históricos de Colombia: erupciones históricas de los volcanes colombianos, 1550-2000* (2.ª ed.), vol. 6. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Universidad del Quindío.

Gómez Tapias, J., Monsalve, M. L., Montes, N. E. y Ortiz, L. S. (2016). Excursión de campo: historia geológica de los Andes colombianos en los alrededores de Ibagué. Simposio Servicio Geológico Colombiano 100 Años de Producción Científica al Servicio de los Colombianos. Bogotá.

Herd, D. G. (1974). Glacial and volcanic geology of the Ruiz-Tolima volcanic complex, cordillera Central, Colombia (Ph. D. thesis). University of Washington.

Lesinscky, 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.

López, C. M, Calvache, M. L y Cortés, G. P. (2018). The Omaira Sánchez commemorative park: A new approach in the social appropriation of geoscientific knowledge of volcanic areas in Colombia. *Miscellanea INGV 43*, Abstracts Volume of the International meeting "Cities on Volcanoes 10" Millenia of Stratification between Human Life and Volcanoes: strategies for coexistence, 2-7 September 2018, Napoli, Italy. 1200. Disponible en http://editoria.rm.ingv.it/miscellanea/2018/miscellanea43/offline/download.pdf

Lynch, J. D., Ruiz Carranza, P. M. y Ardila Robayo, M. C. (1997). Biogeographic patterns of Colombia frogs and toads. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 21 (80), 237-248.

Martínez L. M., Valencia, L. G., Ceballos, J. A., Narváez, B. L., Pulgarín, B. A., Correa, A. M., Zuluaga, I., Rueda, J. B., Pardo, N., Navarro, S. y Murcia, H. F. (2014). Geología y estratigrafía del complejo volcánico Nevado del Ruiz. Informe interno. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Mojica, J., Colmenares, F., Villaroel, C., Macía, C. y Moreno, M. (1985). Características del flujo de lodo ocurrido el 13 de noviembre de 1985 en el valle de Armero (Tolima-Colombia): historia y comentarios de los flujos de 1595 y 1845. *Geología Colombiana* 14, 107-140.

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

Monsalve, M. L. y Núñez, A. (1992). El volcán Cerro Bravo: geología y amenaza volcánica. *Revista Ingeominas*, 1 (1), 2-9.

Naranjo, J. L., Sigurdsson, H., Carey, S. N. y Fritz, W. (1986). Eruption of the Nevado del Ruiz volcano, Colombia, on 13 November 1985: Tephra fall and lahars. *Science*, 29 (233), 961-963. https://doi.org/10.1126/science.233.4767.961.

Navarro, S., Pulgarín, B., Monsalve, M. L., Cortés, G. P. y Calvache, M. L. (2011). Excursión volcán Nevado del Ruiz-Armero, 26 años después, con alusión a los volcanes Cerro Bravo y Cerro Machín. XIV Congreso Latinoamericano de Geología y XIII Congreso Colombiano de Geología. Medellín.

Parques Nacionales Naturales de Colombia (2017). *Plan de manejo 2017-2022 parque natural de los Nevados*. Manizales: Dirección Territorial Andes Occidentales.

Parra, E. y Cepeda, H. (1986). Aspectos generales de la erupción del volcán Nevado del Ruiz el 13 de noviembre de 1985. Simposio Internacional sobre Neotectónica y Riesgos Volcánicos. Manizales: Ingeominas.

Pierson, T. C., Janda, R. J., Thouret, J. C. y Borrero, C. A. (1990). Perturbation and melting of snow and ice by the 13 November 1985 eruption of Nevado del Ruiz, Colombia and consequent movilization, flow and deposition on lahars. *Journal of Vulcanology and Geothermal Research*, 41 (1-4), 17-66. https://doi.org/10.1016/0377-0273(90)90082-Q.

Ramírez, J. E. (1975). *Historia de los terremotos en Colombia* (2.ª ed.). Bogotá: IGAC.

Schaefer, S. J. (1995). *Nevado del Ruiz volcano, Colombia: Magmatic system and evolution* (Ph. D. thesis). Arizona State University.

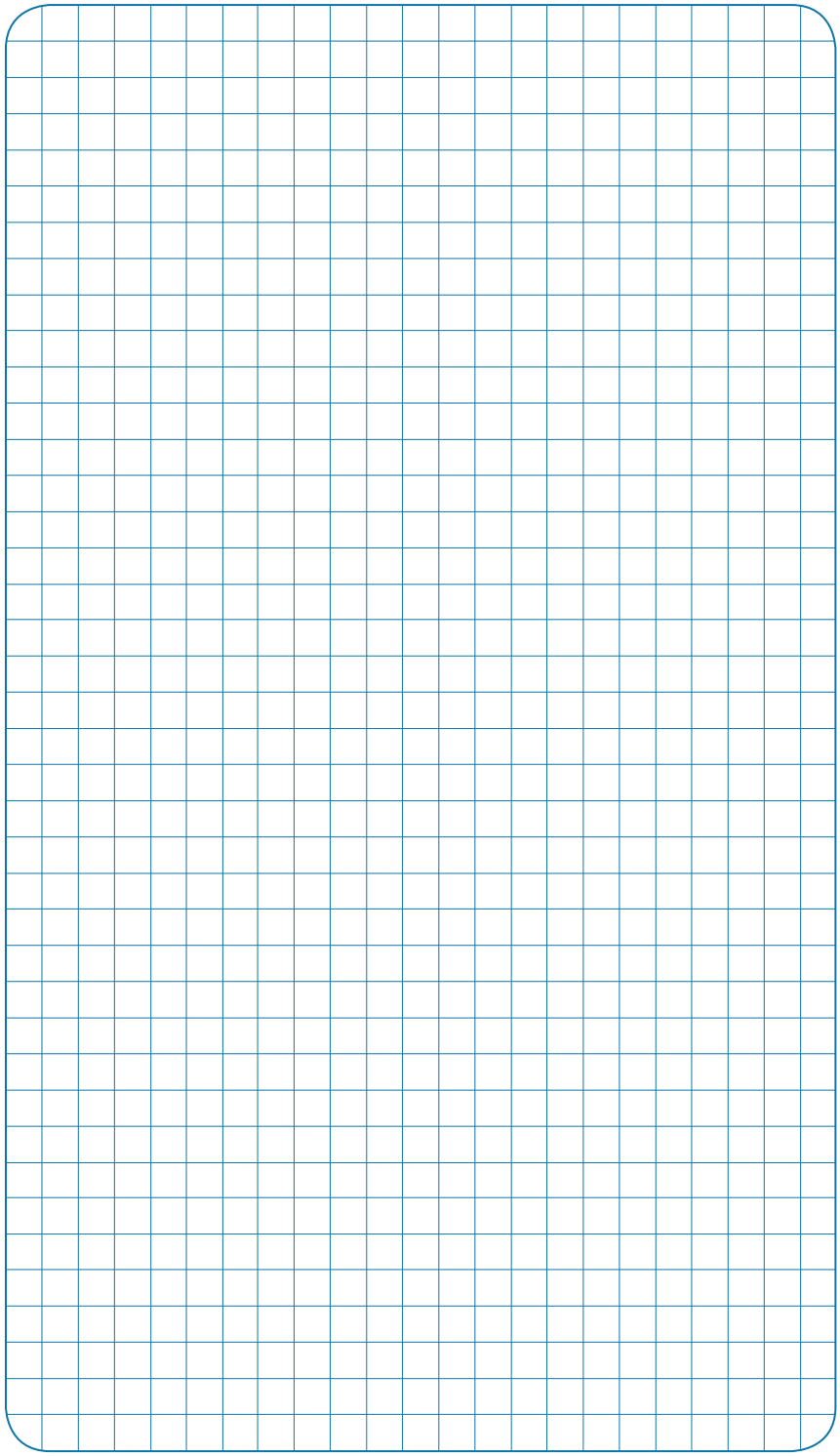
Servicio Geológico Colombiano (2015). *Mapa de amenaza volcánica del volcán Nevado del Ruiz.* Manizales: Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales.

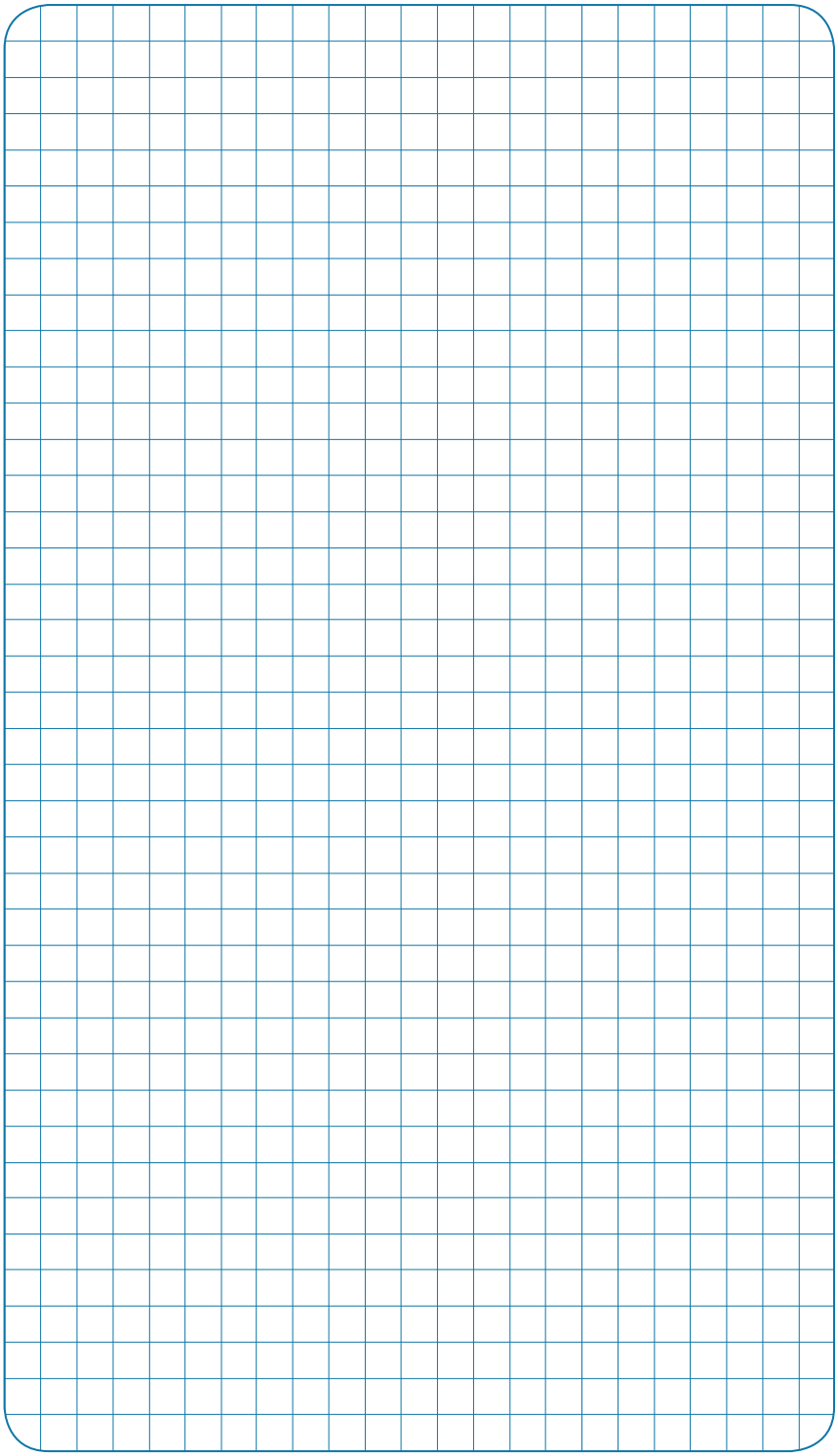
Thouret, J. C., Murcia, A., Salinas, R. y Vatin-Perignon, N. (1985). Cronoestratigrafía mediante dataciones K/Ar y 14C de los volcanes compuestos del complejo Ruiz-Tolima y aspectos volcano-estructurales del Nevado del Ruiz (cordillera Central, Colombia). En *Memorias VI Congreso Latinoamericano de Geología, octubre de 1985*, Medellín, 387-452.

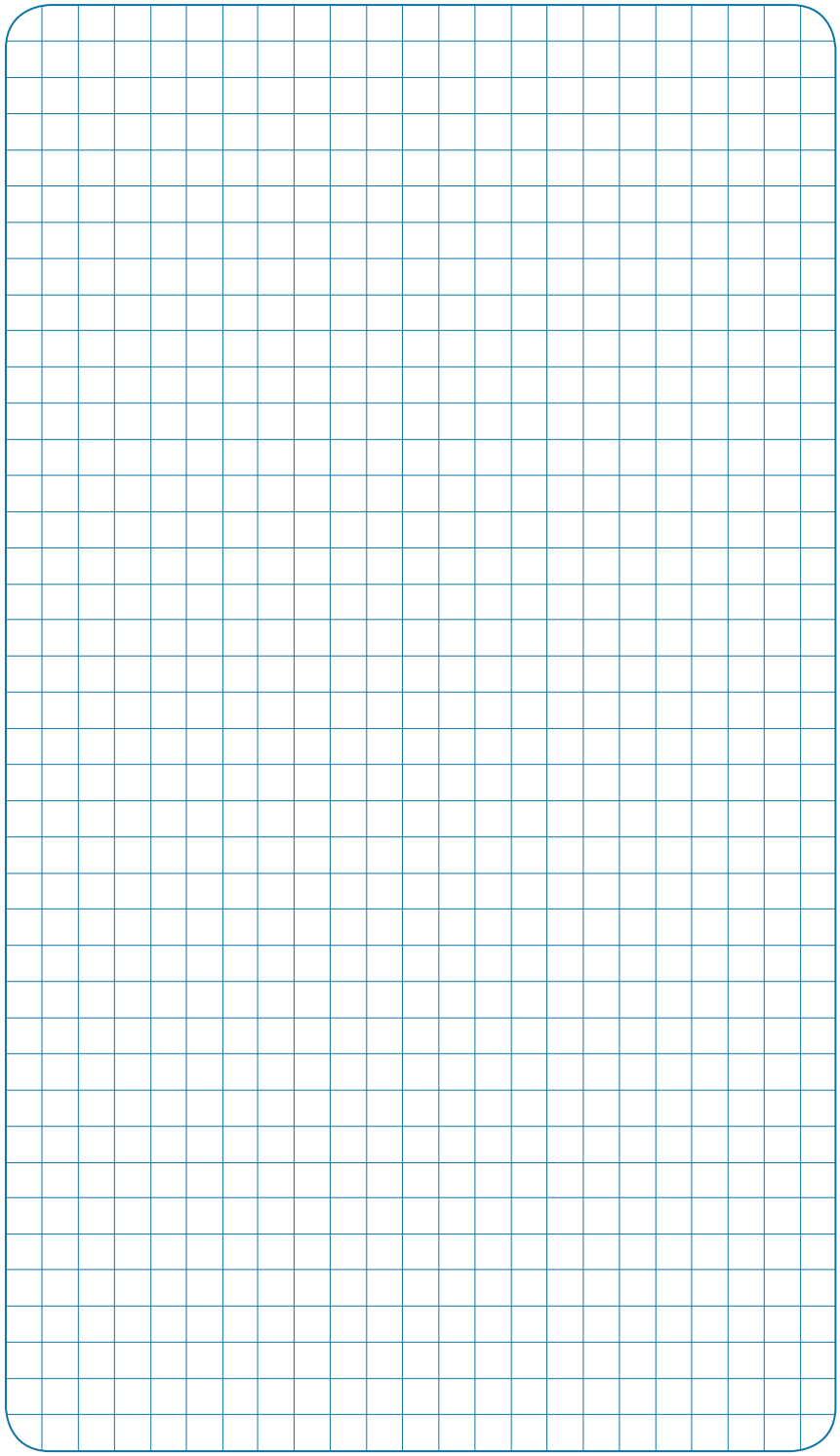
Thouret, J. C., Cantagrel, J. M., Salinas, R. y Murcia, A. (1990). Quaternary eruptive history of Nevado del Ruiz (Colombia). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 41 (1-4), 225-252. https://doi.org/10.1016/0377-0273(90)90090-3.

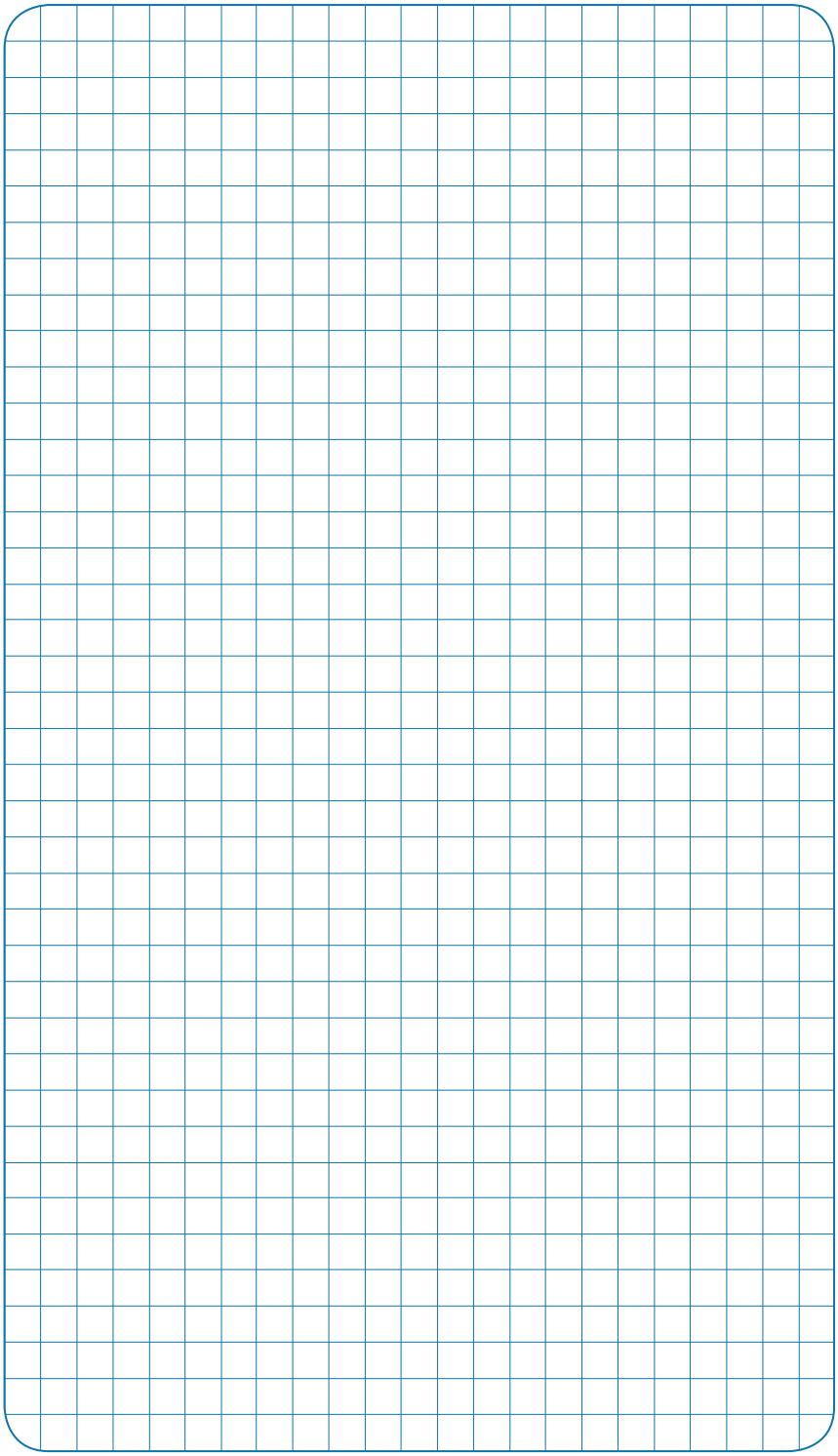
Unesco. (2012). The Shimabara Declaration. Unzen volcanic area global geopark. 15 May 2012.

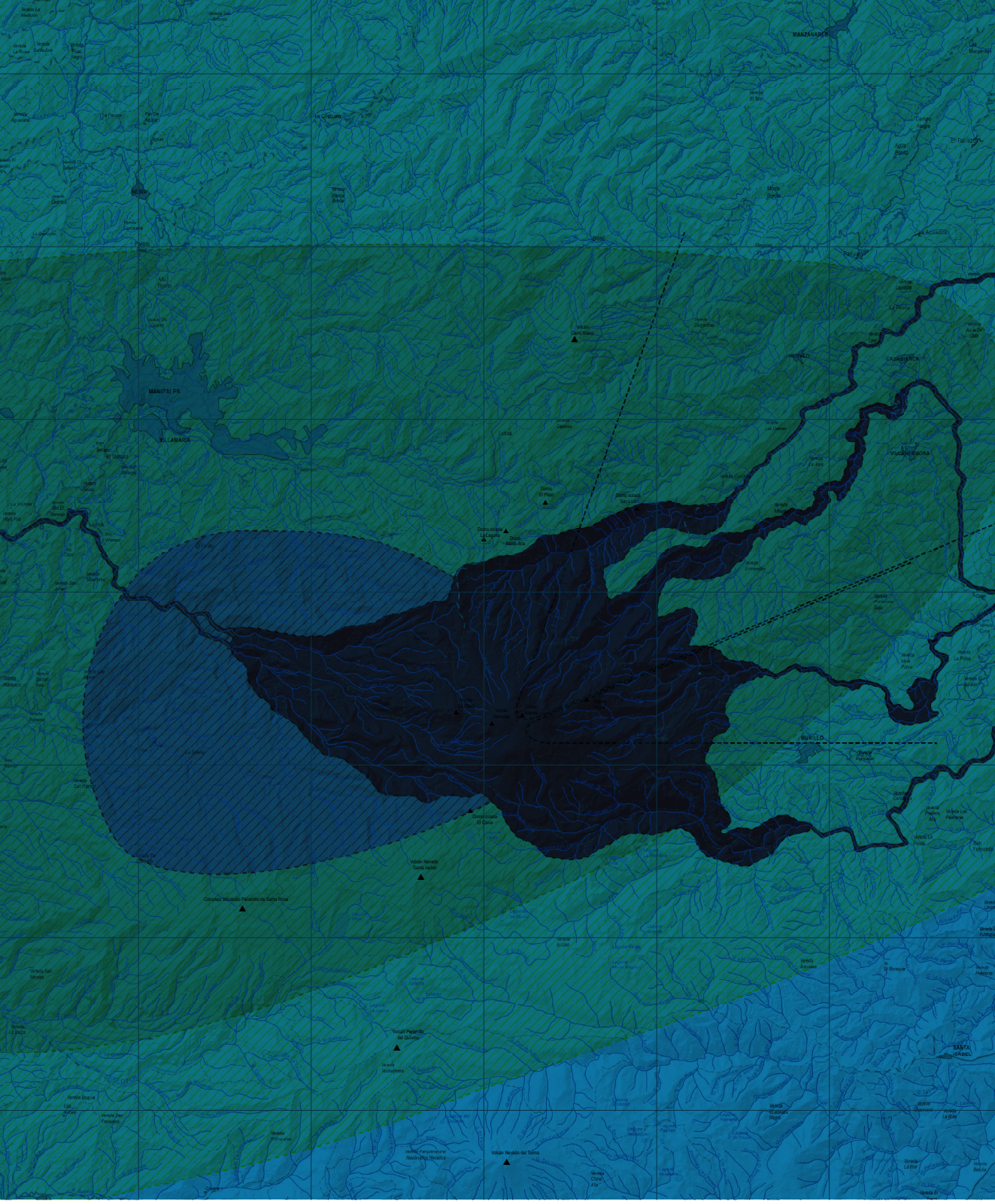
Valencia, L. G., Ceballos, J. A. y Pulgarín, B. A. (2015). Depósitos de avalanchas de escombros en el complejo volcánico Nevado del Ruiz. XV Congreso Colombiano de Geología. Bucaramanga.











ISBN-13: 978-9585231757

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO