



Cuadernos de Geografía - Revista  
Colombiana de Geografía

ISSN: 0121-215X

miduquef@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia  
Colombia

Tavera Escoba, Miguel Ángel; Estrada Sierra, Nicolás; Errázuriz Henao, Carlos; Hermelin,  
Michel

Georutas o itinerarios geológicos: un modelo de geoturismo en el Complejo Volcánico  
Glaciar Ruiz-Tolima, Cordillera Central de Colombia

Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía, vol. 26, núm. 2, julio-  
diciembre, 2017, pp. 219-240

Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281852304012>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Georutas o itinerarios geológicos: un modelo de geoturismo en el Complejo Volcánico Glaciar Ruiz-Tolima, Cordillera Central de Colombia\*

Miguel Ángel Tavera Escobar\*\*

Nicolás Estrada Sierra\*\*\*

Carlos Errázuriz Henao\*\*\*\*

Michel Hermelin<sup>†</sup>

Universidad EAFIT, Medellín - Colombia

## Resumen

El Complejo Volcánico y Glacial Ruiz-Tolima (CVGRT) evidencia los procesos climáticos y tectónicos que han incidido en la formación de la cordillera de los Andes. Mediante la elaboración de un inventario de geomorfositos referenciados espacialmente y con una evaluación de los elementos científicos y adicionales, se plantea la creación de un sistema de georutas o itinerarios geológicos, los cuales ejemplifican cada una de las condiciones que hacen especial la zona de estudio. Dichas georutas sirven como insumo para la creación de una herramienta de geoturismo en procura del aprovechamiento y la conservación de los lugares de interés geomorfológico.

**Palabras clave:** Andes, geomorfositos, georuta, geoturismo, itinerarios.



DOI: [dx.doi.org/10.15446/rcdg.v26n2.59277](https://doi.org/10.15446/rcdg.v26n2.59277)

RECIBIDO: 22 DE JULIO DEL 2016. ACEPTADO: 24 DE NOVIEMBRE DEL 2016.

Artículo de investigación sobre el inventario y evaluación de geomorfositos en el Complejo Volcánico y Glacial Ruiz-Tolima con el fin de aplicar una metodología para el desarrollo de herramientas de geoturismo mediante el uso de los valores científicos, culturales y estéticos del paisaje geológico.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO: Tavera Escobar, Miguel Ángel, Nicolás Estrada Sierra, Carlos Errázuriz Henao, y Michel Hermelin. 2017. "Georutas o itinerarios geológicos: un modelo de geoturismo en el Complejo Volcánico Glaciar Ruiz-Tolima, Cordillera Central de Colombia." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 26 (2): 219-240. doi: 10.15446/rcdg.v26n2.59277.

\* Este trabajo se desarrolló con el Grupo de Investigación en Geología Ambiental e ingeniería Sísmica de la Universidad EAFIT. La financiación fue aportada por la Dirección de Investigación y el Departamento de Ciencias de la Tierra de dicha universidad.

\*\* Dirección postal: carrera 49 n.º 7 Sur-50, Medellín-Colombia.

Correo electrónico: [mtavera@eafit.edu.co](mailto:mtavera@eafit.edu.co)

ORCID: 0000-0002-4952-517x.

\*\*\* Correo electrónico: [nestrads@eafit.edu.co](mailto:nestrads@eafit.edu.co)

ORCID: 0000-0003-4891-6117.

\*\*\*\* Correo electrónico: [cerrazur@eafit.edu.co](mailto:cerrazur@eafit.edu.co)

ORCID: 0000-0002-9249-9499.

## Georrotas ou itinerários geológicos: um modelo de geoturismo no Complexo Vulcânico e Glacial Ruiz-Tolima, cordilheira central da Colômbia

### Resumo

O Complexo Vulcânico e Glacial Ruiz-Tolima (CVGRT) evidencia os processos climáticos e tectônicos que incidiram na formação da cordilheira dos Andes. Mediante a elaboração de um inventário de geomorfosítios referenciados espacialmente e com uma avaliação dos elementos científicos e adicionais, propõe-se a criação de um sistema de georrotas ou itinerários geológicos, os quais exemplificam cada uma das condições que fazem especial a zona de estudo. Essas georrotas servem como insumo para a criação de uma ferramenta de geoturismo em procura do aproveitamento e da conservação dos lugares de interesse geomorfológico.

**Palavras-chave:** Andes, geomorfosítios, georrota, geoturismo, itinerários.

## Geo-routes or Geological Itineraries: A Geo-tourism Model for the Ruiz-Tolima Volcano and Glacier Complex in the Andean Central Range of Colombia

### Abstract

The Ruiz-Tolima Volcano and Glacier Complex (CVGRT) evidences the genesis and evolution processes of the Andes Mountain Range. A geo-route system has been created using a database of georeferenced geomorphological sites and the evaluation of additional scientific information. These geological itineraries show different examples of geomorphological and geological settings found in this volcano and glacier complex. These geo-routes are an excellent tool to promote geo-tourism, promoting the enjoyment and conservation of geomorphological landmarks.

**Keywords:** Andes, landmarks, geo-route, geo-tourism, itineraries.

## Introducción

El Complejo Volcánico y Glacial Ruiz-Tolima —en adelante, CVGRT—, se encuentra localizado en la Cordillera Central de Colombia a 150 km NE de Bogotá y a 28 km SO de la ciudad de Manizales (figura 1). Esta región se caracteriza por la presencia de volcanes activos (Méndez 1989) controlados estructuralmente por el sistema de fallas Palestina al oriente de la Cordillera y con una dirección predominante NS (Rendón et ál. 2011). La actividad volcánica inicia desde el Neógeno, a la cual le suprayace una glaciación durante el Cuaternario que cubre todo el territorio (Thouret 1989). Ambos procesos constituyen un conjunto de elementos que modelaron un relieve particular, herencia de los factores climáticos y litológicos en la Región Andina de Colombia. Las condiciones del paisaje han facilitado la adaptación de innumerables ecosistemas de alta montaña que han adquirido importancia no solo estética sino también ecológica y cultural en torno a un Parque Nacional que funciona como eje del CVGRT desde 1974 (Parques Nacionales 2010).

En el CVGRT se encuentran numerosos lugares o sitios que ejemplifican la génesis del relieve superficial mediante la existencia de geoformas típicas de la Cordillera Andina de Colombia (figura 2). En este trabajo, se les asignará a esos lugares el nombre de geomorfositos, de acuerdo con la definición de Grandgirard (1997) que es retomada por Reynard (2004): todas las porciones de la superficie terrestre que posean una importancia particular en la comprensión de la historia de la tierra, de su clima y de la forma como las distintas especies han habitado en él. La definición hace hincapié en que el geomorfosito es un objeto íntegro de estudio, no solo en un contexto paisajístico, meramente científico o estático; se trata de una entidad funcional relacionada con el ser humano y las demás especies, y cuenta con un dinamismo natural (Fissherser y Lambert 1977). Siguiendo esta definición, Panizza (2001) agrega que los geomorfositos tienen diversas escalas que pueden variar desde una forma puntual —suelo con cenizas volcánicas—, a relieves extensos —valles con hombreras glaciares— a los cuales el hombre les confiere valores específicos

por razones científicas, ecológicas, estéticas, culturales o económicas (turísticas).

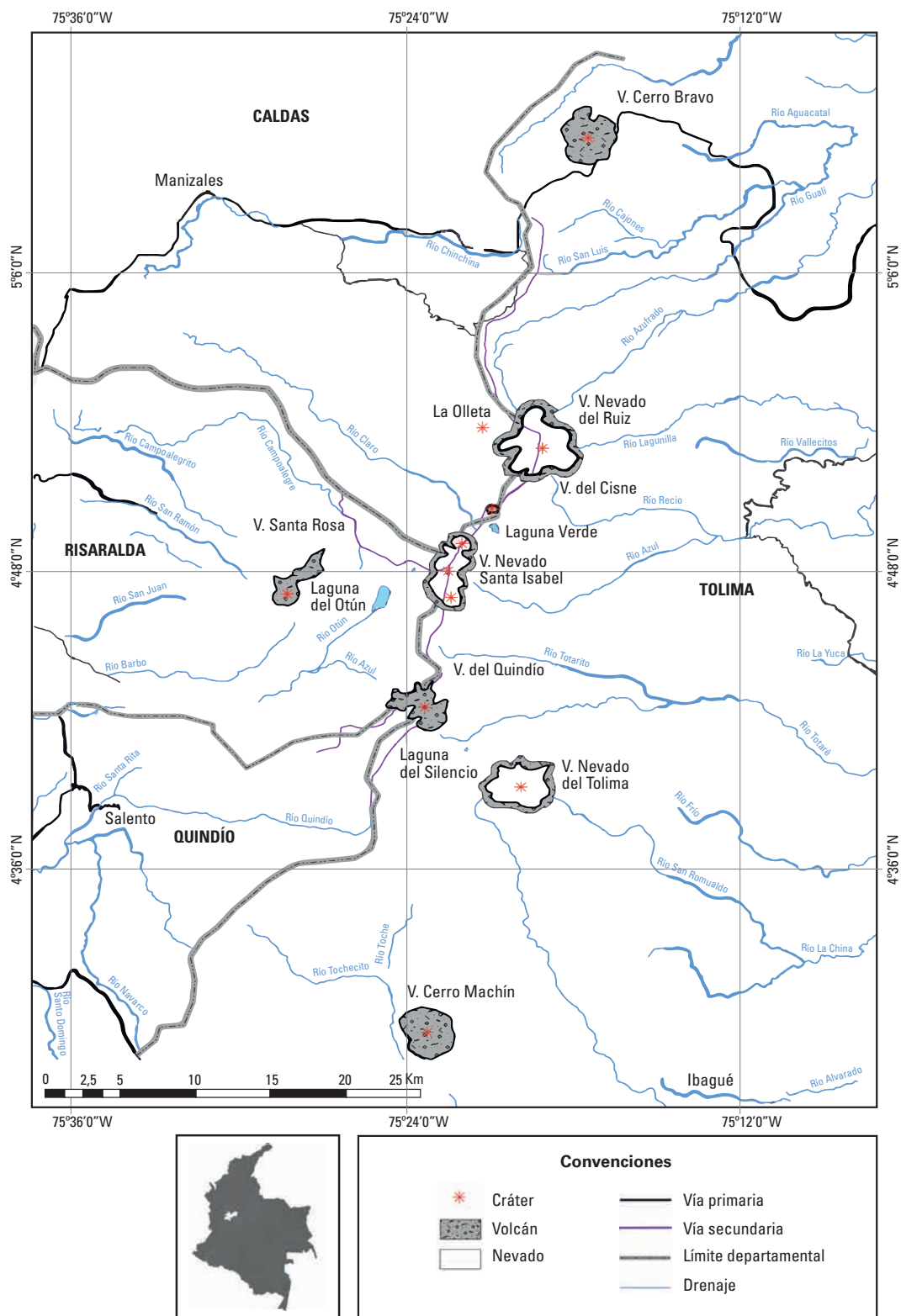
Estos geomorfositos deben estar acompañados de un proceso de catalogación, inventario y evaluación de acuerdo a sus características (Cendrero 1996). Las evaluaciones implican un conocimiento del terreno, el cual se obtiene tanto a partir de la consulta bibliográfica como mediante controles de campo. Posteriormente, y de acuerdo a las características de cada geomorfosito, se asigna un potencial de uso que puede ser con fines de geoconservación, divulgación y/o geoturismo.

En esta investigación se plantea la aplicación de una metodología para el desarrollo del geoturismo en el CVGRT.

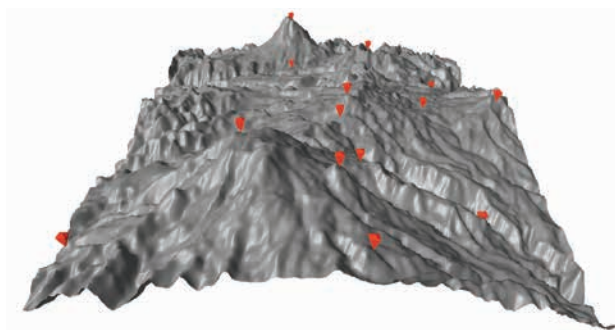
Para Perret (2014) el geoturismo es el aprovechamiento de los elementos geológicos que componen el paisaje, desde su comprensión y análisis —selección de geomorfositos— para el disfrute y aprovechamiento económico. Una de las figuras más representativas del geoturismo la constituyen los geoparques (Ngwira 2015), territorios de importancia geológica utilizados como motor para el desarrollo local de una zona determinada, con criterios establecidos como: 1) existencia de un patrimonio geológico importante o su equivalente; 2) iniciativas de conservación, educación y posterior divulgación; y 3) creación de proyectos de desarrollo cultural y económico. Además de contar con legislaciones que garanticen el mantenimiento (Carcavilla Urquí 2012).

En Colombia no se ha implementado oficialmente ninguna propuesta de geoparques o aprovechamiento geológico con fines turísticos. Sin embargo, e implícitamente, la mayoría de los parques nacionales cuentan con elementos geológicos y geomorfológicos de gran envergadura.

El CVGRT cuenta con una génesis que ha permitido la formación de un relieve particular; su importancia en el conocimiento científico para la evolución de la Cordillera Central y las condiciones del sitio potencialmente geoturístico (parque nacional) permiten desarrollar una propuesta de itinerarios geomorfológicos o georutas para el público no especialista, basada en la evaluación del paisaje.



**Figura 1.** Mapa de localización del Complejo Volcánico y Glaciar Ruiz-Tolima.  
Datos: adaptado de Thouret 1989.  
*Nota:* ubicado en la Cordillera Central de Colombia con ocho volcanes activos y tres glaciares en retroceso.



**Figura 2.** Modelo de elevación del terreno Cordillera Central de Colombia.

Fuente: Geomodelr 2016.

*Nota:* los puntos rojos marcan sitios de interés geomorfológico.

## Contexto del área de estudio

### Marco volcánico

El Complejo Volcánico Ruiz-Tolima posee un origen asociado al comportamiento de régimen activo de margen continental, debido a la subducción de la placa Nazca debajo de la placa Suramericana (Murcia 1982). En su gran mayoría, los volcanes de Colombia se clasifican como calcoalcalinos, con composiciones de lava que varían desde andesítica a dacítica (Méndez Fajury 1989). La región cuenta con ocho volcanes de los treinta registrados en toda la Cordillera Central, con un lineamiento atribuido a la falla Palestina (Méndez Fajury 1989) (figura 1). Desde el Norte hasta el Sur se encuentran: Cerro Bravo, volcán del Ruiz (cuenta con dos cráteres adventicios, Olleta al Oeste y Piraña al Este), El Cisne, volcán de Santa Isabel, Paramillo del Quindío, Paramillo de Santa Rosa, volcán del Tolima y Cerro Machín (Robertson, Flórez y Ceballos 2002).

### Marco glacial

Mediante trabajos de palinología y reconstrucción de cenizas volcánicas presentes en los sistemas de morrenas, se asignaron las diferentes épocas de glaciaciones en el CVGRT. Se sucedieron eventos fríos desde el Pleistoceno medio hasta épocas históricas que cubrieron la alta montaña de la Cordillera Central hasta  $\pm 3000$  m. Thouret (1989) y Thouret y Van der Hammen (1983) identificaron cinco estadios glaciares (tabla 1) bien definidos en los sistemas de morrena constituidos por arcos laterales y frontales sucesivamente, vinculados a

morrenas altas y largas presentes en la zona de estudio, y que podrían relacionarse con las mismas épocas glaciares propuestas por Van der Hammen, Pérez Preciado y Pinto E. (1995) para la Cordillera Oriental.

**Tabla 1.** Clasificación de las glaciaciones en la Cordillera Central de Colombia

Edades de glaciación	Glaciaciones en el complejo Ruiz-Tolima según Thouret y van der Hammen (1983)
400-150 años	Ruiz tardío (4.500 m) Ruiz temprano
4.750 AP	Santa Isabel tardío (4.150 m)
6.000-7.400 AP	Santa Isabel temprano (4.100 m)
12.500-20.000 AP	Otún tardío (3.500 m) Otún temprano (3.600 m)
14.000-20.000 AP	Murillo (3.500 m)
34.000-40.000 AP	Recio tardío (2.900-3.300 m).
> 48.000 AP	Recio temprano (2.900-3.300 m)

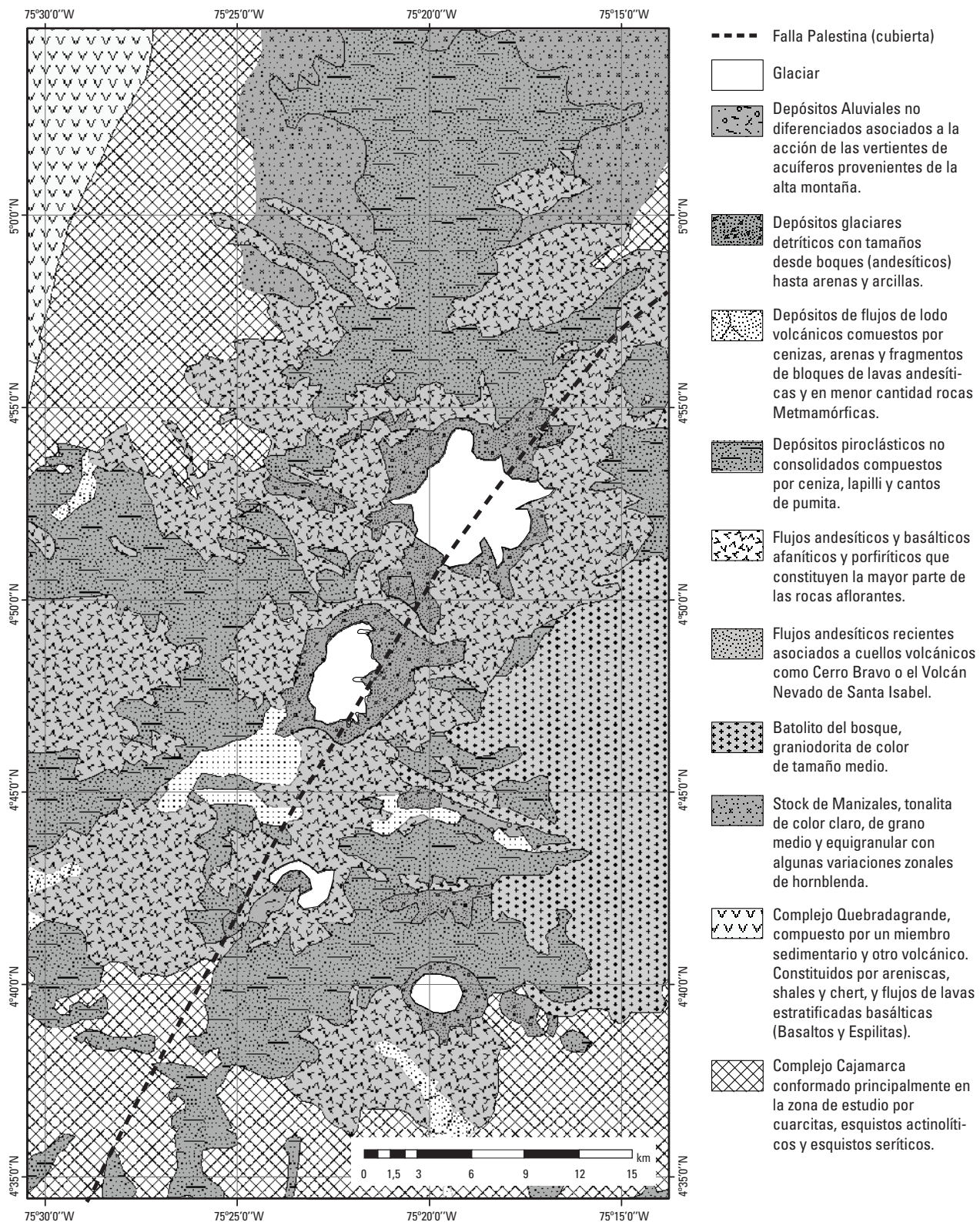
Datos: modificado de Thouret y Van der Hammen 1983, 183.

Tanto el componente de volcanismo (Neógeno hasta el Cuaternario) como las glaciaciones del Cuaternario reciente, determinaron la geología y geomorfología actual del CVGRT (figura 3). Se reconocieron diferentes relieves de volcanes, coladas de la lava, conos de explayamientos, suelos con cubierta de depósitos piroclásticos en la mayoría de las laderas, ablación glacial y modelados de acumulación que abundan desde los  $\pm 2700$  m (IDEAM 2010).

### Marco histórico y cultural

El CVGRT ha marcado la evolución geográfica e histórica de Colombia, pues ha sido un punto de referencia para la contemplación del paisaje, ya sea mediante la interpretación de artistas, escritores o cronistas (tabla 2); generando incluso archivos que adquieren valor científico por el detalle de la descripción y la visión que cada autor tuvo de los volcanes o glaciares de esta parte de la Cordillera Central.





**Figura 3.** Mapa geológico del Complejo Volcánico y Glaciar Ruiz-Tolima.

Datos: modificado de INGEOMINAS 1998.

Nota: la geología y el clima han sido determinantes en la formación actual del relieve.

**Tabla 2.** Resumen de los principales autores y su aporte en la configuración geográfica, histórica y cultural en el CVGRT

Siglo	Autores	Aportes científicos o culturales	Referencia
	Indígenas	Toponimia indígena (volcán del Ruiz: Kumanday; volcán de Santa Isabel: Poleka Casué; volcán del Tolima: Dulima).	(Vázquez Cerón y Buitrago Castro 2011)
XV y XVI	Conquistadores	Diarios de las crónicas de Indias y desplazamiento de indígenas en el complejo Ruiz-Tolima. Uso de la palabra “páramo” por similitud con las parameras en la mesa de Castilla.	(Vázquez Cerón y Buitrago Castro 2011)
	Baltazar de Maldonado	Descubrimiento del volcán Herveo o Ruiz.	(Vélez Ocampo 2005)
	Fray Pedro Simón.	Descripciones de las erupciones del volcán del Ruiz y sus procesos laháricos.	(Simón 1882)
XVIII	Expedición Botánica	Clasificación vegetal de la alta montaña.	(Vázquez Cerón y Buitrago Ocampo 2011)
	Alexander von Humboldt	Descripción y medidas del volcán del Tolima.	(Labastida 1999)
XIX	Jean Baptiste Boussingault	Descripción del cráter arenas y flujo lahárico.	(Espinosa 1991)
	Carlos y Guillermo Degenhardt	Primeros escaladores del volcán nevado del Ruiz y Santa Isabel.	(Gartner 2005)
	Coronel Joaquín Acosta	Descripción flujo lahárico de 1845.	(Acosta 1850)
	Comisión Corográfica	Proyecto de reconocimiento del territorio: registro del complejo volcánico y glaciar.	(Barona Becerra, Gómez López y Domínguez Ossa 2005)
	Élisée Reclus	Descripción de geoformas y actividad volcánica.	(Biblioteca Nacional de Colombia 2008)
	Carlos Segismundo de Greiff	Cartografía del complejo volcánico y glaciar.	-
	Geografía del Estado General	Descripción de la geografía de la Nueva Granada.	(Biblioteca Nacional de Colombia 2008)
	Alphonse Stübel y Wilhelm Reiss	Bocetos, descripciones e interpretaciones de la zona.	(Stübel 1906)
	Alfred Hettner	Descripciones geográficas.	(Hettner 1976)
	Manuel Uribe Ángel	Descripciones geográficas.	(Uribe Ángel 1885)

Según Aguiló (1999), el paisaje se puede interpretar desde la visualización de la realidad concreta del país: el país sería más el contenido y el paisaje la expresión sensible entre el hombre y el medio donde habita. Rivera (2007) plantea que el hombre es un agente activo en la conformación del paisaje, pues es quien lo contempla, lo admira y lo interpreta de acuerdo a sus percepciones. Se podría entonces asegurar que hay tantos paisajes como personas, y esto para el CVGRT se manifiesta mediante valores adicionales intrínsecos del lugar: una cultura indígena adoradora de volcanes y glaciares; el afán colonizador

de los españoles y su ansia de transformación; las expediciones de la segunda mitad del siglo XVIII, en las cuales no había un deseo formal por el oro ni por evangelizar, sino una motivación de adentrarse en los lugares desconocidos —como es el caso de la Expedición Botánica (Mejía Arango 1997)—; los diarios y narraciones de personalidades que registraban el devenir de un territorio en formación, como Humboldt y su contemplación científica; o los proyectos civilizadores y de gestión del territorio en el siglo XIX, como la Comisión Corográfica que clasificó importantes sitios del CVGRT en sus recorridos (figura 4).





**Figura 4.** Mesa de Herveo (volcán nevado del Ruiz y cráter de la Olleta). Provincia de Córdoba.  
Fuente: Pintura realizada por Henry Price en 1852, Colección de la Comisión Corográfica.

Metodología para la clasificación de geomorfositos

Son muchas las metodologías existentes para la valoración de sitios de interés geológico que se han desarrollado en todo el planeta (Brilha 2005; Carcavilla et ál. 2007; Reynard et ál. 2007). Cada una de ellas posee características especiales que se determinan de acuerdo a la idoneidad de la zona donde se implementarán.

El método adoptado para el CVGRT fue desarrollado y mejorado por Reynard et ál. (2015) en el Instituto de Geografía y Sostenibilidad de la Universidad de Laussane en Suiza. Se seleccionó dicho método ya que los contextos existentes en la zona de estudio integran los elementos —científico, adicional, cultural, etc.— similares a los que Reynard desarrolló ampliamente en su investigación sobre geomorfositos (Reynard et ál. 2007) y que profundizó en Reynard et ál. (2015). El inicio corresponde a la elaboración de inventario o catálogo de unidades geomorfológicas en el área de estudio; para efectos de esta investigación estas unidades son de origen volcánico y glacial. Tal inventario se soporta en la interpretación de mapas topográficos, fotografías aéreas, imágenes satelitales y publicaciones científicas existentes. Este inventario preliminar fue confirmado y ampliado mediante controles de campo.

El método de Reynard et ál. (2015) se divide en cuatro pasos: 1) documentación del sitio —identificación, inventarios, datos generales—; 2) evaluación de valores intrínsecos; 3) uso y gestión, y 4) síntesis (tabla 3). En este trabajo se hará hincapié en los numerales 2 y 3 para la implementación de un sistema de georutas.

**Tabla 3.** Los cuatro pasos propuestos en la metodología de Reynard et ál. 2015 y aplicados en el CVGRT

Documentación del sitio	Datos generales	Identificación
	Datos descriptivos	Morfogénesis
Evaluación de valores intrínsecos	Valores científicos	Integridad, rareza, representatividad, interés paleogeográfico
	Valores adicionales	Ecológico, estético, cultural
Uso y gestión	Protección	Vulnerabilidad, daño y amenazas
	Promoción	Condiciones de visita
		Educación
Síntesis	Valores cualitativos	
	Valores cuantitativos	

Documentación del sitio

Carcavilla Urquí (2012) asegura que para gestionar los sitios geológicos más relevantes se debe conocer su ubicación, sus particularidades y las características que lo hacen objeto de estudio; esta recolección de la información sobre los geomorfositos se propone mediante la elaboración de catálogos o inventarios. En muchos países los inventarios geológicos son regulados por las autoridades competentes, para el caso de Colombia dicha función le corresponde al Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Como no hay antecedentes sobre inventarios de geomorfositos en el país, se realizaron dos inventarios: uno bibliográfico y el otro especializado. El primero consistió en recopilar toda la información existente para la zona de estudio, generando una lista inicial de geomorfositos potenciales, y una segunda fase o inventario especializado que requería trabajo de campo y verificación de cada uno de los temas propuestos en la zona.

En el inventario final, Reynard et ál. (2007) propone utilizar un código para cada geomorfosito seleccionado de acuerdo a su morfogénesis y ubicación: donde las

tres primeras letras en mayúscula se refieren a la localización (departamentos administrativos para el caso de Colombia), las tres letras siguientes en minúscula son las del proceso genético del geomorfosito y finalmente tres números que codifican cada uno: TOLvol001, por ejemplo, para un cono volcánico ubicado en el departamento del Tolima, Colombia.

## Evaluación de valores intrínsecos

Según el objeto de estudio de esta investigación, la evaluación de los valores intrínsecos es fundamental para el objetivo final pues representa: 1) un testigo en la formación de la tierra (valor científico); 2) objeto geomorfológico observable y superlativo (valor estético); 3) nivel de biodiversidad ecosistémica (valor ecológico); y 4) los elementos del paisaje que tengan alguna relación con el hombre (valor cultural).

Buscando responder cuál es el aspecto relevante en la evolución y el conocimiento de la historia geológica y climática de la zona de estudio, se toma como punto de partida la definición de geomorfositos expresada precedentemente (Grandgirard 1997) la cual implementa cuatro criterios científicos que disminuyen la subjetividad al momento de la evaluación y que se convierten en los determinantes para la asignación del valor científico: “integridad”, “representatividad”, “rareza e interés paleogeográfico”. Criterios a los cuales se les asigna una puntuación desde 0 (nulo), hasta 1 (alto) (Reynard et ál. 2015).

Los valores adicionales se pueden dividir en tres grupos: ecológicos, estéticos y culturales. Teóricamente, la evaluación de estos criterios debe hacerse apoyada en los análisis y estudios de especialistas (biólogos, historiadores, paisajistas), con el mismo rigor y amplitud que cualquier estado del arte científico. Los valores adicionales buscan responder premisas relacionadas con el uso que podrían tener los geomorfositos en una eventual divulgación.

## Uso y gestión de los geomorfositos

Esta es la parte metodológica que integra los geomorfositos con la sociedad en general y abarca todos los aspectos de protección y/o promoción. La protección se elabora mediante la interpretación de posibles amenazas al geomorfosito, ya sean de origen natural o humano, generando alternativas para garantizar su

conservación en una escala de tiempo corto (5 a 20 años) (Reynard et ál. 2015). La promoción se divide en dos partes: las condiciones de visita y los aspectos educacionales (Reynard et ál. 2015). Se documenta cada aspecto y se utiliza la mejor estrategia para los geomorfositos: esas estrategias de divulgación y promoción pueden variar desde paneles explicativos, itinerarios o georutas, hasta plataformas interactivas para personas especialistas o no especialistas (Martin 2013).

## Resultados

El primer inventario (bibliográfico) generó una lista de aproximadamente 32 geomorfositos potenciales, todos sugeridos por investigaciones previas y por publicaciones realizadas en el CVGRT. En la segunda fase se realizaron los controles de campo donde se verificaron los geomorfositos preseleccionados; trece de ellos no cumplían las condiciones necesarias, ya fuera por cambios físicos debido a procesos naturales o por modificaciones antrópicas como la expansión de una carretera o la delimitación del Parque Nacional.

Se seleccionaron cuatro geomorfositos de origen glaciar; siete de origen volcánico; y ocho geomorfositos mixtos, herencia de ambos procesos. Para un total de 19 geomorfositos finales (tablas 4 y 5). La toma de datos se realizó de acuerdo a los pasos metodológicos propuestos por Reynard et ál. (2007).


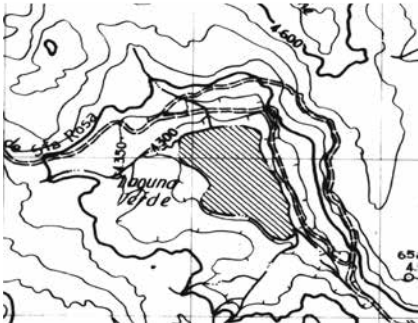
Cabe destacar que los diecinueve geomorfositos seleccionados poseen un valor científico intrínseco, de lo contrario no podrían ser integrados en el inventario final. Los puntajes más altos corresponden a los sitios más destacados en términos de aprovechamiento pedagógico, pues mediante ellos se podría ejemplificar procesos genéticos en las ciencias de la Tierra (figura 6), como es el caso de RISheroo1 (tabla 4) correspondiente a la Laguna del Otún. Este geomorfosito se originó luego del represamiento de una laguna de retroceso glacial con un flujo de lava del volcán nevado de Santa Isabel, proceso geológico poco común y con cualidades excepcionales (figura 5).

Los valores adicionales —más difíciles de definir— son los que buscan un aprovechamiento turístico y de beneficio para las comunidades aledañas. Se trata de aquellos que por su ubicación y contexto tienen más elementos para ser promovidos aparte de las características geológicas (Martin 2013), desde la concepción de lo estético, ecológico y cultural (figura 7).


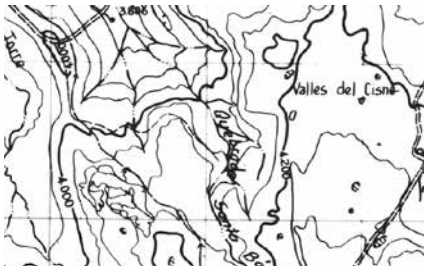

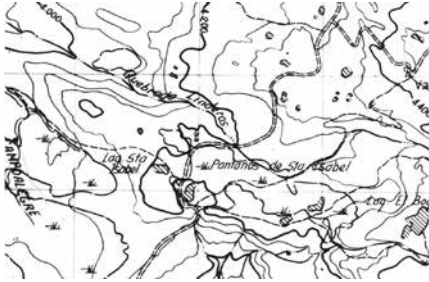

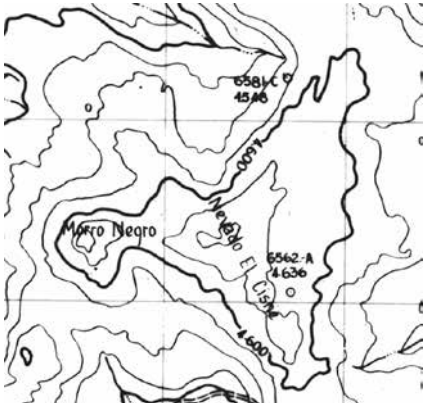

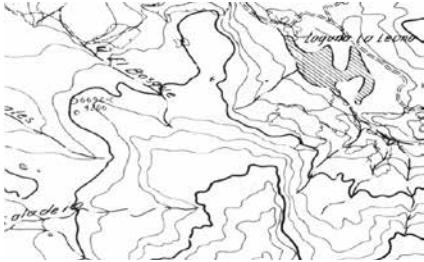


Tabla 4. Geomorfositos seleccionados y su valoración global: promedio entre valores adicionales y científicos


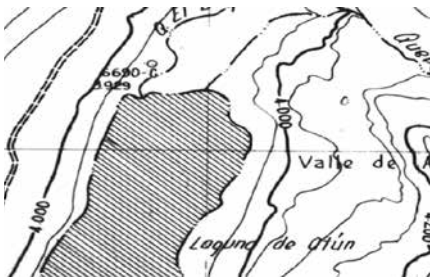

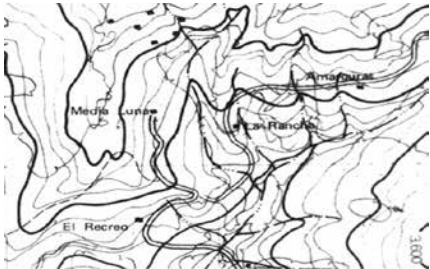






Código		Nombre	Valor científico	Valor adicional	Valor global
CALper001	G1	Laguna Verde	0,75	0,71	0,73
CALper002	G2	Circos del Cisne	0,68	0,63	0,65
CALper003	G3	Suelos de Montaña	0,62	0,71	0,66
CALper004	G4	Paramillo del Cisne	0,87	0,67	0,77
CALper005	G5	Paramos Otún	0,56	0,63	0,59
RISvol001	G6	Paramillo de Santa Rosa	0,81	0,56	0,68
RISher001	G7	Laguna del Otún	1	0,76	0,88
RISper001	G8	Circo estructural El Bosque	0,62	0,66	0,64
QUIper001	G9	Paramillo del Quindío.	0,87	0,61	0,74
TOLglao01	G10	Volcán nevado del Tolima	0,93	0,63	0,78
TOLvol001	G11	Termales de Cañón.	0,62	0,57	0,59
TOLher001	G12	Valle glaciár El Placer.	0,87	0,58	0,72
CALglao01	G13	Volcán Nevado de Santa Isabel	0,81	0,95	0,88
CALvol001	G14	Cañón Río Claro	0,68	0,68	0,68
TOLvol002	G15	Recorrido del Lahar de Armero	0,81	0,6	0,7
CALvol002	G16	Volcán nevado del Ruiz	0,87	0,67	0,77
CALvol003	G17	Volcán la Olleta	0,87	0,71	0,79
QUIest001	G18	Valle estructural del Cocora	0,62	0,86	0,72
CALvol004	G19	Afloramiento valle de Tumbas	0,93	0,43	0,68

Tabla 5. Lista de geomorfositos finales, fotografías y ubicación






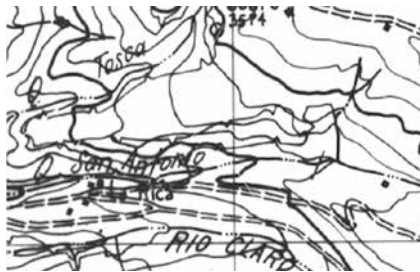



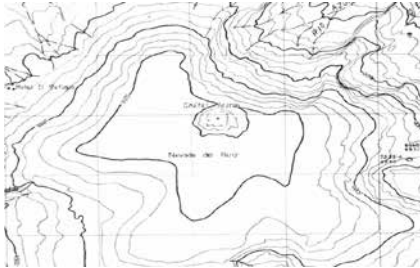
Fotografía	Ubicación	Descripción
		<p>Código: CALper001 Nombre: Laguna verde Propiedad: Parque Natural Coordenadas: 4° 49' 46,67" N 75° 21' 28,39" O</p>


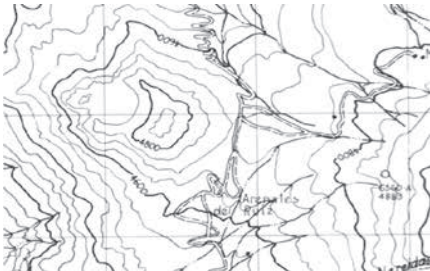






Fotografía	Ubicación	Descripción
		<p><b>Código:</b> CALper002  <b>Nombre:</b> Círcos del cisne  <b>Coordenadas:</b>  4° 50' 22,71" N  75° 21' 38,93" O</p>
		<p><b>Código:</b> CALper003  <b>Nombre:</b> Suelo de alta montaña  <b>Coordenadas:</b>  4° 50' 55,01" N  75° 22' 46,25" O</p>
		<p><b>Código:</b> CALper004  <b>Nombre:</b> Nevado extinto  El Cisne  <b>Coordenadas:</b>  4° 51' 12,77" N  75° 22' 2,67" O</p>
		<p><b>Código:</b> CALper005  <b>Nombre:</b> Complejo paramuno  <b>Coordenadas:</b>  4° 50' 49,29" N  75° 23' 49,00" O</p>
		<p><b>Código:</b> RISvol001  <b>Nombre:</b> Paramillo  de Santa Rosa  <b>Coordenadas:</b>  4° 47' 15,98" N  75° 27' 54,89" O</p>

Fotografía	Ubicación	Descripción
		<p><b>Código:</b> RISheroo1  <b>Nombre:</b> Laguna del Otún  <b>Coordenadas:</b>  4° 47' 58,55" N  75° 24' 51,52" O</p>
		<p><b>Código:</b> RISperoo2  <b>Nombre:</b> Circo estructural el Bosque  <b>Coordenadas:</b>  4° 43' 8,23" N  75° 26' 10,51" O</p>
		<p><b>Código:</b> QUIperoo1  <b>Nombre:</b> Paramillo del Quindío  <b>Coordenadas:</b>  4° 42' 47,56" N  75° 23' 52,04" O</p>
		<p><b>Código:</b> TOLglao01  <b>Nombre:</b> Volcán Nevado del Tolima  <b>Coordenadas:</b>  4° 39' 35,77" N  75° 24' 38,16" O</p>
		<p><b>Código:</b> TOLvoloo1  <b>Nombre:</b> Termales de Cañón  <b>Coordenadas:</b>  4° 40' 59,48" N  75° 18' 37,18" O</p>



Fotografía	Ubicación	Descripción
		<p><b>Código:</b> TOLheroo1  <b>Nombre:</b> Valle El Placer  <b>Coordenadas:</b>  4° 42' 0,82" N  75° 20' 8,34" O</p>
		<p><b>Código:</b> CALglaoo1  <b>Nombre:</b> Nevado de Santa Isabel  <b>Coordenadas:</b>  4° 49' 5,58" N  75° 21' 56,55" O</p>
		<p><b>Código:</b> CALvoloo1  <b>Nombre:</b> Ignimbritas de Río Claro  <b>Coordenadas:</b>  4° 52' 41,84" N  75° 25' 24,03" O</p>
		<p><b>Código:</b> TOLvoloo2  <b>Nombre:</b> Lahar de Armero  <b>Coordenadas:</b>  4° 57' 48,45" N  74° 54' 21,44" O</p>
		<p><b>Código:</b> CALvoloo2  <b>Nombre:</b> Volcán Nevado del Ruiz  <b>Coordenadas:</b>  4° 53' 27,23" N  75° 19' 25,94" O</p>

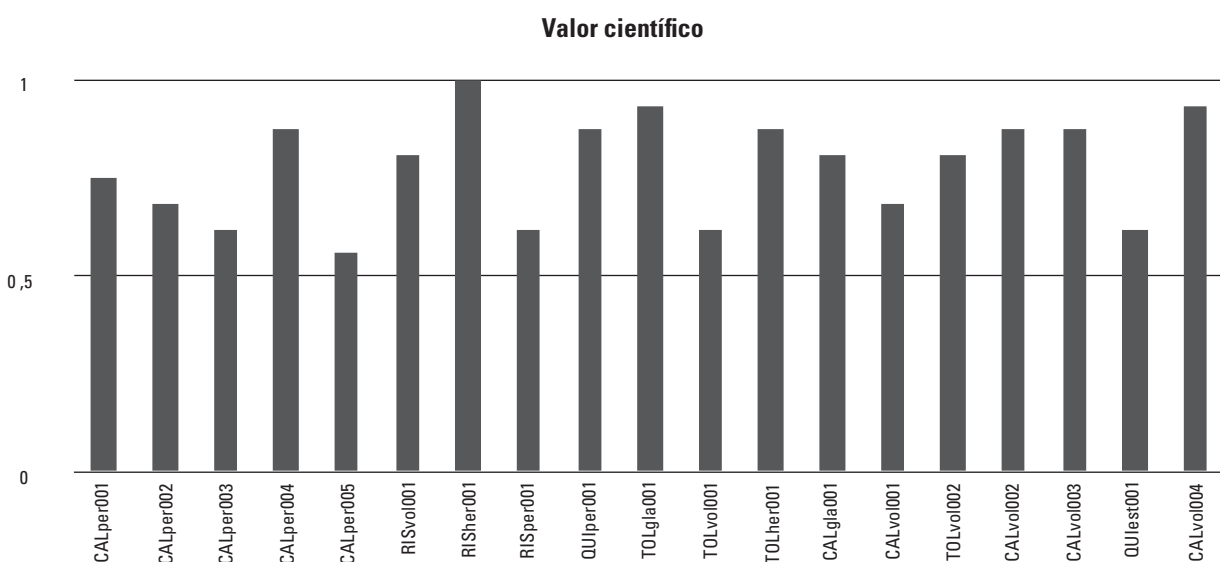
Fotografía	Ubicación	Descripción
		<b>Código:</b> CALvol003 <b>Nombre:</b> Volcán Olleta <b>Coordenadas:</b> 4° 53' 36,18" N 75° 21' 12,75" O
		<b>Código:</b> QUIest001 <b>Nombre:</b> Valle estructural del Cocora <b>Coordenadas:</b> 4° 38' 16,36" N 75° 29' 12,25" O
		<b>Código:</b> CALvol004 <b>Nombre:</b> Valle de las Tumbas <b>Coordenadas:</b> 4° 54' 29,42" N 75° 21' 19,74" O



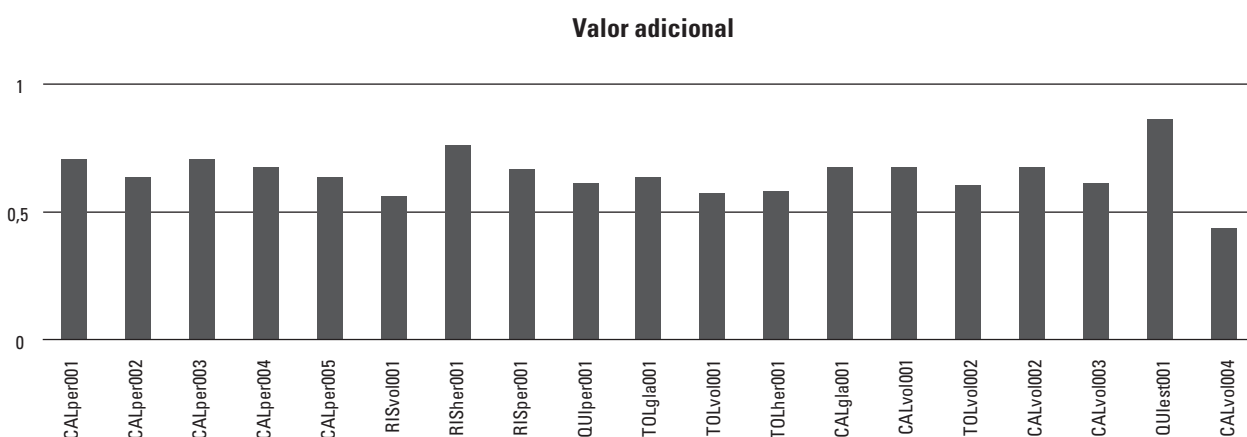
**Figura 5.** Laguna del Otún, formada por flujos de lava y morrenas represadas.  
Fuente: foto aérea por M. Hermelin 1992.

Estos elementos están relacionados con las experiencias de quienes visitan los lugares (Reynard et ál. 2015). Para el CVGRT los valores adicionales están marcados por un alto componente histórico y cultural, como se detalló en la tabla 2; entre ellos se cuenta la presencia de especímenes vegetales como el frailejón o la Palma de Cera, o desastres ambientales como el lahar de Armero (Mojica et ál. 1985), entre otros.

Al final de la valoración, los geomorfositios seleccionados cuentan con un valor global discriminado en el promedio entre su valor científico y adicional (tabla 4); este valor global se utiliza en términos de gestión y según el interés específico de cada usuario.



**Figura 6.** Gráfica de cada uno de los geomorfositos y su respectivo valor científico.



**Figura 7.** Gráfica de los geomorfositos y su respectivo valor adicional.

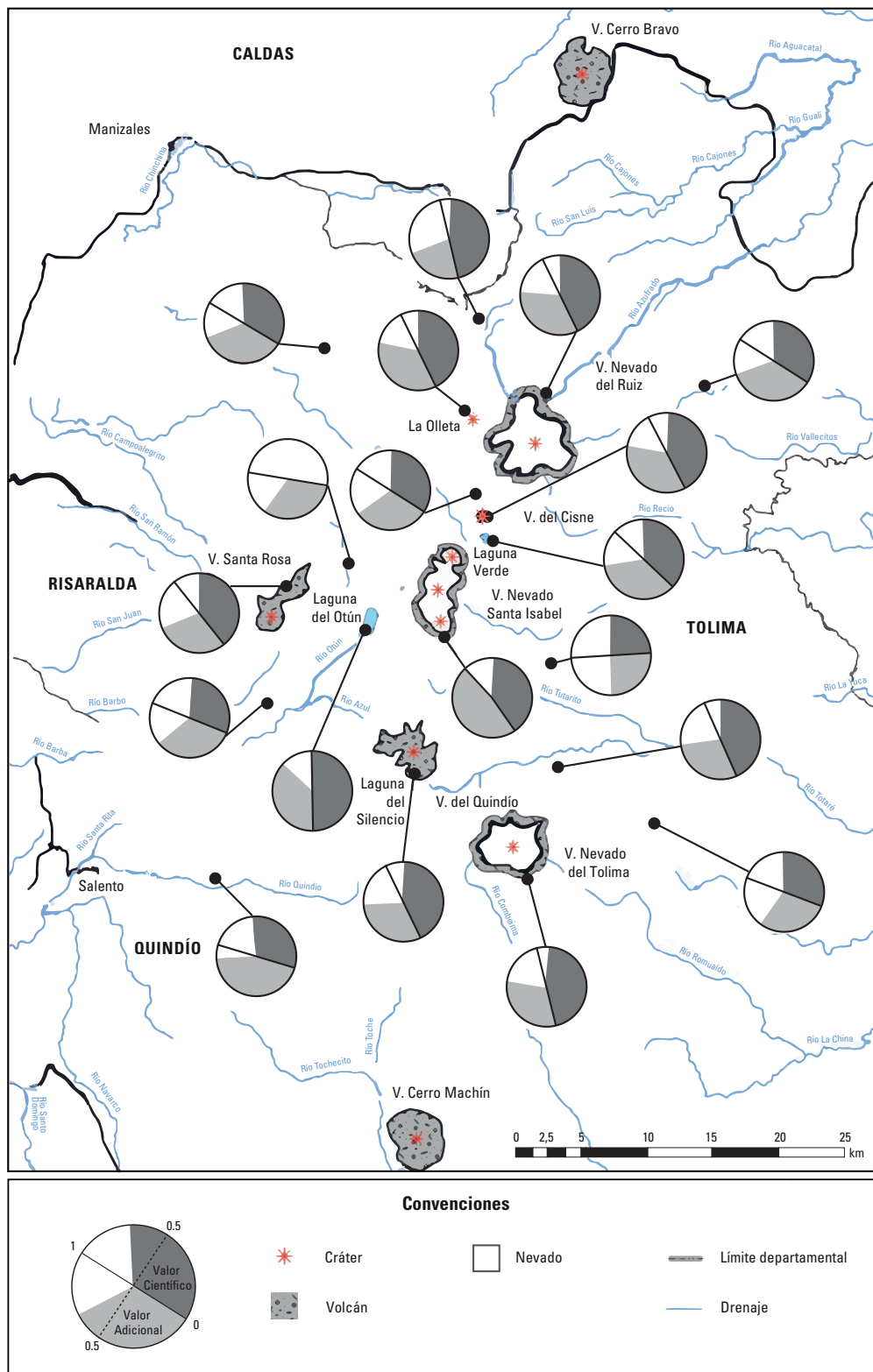
Los estudios de evaluación geológica para fines de geoturismo o divulgación requieren una buena cartografía de representación para comunicar los resultados a las partes interesadas. Existen dos tipos de mapas: uno que evidencia los geomorfositos en la evaluación final con los puntajes obtenidos en todo el proceso de valoración —siendo este un mapa mucho más técnico y dirigido a personas que gestionan el territorio—; y otro a una escala más regional donde no se ubican los resultados específicos, pero se profundiza en detalles que al público no especialista le pueden interesar, es decir, un mapa con vocación pedagógica (Reynard et ál. 2015).

Para efectos de esta investigación se realizaron ambos tipos de mapas: el primero basándose en un método estadístico bivariado para presentar los dos valores (científico

y adicional), de acuerdo a la escala utilizada de 0 a 1 (figura 8), donde el tamaño de los círculos es el mismo para todos: la proporción de cada valor es lo que finalmente varía.

Finalmente, se plantea un segundo mapa que desarrolla un prototipo de georutas, permitiendo a los usuarios —especialistas o no— conocer los geomorfositos seleccionados de acuerdo a su campo de interés. Para el CVGRT se integraron los puntos en un sistema de tres recorridos diferentes, cada uno evidenciando un proceso geomorfológico diferente (figura 9).

La propuesta de recorridos no consiste únicamente en elaborar paradas para un público técnico, sino en crear las herramientas para brindarles a todos los visitantes elementos que incidan en el disfrute y aprovechamiento de los recursos naturales.



**Figura 8.** Mapa de valoración biviada.

Datos: elaborado a partir de la información obtenida en la valoración de cada geomorfosito adaptado en mapas de Thouret 1989.

*Nota:* se muestran los porcentajes de los valores científicos y adicionales para cada geomorfosito.





Figura 9. Mapa divulgativo y gráfico de los geomorfositos y las rutas de acceso.

La figura 9 constituye un método cualitativo para representar geomorfositos sin los porcentajes dados en la evaluación final; en cambio se presentan nuevas características como acceso, puestos de control, hospedaje, etc. Los volcanes y glaciares juegan un papel muy importante en el rol de las comunidades humanas, pues constituyen componentes del patrimonio cultural del territorio (Dóniz-Páez et ál. 2010).

- **Georuta volcánica:** incluye los procesos activos y más relevantes de la Cordillera Central presentes en el área de estudio (ignimbritas de Río Claro, volcanes de la Olleta, Quindío, Santa Rosa, Ruiz; Termales de cañón; afloramiento del valle de las Tumbas y recorrido del lahar de Armero).
- **Georuta glacial:** integra los procesos glaciares actuales y las evidencias más recientes del retroceso glacial



en la alta montaña del Trópico (El Cisne, nevados de Santa Isabel, del Tolima y del Ruiz).

- **Georuta procesos heredados:** es el recorrido que permite georeferenciar aquellos geomorfositos que tienen características integradas de ambos procesos vulcano-glaciales (Circos, El Bosque, Lagunas del Otún y Verde, Valle del Placer, Valle estructural del Cocora).

Discusión

Los inventarios de geomorfositos constituyen una importante documentación y caracterización de la geomorfología y el patrimonio natural de un área en un país determinado. Durante los últimos años, la aparición de distintas metodologías para valorar el paisaje se ha incrementado. En Colombia apenas se desarrollan los primeros proyectos de investigación en lugares específicos condicionados por la riqueza geológica, cultural, o por las condiciones de áreas protegidas. Este trabajo se propuso evaluar y obtener valores científicos y adicionales para el CVGRT con el fin de usarlos en futuros proyectos de geoturismo.

Luego de obtener los resultados de la evaluación de geomorfositos, se notó que los valores adicionales son muy diferentes a los obtenidos en la valoración científica: un geomorfosito puede presentar un alto porcentaje científico contrario a su equivalente adicional. Esto no es de extrañar pues finalmente determina el uso y potencial que tiene cada uno de acuerdo al inventario final (figura 10). Es por esto que no todos los geomorfositos son seleccionados para fines iguales, algunos incluso solo se registran, se catalogan y se integran al

inventario privado que maneja el área de estudio, en este caso los aspectos geológicos más relevantes para el Parque Nacional en cuestión.

El geoturismo es una actividad que redefine los recursos geológicos en función del desarrollo económico de una región, usando los valores intrínsecos y la belleza de los distintos lugares de interés geológico para el disfrute y la conservación de los mismos. El geoturismo promueve un turismo pedagógico con una nueva oferta científica (Carcavilla 2012). En este contexto, uno de los proyectos internacionales más significativos es el de *geosites*, propuesto por Wimbledon, Anderson y Cleal (1996), el cual busca seleccionar lugares ejemplares, no solo por su belleza, sino que figuren como enclaves científicos, aportando información sobre algún acontecimiento de la evolución de la tierra. Hermelin (2016), por su parte, hace un recuento de los principales geositos en Colombia; una lista de aproximadamente 17 lugares de interés geológico, donde se incluye el volcán nevado del Ruiz del CVGRT.

Ahora bien, en Colombia los estudios de patrimonio geológico y de valoración del paisaje no son numerosos (Cárdenas y Restrepo 2006; Colegial, Piscisciotti y Uribe Portilla 2002; Henao y Osorio, 2012; Torres Herrera y Molina Escobar 2012; entre otros). Para el caso de los geoparques la situación es casi inexistente, pues el carácter de geoparques ha sido remplazado por la creación de reservas naturales como parques nacionales, buscando la protección de sitios con condiciones bióticas y ambientales por encima de los componentes geológicos o de formación del paisaje.

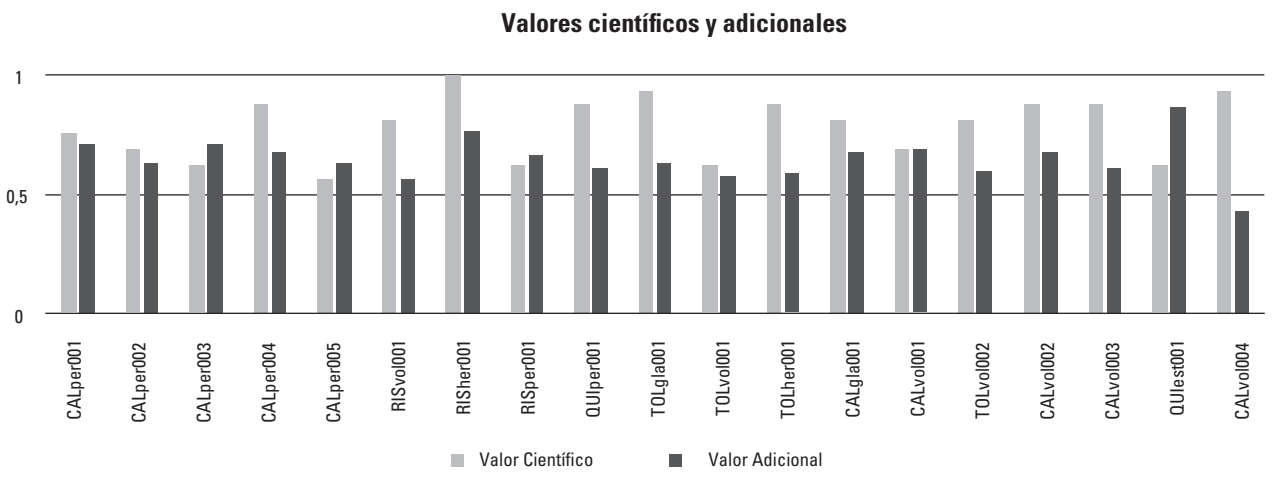
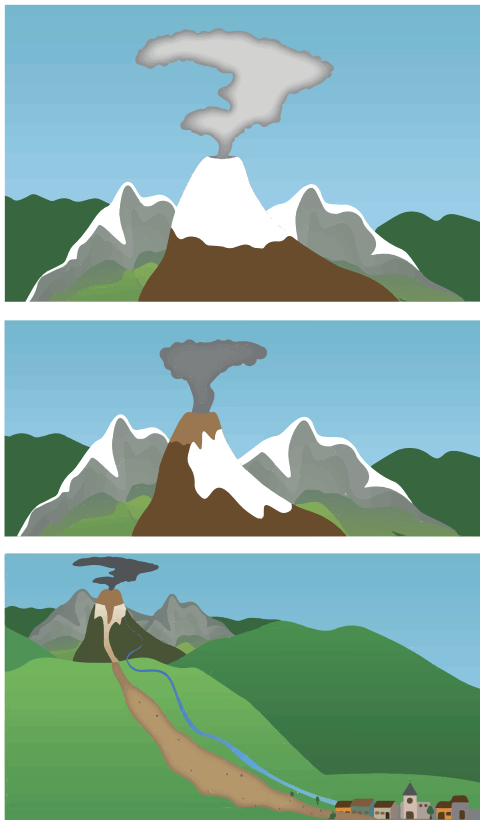


Figura 10. Comparación entre valores adicionales y valores científicos.

Las georutas o itinerarios científicos son herramientas de divulgación en procura de la generación de conocimiento, conservación y uso. Una vez seleccionado el recorrido por el cual se realizará cada georuta, los procesos deben comunicar al público objetivo la información mediante estrategias audiovisuales, interactivas o presenciales (Martin 2013) involucrando a las personas sin cambiar el discurso científico mediante modelos básicos de interpretación. Este aspecto constituye un elemento esencial para lograr una integración adecuada entre el turismo ordinario y el geoturismo: la transmisión del conocimiento (Carcavilla 2012). Cada uno de los geomorfositos puede tener una pequeña descripción y modelos básicos (figura 11) los cuales varían de acuerdo a la plataforma de difusión seleccionada.

El sistema de georutas para el CVGRT busca integrar los aspectos mencionados en esta investigación, generando un inventario base que pueda ser ampliado y mejorado en cualquier momento, pues los geomorfositos tienen dinámicas particulares de acuerdo al clima y a los procesos tectónicos que los modelan.



**Figura 11.** Modelo de diagramas para la divulgación del recorrido del lahar de Armero.

*Nota:* cada geomorfosito debe contar con un diagrama similar, según sea el uso o la plataforma con la que se pretenda trabajar.

El geoturismo es el desarrollo del sector turístico basado en la geodiversidad, la cual ubica a la geología en un ambiente social, pensando en una vocación dada por la maravilla de los paisajes y la compleja historia que ha modelado la tierra. Las personas son usuarias del territorio y las georutas son propuestas integradoras mediante diversos diálogos de saberes que actúan como agentes de aprovechamiento y protección. Las personas siempre viajan para apreciar los lugares geológicos con alto valor estético. Determinar geomorfositos en amplios inventarios nacionales no solo permitirá fortalecer sectores como el turismo, sino también gestionar los recursos naturales desde la educación científica.

## Conclusión

Este trabajo realizado en el Complejo Volcánico y Glaciar Ruiz-Tolima evidencia los procesos de la alta montaña en la Cordillera Andina, asociados a una historia climática reciente, los cuales permiten ser un enclave para la comprensión de las variaciones tanto en el vulcanismo como en los comportamientos del glaciar. Aunque hay sitios similares en Suramérica, el caso de Colombia es excepcional pues integra ambos fenómenos con procesos de formación del paisaje, condicionando la forma de vida de los habitantes. Este relieve cuenta con un alto valor estético, una superlatividad que motiva a cientos de personas a visitarlo cada año; sin embargo, actualmente el lugar no cuenta con una divulgación científica adecuada que le brinde a los visitantes la posibilidad de tener información sobre glaciares o volcanes.

La implementación de herramientas como georutas o itinerarios geológicos promueve el disfrute mediante la interacción directa del público —especialista o no— con distintos fenómenos de la tierra. Colombia ofrece una geodiversidad particular, pues sus condiciones geológicas y la complejidad de su relieve ofrecen paisajes singulares. En esta publicación se propone abordar la riqueza geomorfológica del Complejo Volcano y Glaciar Ruiz-Tolima mediante tres rutas: volcánica, glacial y mixta. Se trata de paradas y estaciones que proporcionen información básica y necesaria para comprender los distintos procesos naturales que dieron origen a ese paisaje en particular. Es sin duda un primer paso para la categorización de dicho territorio como un geoparque volcánico en los Andes colombianos.

Las investigaciones que buscan integrar a la sociedad con la geología mediante actividades de turismo hacen parte del geoturismo, implementando estrategias de

conservación y promoción de la geología, que se apoyan en trabajos de divulgación y educación para enseñar las geociencias. Con la creación de los inventarios y las posibles georutas en el CVGRT se busca crear un elemento interdisciplinario que abone esfuerzos para la gestión y toma de decisiones medio ambientales en procura de la conservación de los recursos geológicos.

## Agradecimientos

Esta investigación fue posible gracias al apoyo de la Universidad EAFIT y al Departamento de Ciencias de la Tierra. Es un homenaje al profesor y coautor Michel Hermelin, quien siempre se interesó en buscar la vocación social de la geología a través la difusión y la apropiación del conocimiento.

## Referencias

- Acosta, Joaquín. 1846. "Relation de l'éruption boueuse sortie du volcán du Ruiz et de la catastrophe de Lagunilla dans la republique de la Nouvelle Grenade." *Compte Rendu del 'Académie des Science* 22:709-710.
- Aguiló, Miguel. 1999. *El paisaje construido: una aproximación a la idea de lugar*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Barona Becerra, Guido, Augusto Gómez López, y Camilo Domínguez Ossa. 2005. *Geografía física y política de la confederación granadina*. Medellín: EAFIT.
- Biblioteca Nacional de Colombia. 2008. *Comisión Corográfica: aporte interdisciplinario para el mundo*. Bogotá: Biblioteca Nacional.
- Brilha, José. 2015. "Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review." *Geoheritage* 8 (2): 119-134.
- Carcavilla Urquí, Luis. 2012. *Geoconservación*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Carcavilla Urquí, Luis, Jerónimo López Martínez, y Juan José Durán Valsero. 2007. *Patrimonio Geológico y Geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Serie: Cuadernos del Museo Geominero n.º 7. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Cárdenas G., José, y Catalina Restrepo M. 2006. "Patrimonio geológico y patrimonio minero de la cuenca carbonífera del suroeste antioqueño, Colombia." *Boletín de Ciencias de la Tierra* 18:91-102.
- Cendrero, A. 1996. "El patrimonio geológico: ideas para su protección, conservación y utilización." En *El patrimonio geológico: bases para su valoración, protección, conservación y utilización*, 17-38. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (MOPTMA).
- Colegial, Juan Diego, G. Piscisciotti, y Eliecer Uribe Portilla. 2002. "Metodología para la definición, evaluación y valoración del patrimonio geológico y su aplicación en la geomorfología glacial de Santander (municipio de Vetás)." *Boletín de Geología* 24 (39): 121-134.
- Dóniz-Páez, J., C. Guillén-Martín, C. Romero-Ruiz, y E. Coello-De La Plaza. 2010. "Geomorphosites, Volcanism and Geotourism: The Example of Cinder Cones of Canary Islands (Spain)." Ponencia presentada en la *International Conference on Geoheritage and Geotourism*, Lisboa, 14 al 17 de octubre.
- Espinosa, Armando. 2001. *Erupciones históricas de los volcanes colombianos (1500-1995)*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Fischesser Bernard, y H. Lambert. 1977. "Le paysage de montagne." *Présentation de l'étude paysagère, l'analyse des perceptions*. Grenoble: Groupement de Grenoble, Division Protection de la Nature.
- Gartner, Álvaro. 2005. *Los misteres de las minas: crónicas de la colonia europea más grande de Colombia en el siglo XIX, surgida alrededor de las minas de Marmato, Supía y Riosucio*. Manizales: Universidad de Caldas.
- Geomodelr. 2016. "Parque Nacional los Nevados." Consultado en julio del 2016. <https://geomodelr.com/study/26/page/>
- Grandgirard, Vincent. 1997. "Géomorphologie: Protection de la Nature et Gestion du Paysage." Tesis de doctorado, Université de Fribourg, Fribourg.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2010. *Sistemas morfogénicos del territorio colombiano*. Bogotá: IDEAM.
- INGEOMINAS (Instituto Colombiano de Geología y Minería). 1998. *Plancha geológica 225 Nevado del Ruiz*. Bogotá: INGEOMINAS.
- Henao, Ángela, y Juan Osorio. 2012. "Propuesta metodológica para la identificación y clasificación del patrimonio geológico como herramienta de conservación y valoración ambiental - Caso específico para Colombia." Presentado en *Congreso Latinoamericano de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente*, Santiago de Chile, 7 al 11 de mayo.
- Hermelin, Michel, ed. 2016. *Landscapes and Landforms of Colombia (World Geomorphological Landscapes)*. Suiza: Springer.
- Hettner, Alfred. 1976. *Viajes por los Andes colombianos (1882-1941)*. Bogotá: Banco de la República.
- Labastida, Jaime. 1999. *Humboldt ciudadano universal*. México: Siglo XXI.

- Martin, Simon. 2013. "Valoriser le géopatrimoine par la médiation indirecte et la visualisation des objets géomorphologiques." Tesis de doctorado, Université Lausanne, Suiza.
- Mejía Arango, Juan Luis. 1997. *Poesía de la naturaleza: una visión del paisaje en Antioquia*. Medellín: Suramericana de Seguros.
- Méndez Fajury, Ricardo Arturo. 1989. "Catálogo de los volcanes activos de Colombia." *Boletines Geológicos* 30 (3): 1-75.
- Mojica, Jairo, Fabio Colmenares, Carlos Villarroel, Carlos Macia, y Manuel Moreno. 1985. "Características del flujo de lodo ocurrido el 13 de noviembre de 1985 en el valle de Amero (Tolima, Colombia): historia y comentarios de los flujos de 1595 y 1845." *Geología Colombiana* 14:107-140.
- Murcia L., A. 1982. "El vulcanismo Plio-Cuaternario de Colombia: depósitos piroclásticos asociados y mediciones isotópicas de  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ ,  $\text{Nd}^{144}/\text{Nd}^{144}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  en lavas de los volcanes: Galeras, Puracé, Nevado del Ruiz." *Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas* 10:3-17.
- Ngwira, Percy Mabvuto. 2015. "Geotourism and Geoparks: Africa's Current Prospects for Sustainable Rural Development and Poverty Alleviation." En *Geoheritage to Geoparks*, serie *Geoheritage to Geoparks and Geotourism*, editado por Ezzoura Errami, Margaret Brocx y Vic Semeniuk, 25-33. doi: 10.1007/978-3-319-10708-0\_2.
- Panizza, Mario. 2001. "Geomorphosites: Concepts, Methods and Example of Geomorphological Survey." *Chinese Science Bulletin* 46:4-5. doi: 10.1007/BF03187227.
- Parques Nacionales. 2010. *Guía de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Colombia.
- Perret, Amandine. 2014. "Géopatrimoines des trois Chablais: identification et valorisation des témoins glaciaires." Tesis de doctorado, Université Lausanne, Suiza.
- Rendón, Albeiro, José Caballero, Alberto Arias, Adrián González, José Arenas, y Jhon Gallego. 2011. "Geologic and Geomorphological Analysis in the East of Medellín, to Support Neotectonic Studies." *Boletín de Ciencias de la Tierra* 29:39-53.
- Reynard, Emmanuel. 2004. "Geosites." En *Encyclopedia of Geomorphology*, editado por Andrew S. Goudie, 440. Nueva York: Routledge.
- Reynard, Emmanuel, Georgia Fontana, Lenka Kozlik, y Cristian Scapozza. 2007. "A Method for Assessing Scientific and Additional Values of Geomorphosites." *Geographica Helvetica* 62:148-158.
- Reynard, Emmanuel, A. Perret, J. Bussard, L. Grangier, y S. Martin. 2015. "Integrated Approach for the Inventory and Management of Geomorphological Heritage at the Regional Scale." *Geoheritage* 8:1-18. doi: 10.1007/s12371-015-0153-0.
- Rivera, Javier. 2007. "Patrimonio y Territorio." Ponencia presentada en el *V Congreso Internacional: Restaurar la Memoria*, Valladolid, 31 de octubre, 1 y 2 de noviembre.
- Robertson, Kim, Antonio Flórez, y Jorge Luis Ceballos. 2002. "Geomorfología volcánica, actividad reciente y clasificación en Colombia." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* XI (1-2): 37-76.
- Simón, Pedro Fray. 1892. *Noticias históricas de las conquistas de tierra firme en las Indias Occidentales*. Primera parte. Bogotá: Medardo Rivas.
- Stübel, Alphonse. 1906. *Die vulkanberge von Colombia: Geologisch-T aufgenommen und Beschrieben*. Alemania: Wilhelm Baensch.
- Thouret, Jean-Claude, y Van der Hammen. 1983. "Una secuencia holocénica tardi-glacial en la Cordillera Central de Colombia." *CIAF* 6:609-634.
- Thouret, Jean-Claude. 1989. "La Cordillère Centrale des Andes de Colombie et ses bordures: Morphogenese plio-quaternaire et dynamique actuelle et recente d'une cordillère volcanique englacée." Tesis de Doctorado, Université Joseph Fourier, Francia.
- Torres Herrera, Harlison, y Jorge Martín Molina Escobar. 2012. "Aproximación al patrimonio geológico y geodiversidad en Santafé de Antioquia, Olaya y Sopetrán, departamento de Antioquia, Colombia." *Boletín Ciencias de la Tierra* 32:23-34.
- Uribe Ángel, Manuel. 1885. *Geografía general y compendio histórico del estado de Antioquia en Colombia*. Paris Victor Goupy y Jourdan.
- Van der Hammen, Thomas, Alfonso Pérez Preciado, y Polidoro Pinto E. 1996. *Studies on Tropical Andean Ecosystems*. Berlín: J. Cramer.
- Vásquez Cerón, Adriana, y Andrea C. Buitrago Castro. 2011. *El gran libro de los páramos*. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.
- Vélez Ocampo, Antonio. 2005. *Cartago, Pereira, Manizales: cruce de caminos históricos*. Pereira: Papiro.
- Wimbledon, William, S. Anderson, y Christopher J. Cleal. 1996. "Geological World Heritage: GEOSITES a Global Comparative Site Inventory to Enable Prioritisation for Conservation." Ponencia presentada en *The Second International Symposium on the Conservation of the Geological Heritage*, Roma, junio.

**Miguel Ángel Tavera Escobar**

Geólogo investigador, aspirante a magíster en Ciencias de la Tierra de la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia). Miembro del grupo de investigación en Geología Ambiental e Ingeniería Sísmica con líneas de investigación en geomorfología, paisajismo, geoconservación y patrimonio geológico.

**Nicolás Estrada Sierra**

Estudiante de pregrado en geología de la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia). Actualmente se encuentra vinculado a los semilleros de investigación en Vulcano-Tectónica y Geología Regional, con especial interés académico e investigativo en la geomorfología y geología estructural.

**Carlos Errázuriz Henao**

Estudiante de pregrado en geología de la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia). Miembro de los semilleros de investigación en Vulcano-Tectónica y Geología Regional con líneas de investigación relacionadas con el estudio del vulcanismo y plutonismo a través de métodos geoquímicos.

**Michel Hermelin<sup>†</sup>**

Ingeniero geólogo, fundador del pregrado en geología en la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia), exdirector del Servicio Geológico Colombiano. Sus líneas de investigación fueron orientadas a la geomorfología tropical, geológica urbana, historia y medio ambiente.