

# Inventory of the sites of geological interest, in the southwestern of Antioquia Colombia

Albeiro Rendón-Rivera, Ángela María Henao-Arroyave & Juan Guillermo Osorio-Cachaya

*Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. arendonr@unal.edu.co, amhenaoa@unal.edu.co, jgosorioc@unal.edu.co*

Received: December 20<sup>th</sup>, 2015. Received in revised form: October 1<sup>st</sup>, 2016. Accepted: December 15<sup>th</sup>, 2016.

## Abstract

This research sought, the inventory of sites of geological interest, in the southwestern Antioquia region consists of 24 municipalities and a total area of 6513 km<sup>2</sup>, taking as a scale for analysis 1: 25,000 and used several sources of primary information and secondary. The methodology used was exploratory and was based on: literature review, collection of primary data through virtual and surveys, fieldwork for the surveys, visiting outstanding sites and a workshop in schools, finally ending with integration and analysis of all information collected. As important results, it has an inventory of 168 points of geological interest, which is noted for its natural intrinsic attributes or tourism management plans and associated conservation. Of these, 44 sites stand out for their recognition among population, listed among the first, Cerro Tusa (20.1%) of La Pintada Farallones (12.4%), the Citara Farallones (7.7%), the Paramo del Sol and Cerro Bravo (7.1). Finally, municipalities with a larger number of geological sites of interest were reported Jardín (11.9%), Caicedo (11.3%) and Andes, Jericó y La Pintada (6%), and fewer reports Betania who obtained (0.6%).

*Keywords:* Sites of Geological Interest, Geotourism, Southwestern Antioquia, Geological Heritage.

# Inventario de sitios de interés geológico en el suroeste Antioqueño Colombia

## Resumen

Esta investigación buscó, realizar el inventario de los sitios de interés geológico, en la zona del suroeste antioqueño, región conformada por 24 municipios y una superficie total de 6513 Km<sup>2</sup>, tomándose como escala para el análisis 1:25.000 y utilizándose varias fuentes de información primaria y secundaria. La metodología utilizada, fue de tipo exploratorio y se fundamentó en: revisión bibliográfica, recopilación de información primaria a través de encuestas virtuales y presenciales, trabajo de campo para la realización de encuestas, con visita a sitios destacados y un taller en colegios, terminando finalmente con la integración y análisis de toda la información recopilada. Como resultados importantes, se tiene un inventario de 168 puntos de interés geológico, los cuales se destacan por sus atributos intrínsecos naturales o el reconocimiento social que se tiene de ellos. De estos, 44 sitios sobresalen por su reconocimiento entre población, listados entre los primeros se tiene a Cerro Tusa (20.1%), Farallones de La Pintada (12.4%), Farallones del Citará (7.7%), el Páramo del Sol y Cerro Bravo (7.1); Finalmente, los municipios con mayor número de sitios de interés geológico reportados fueron Jardín (11.9%), Caicedo (11.3%) y Andes, Jericó y La Pintada (6%), siendo Betania quien menos reportes obtuvo (0.6%).

*Palabras clave:* Sitios de Interés Geológico, Geoturismo, Suroeste Antioqueño, Patrimonio Geológico.

## 1. Introducción

El patrimonio geológico es actualmente uno de los temas de las agendas de investigación a nivel internacional, debido a que representa un elemento de gran importancia, al hacer parte de la potencialidad de los recursos naturales que puede

ofrecer una región [1].

En Colombia el tema del patrimonio geológico como objeto de investigación ha sido abordado en casos puntuales y metodologías muy diversas, pero aún no ha sido incorporado en la gestión ambiental de las entidades

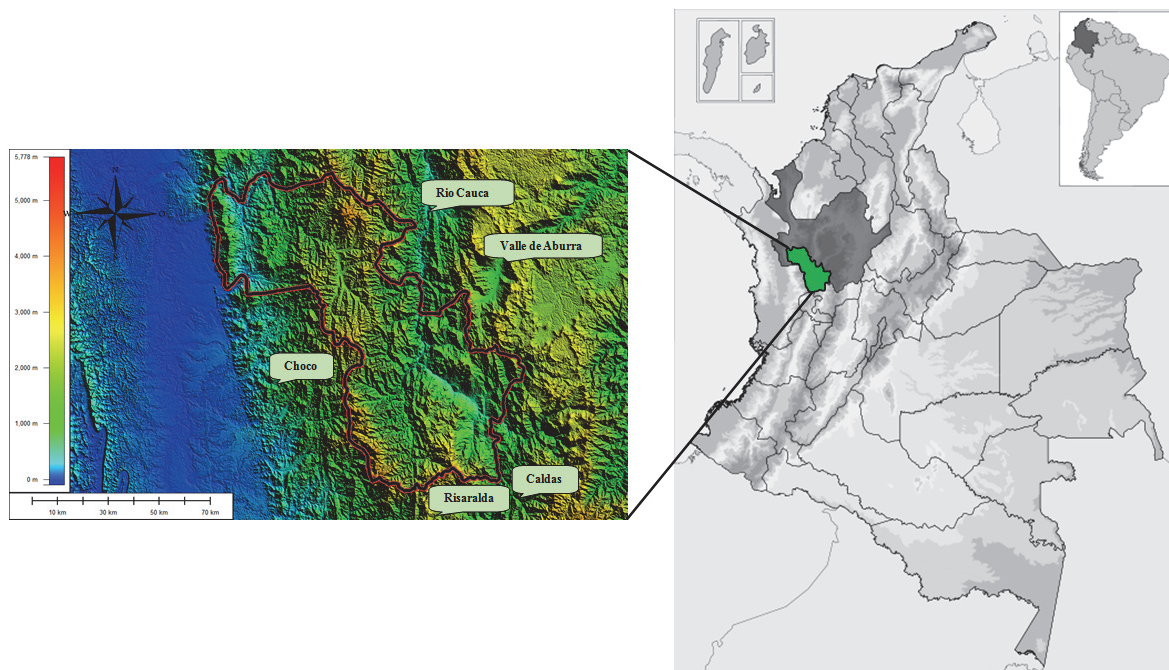


Figura 1. Localización de la zona de estudio,  
Fuente: Modificado de [10]

territoriales, lo que supone un reto adicional para que este tipo de investigaciones tengan un impacto real en el territorio estudiado.

Para el departamento de Antioquia existen algunos trabajos puntuales [2–7] que realizan acercamientos específicos a las particularidades del patrimonio geológico de esta región, mientras que [8], han planteado una propuesta para la valoración del patrimonio geológico, que se ha aplicado al inventario de [9], para corroborar correspondencias en metodologías, encontrando una concordancia cercana al 70% entre ambos inventarios.

Este artículo presenta los resultados de un proyecto de investigación, cuyo objetivo general fue realizar un inventario de los sitios de interés geológico sobre cartografía escala 1:25.000 en el suroeste antioqueño (Fig. 1), conformado por 24 municipios y una población aproximada de 372.000 habitantes [10], logrando obtener datos para el análisis estadístico, relacionados con frecuencia, moda y tipología de los elementos incluidos en el inventario. Lo anterior para aportar en la construcción de una línea base de información, esencial para la valoración del patrimonio geológico de la región en etapas posteriores de la investigación.

Por su gran vocación ambiental y la calidad de los recursos naturales que poseen estos municipios, el patrimonio geológico se convierte en un recurso estratégico, que, al ser incorporado en la gestión ambiental dentro de los planes o esquemas de ordenamiento territorial, entran a ser parte del desarrollo local de la región y, por lo tanto, a contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región, a través de las actividades de geoturismo [11].

## 2. Descripción zona de estudio

Existe un gran número de investigaciones geológicas en la zona de estudio, a escalas muy variadas y sobre temas diversos, entre las que se destacan: [12]–[16], entre otros.

La geología y los procesos geológicos actuales en el suroeste antioqueño, son producto de una larga y compleja historia de evolución geológica, donde la interacción de las placas tectónicas de Nazca, Suramérica y Caribe han jugado un papel preponderante, generando fallas y otras estructuras, vulcanismo, y una gran diversidad de rocas (Fig. 3). Todo ello modelado posteriormente por procesos geomorfológicos muy activos.

El río Cauca, que discurre por un imponente cañón atravesando la región, es la frontera natural de dos dominios geológicos diferentes, la Cordillera Central y la Oriental. El núcleo de la cordillera central está constituido por esquistos, gneises, cuarcitas y mármoles de edad paleozoica, a su vez instruidos por cuerpos graníticos de edad más reciente (cretáceos o cenozoicos), mientras que la cordillera occidental está conformada esencialmente por una secuencia vulcano-sedimentaria de origen marino y edades en su mayoría cretáceas [7,14].

En el fondo del cañón del río Cauca aparecen una serie de cuerpos intrusivos sub-volcánicos de edad cenozoica, asociados a volcanes cuyos remanentes se conservan en algunos cerros de gran valor paisajístico, como Cerro Tusa, Cerro Bravo, Farallones de La Pintada, de la formación Combia, entre otros (Fig. 2).



Figura 2. Panorámica general de los cerros Tusa y Sillón en jurisdicción del municipio de Venecia suroeste antioqueño, donde se muestra la gran diversidad paisajística y geomorfológica:  
Fuente: Los autores

### 3. Metodología

La metodología aplicada, fue de tipo exploratorio, dado que los objetivos planteados, buscaban establecer línea base para esta zona del departamento.

Para tal fin, se desarrollaron actividades en torno a la adquisición, síntesis y análisis de información primaria (encuestas y talleres en colegios) y secundaria (revisión bibliográfica, centrada fundamentalmente en trabajos que destacaran aspectos geológicos en los municipios de la zona), actividades todas resumidas en orden consecutivo en la Fig. 3.

Posteriormente la síntesis y análisis de la información recopilada en las dos fases anteriores, permitió tener un panorama claro de los déficits de información y tener de esta forma, una base para planificar la etapa posterior del trabajo de campo.

El trabajo de campo tuvo como objetivo principal completar la información faltante en algunos municipios de la zona, especialmente en el municipio de Caicedo y poner a prueba dentro de la metodología, un taller sobre patrimonio geológico diseñado para estudiantes de 10° y 11° grado de bachillerato, de modo que se pudiera indagar sobre el concepto de patrimonio geológico y el reconocimiento de este en su territorio.

Posterior al trabajo de campo, se realizó una segunda integración y análisis de toda la información, concluyendo con 168 bienes de interés geológico identificados para los cuales se realizó un análisis estadístico, de frecuencia, moda y tipología.

### 4. Resultados y Discusión

Existe un gran número de investigaciones geológicas relacionadas con temas y escalas muy variadas en la zona de estudio, entre los que se destacan: [12]–[17], entre otros.

La geología y los procesos geológicos actuales en el suroeste antioqueño, son producto de una larga y compleja historia de evolución geológica, donde la interacción de las placas tectónicas de Nazca, Suramérica y Caribe han jugado un papel preponderante, generando fallas, vulcanismo, una gran diversidad de rocas y procesos geomorfológicos (Ver Fig. 4).

El río Cauca que discurre por un imponente cañón atravesando la región, es la frontera natural de dos dominios geológicos totalmente contrastantes: un dominio oceánico en las rocas de la cordillera occidental y un dominio continental en las rocas de la cordillera central.

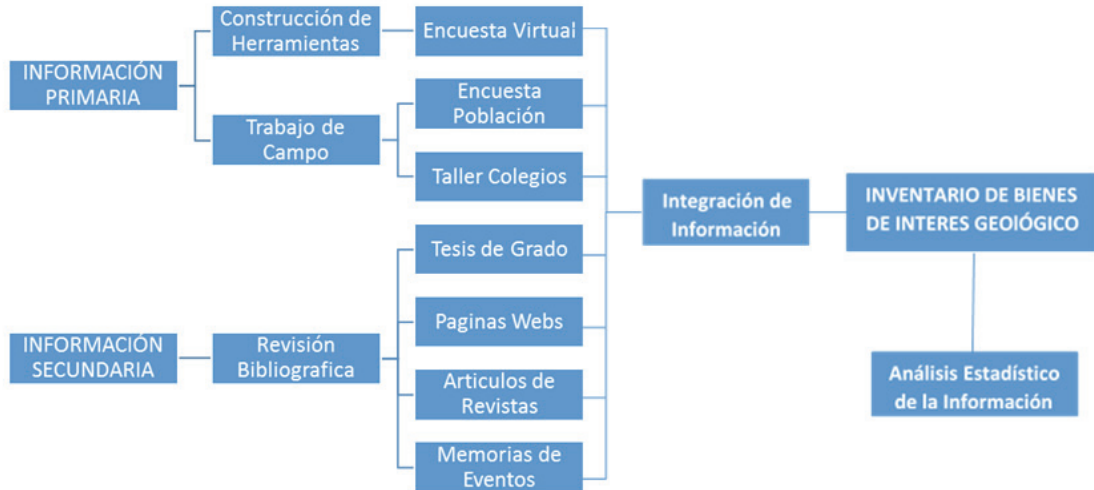


Figura 3: Proceso metodológico seguido para el desarrollo del trabajo  
Fuente: Los autores

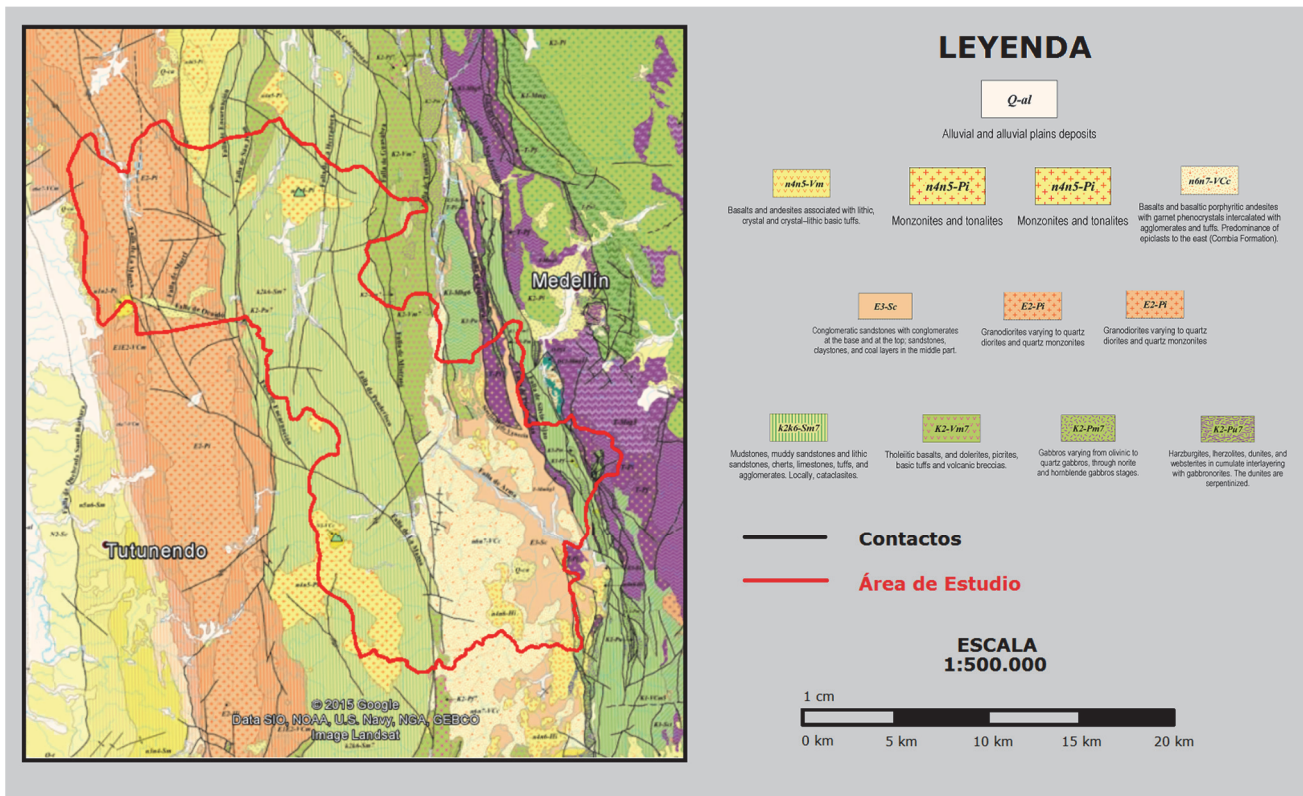


Figura 4: Mapa geológico de la zona.  
Fuente: Modificado de [18]

El núcleo de la cordillera central está conformado por esquistos, gneises, cuarcitas y mármoles de edad paleozoica a su vez instruidos por cuerpos graníticos de edad más reciente (cretáceos o cenozoicos), mientras que la cordillera occidental está conformada esencialmente por una secuencia vulcano-sedimentaria de origen marino y edades en su mayoría cretáceas.

En el fondo del cañón del río Cauca, aparecen una serie de cuerpos intrusivos. Sub-volcánicos de edad cenozoica, asociada a volcanes ya extintos y cuyos remanentes se conservan en esos cerros de gran valor paisajístico como Cerro Tusa, Cerro Bravo, Farallones de La Pintada entre otros, de la formación Combia.

Asociado a este conjunto complejo de rocas ígneas y metamórficas aparecen rocas sedimentarias, cuyo exponente más representativo es la formación Amaga, responsable de la riqueza carbonífera de la región y sedimentos recientes (cuaternarios), producto de la dinámica actual muy condicionada por el clima y las intervenciones antrópicas.

Todo el contexto geológico anteriormente descrito, se encuentra enmarcado dentro de un conjunto de fallas muy importantes en el país, denominado sistema de fallas Cauca-Romeral, producto de la interacción tectónica y que actualmente se encuentra activo. Adicional a lo anterior, toda esta geodinámica

asociada a los cambios climáticos que han ocurrido durante toda la historia de la región han generado un paisaje contrastante conformado por el cañón del río Cauca, escarpes como el de Jericó-Támesis, la meseta de Jericó, los cerros de altas pendientes representados en Cerro Tusa, Cerro Bravo, Los Farallones de La pintada, entre otros y una importante red hídrica con corrientes de carácter torrencial como los ríos Tapartó, Cartama, Poblano, Sinifaná, entre otros, configurándose una gran diversidad paisajística que actualmente se convierte en un recurso ambiental importante para la región.

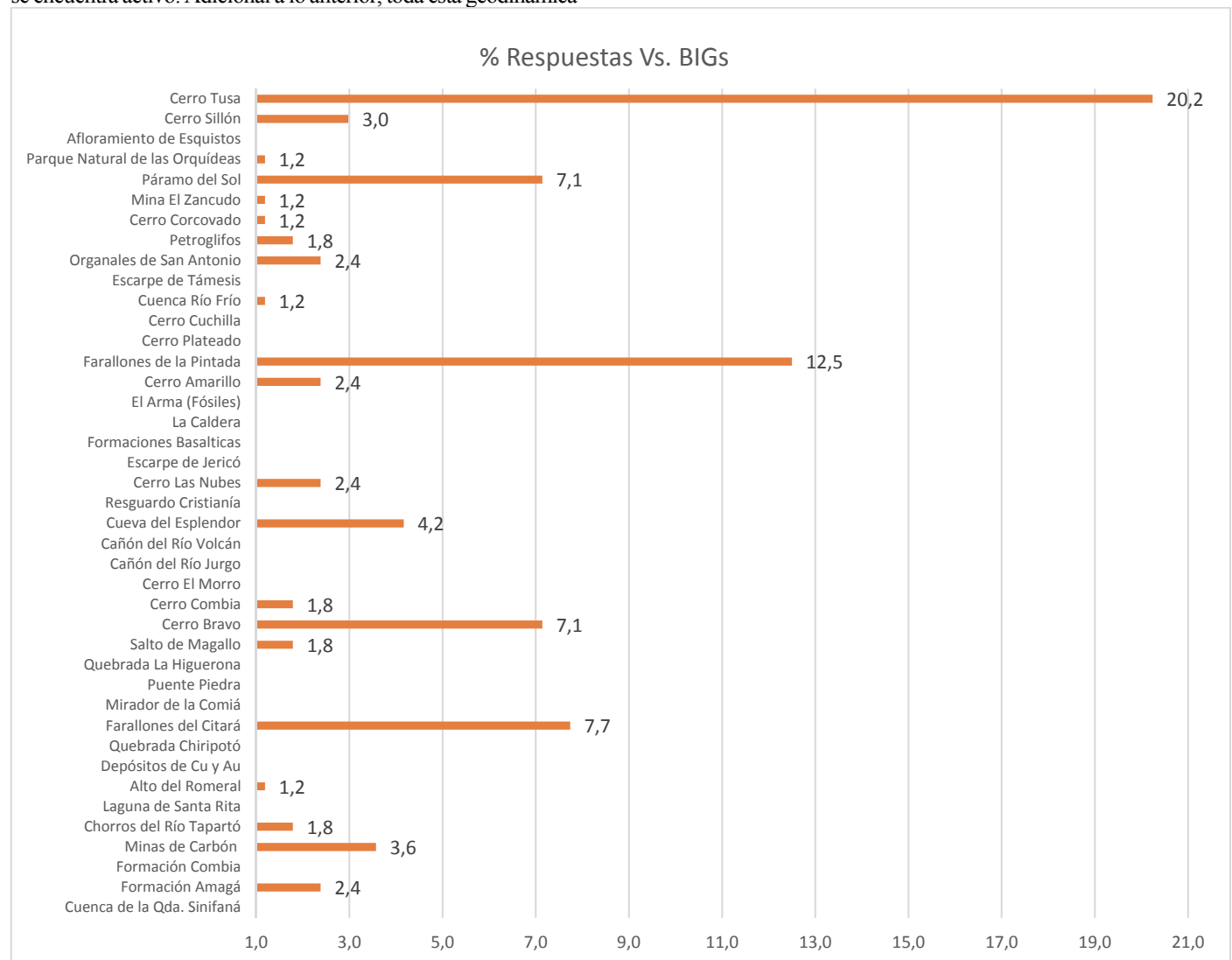


Figura 5. Resultado del análisis de la moda para los sitios con más reconocimiento en el imaginario de la población, como puntos/sitios de interés geológico o ambiental o bienes de interés geológico (BIGs), según la nueva normatividad que cursa en el congreso “por el cual se regula la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se reglamenta la Ley 45 de 1983.”.  
Fuente: Los autores

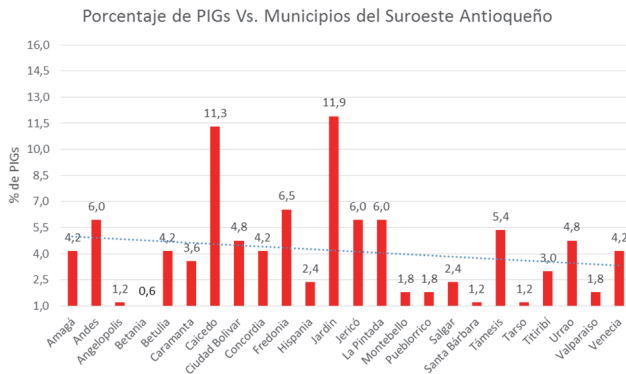


Figura 6. Frecuencia de los puntos de interés geológico por municipio en el suroeste antioqueño  
Fuente: Los autores

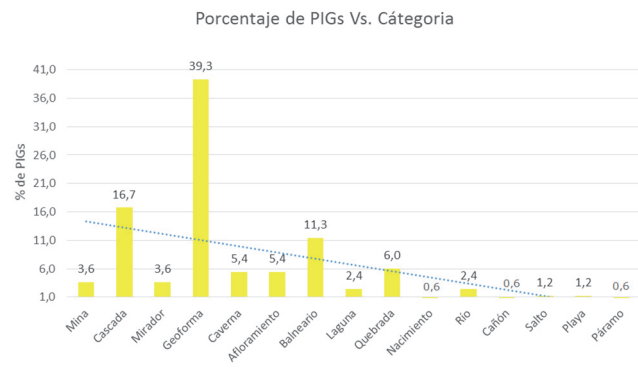


Figura 8. Distribución por categorías de los puntos de interés geológico en el suroeste antioqueño  
Fuente: Los autores

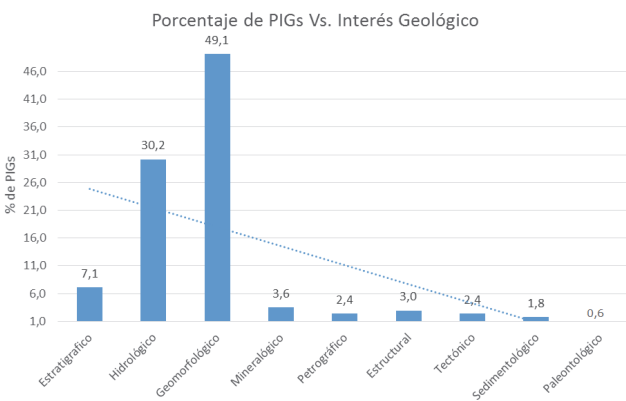


Figura 7. Distribución por interés geológico de los puntos de interés geológico en el suroeste antioqueño  
Fuente: Los autores

El primer análisis realizado, permite poner en evidencia los sitios con más reconocimiento en el imaginario de la población, ya sea por su valor natural/ambiental y/o cultural destacándose Cerro Tusa (20,2%), Farallones de la Pintada (12,5%), Los Farallones de Citará (7,7%), El Páramo del Sol (7.1%) y Cerro Bravo (7,1%). Es importante destacar en el análisis de la moda, que existen algunos puntos sólo reconocidos por los expertos por su gran valor científico, pero sin reconocimiento en el imaginario de la población (ver Fig. 5).

Con respecto a la frecuencia o cantidad de sitios reportados por municipio se deduce de la fig. 6, que los municipios con mayor número de sitios de interés geológico son en su respectivo orden: Jardín (11,9%), Caicedo (11,3%); Andes, Jericó y La Pintada (6,0%), siendo Betania el único municipio donde solo se reporta un sitio.

Por otra parte, el análisis de la muestra global según la categoría geológica del sitio o punto de interés geológico (Fig. 7) muestra que hay un predominio de las categorías geomorfológico (49.1%), hidrológico (30.4%) y estratigráfico (6.5%).

Por otro lado, en la Fig. 8, se observan los porcentajes de las diferentes categorías de los puntos de interés geológico inventariados, destacándose las geoformas (39,3 %), lo cual es consecuente con el tipo de interés geológico descrito en porcentajes en la fig. 7, seguido de las cascadas (16,7 %) y de los balnearios (11,3 %), este último incorporado, solo por su origen natural.

Finalmente, cabe destacar que las minas entraron en el levantamiento de información como puntos de interés geológico con un porcentaje de 3,6%, pero estas fueron seleccionadas por las características geológicas de la mineralización, con su respectivo valor a la economía departamental y su reconocimiento a nivel nacional.

## 5. Conclusiones

El paisaje como síntesis de la gran diversidad geológica, geomorfológica y climática existente en el suroeste antioqueño, es un recurso ambiental estratégico, para generar un desarrollo económico local alternativo centrado en el turismo de naturaleza, donde el geo-turismo puede jugar un papel muy importante.

La realización de un inventario y valoración del patrimonio geológico en el suroeste antioqueño con metodologías avaladas por la autoridad nacional encargada (Servicio Geológico Colombiano) y con una participación de todos los sectores sociales, es una necesidad en el corto plazo, que permita tener una información sistematizada y confiable, como base para incorporar el patrimonio geológico como un

recurso en los planes de ordenamiento territorial y gestión ambiental en la región.

Debido a que los grandes proyectos de infraestructura o minería, generan un gran impacto ambiental en el paisaje, es necesario incorporar dentro de los estudios de impacto ambiental una valoración de este recurso, su afectación y su respectivo plan de manejo, que permita prevenir y compensar las afectaciones causadas.

Así mismo, es necesario efectuar análisis similares en sectores naturales que están actualmente siendo explotados por el turismo (de naturaleza y de aventura), de modo que se definan lineamientos para su uso adecuado y su conservación en el tiempo.

El tema del patrimonio geológico, su definición, identificación, valoración, preservación y uso dentro de los postulados del desarrollo sostenible, debe ser incorporado como contenido dentro de las asignaturas de los currículos escolares de ciencias naturales y geografía, en las escuelas y colegios de la región.

En los procesos de capacitación no formal dirigidos a la comunidad en general, que adelanten las entidades públicas y privadas en la región, relacionadas con el medio ambiente, es muy importante incorporar el tema del patrimonio geológico, con el fin de ir generando una base social, capacitada para reconocer, valorar, preservar y gestionar este recurso.

Los municipios deben adelantar un inventario y valoración de su patrimonio geológico con la participación de todos los sectores sociales, que les permita adelantar proyectos estratégicos, como por ejemplo adquirir predios con valor patrimonial y poder adelantar allí, proyectos de gran impacto social. Un ejemplo de esto es la necesidad prioritaria que el municipio de Venecia adquiera los predios correspondientes al Cerro Tusa, para poder desarrollar allí un proyecto turístico de gran impacto en la economía municipal.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a los estudiantes, María Gabriela Sándigo, Sara Vanessa Ramírez, Juan Esteban Quintero y Lina Cifuentes integrantes del Grupo de investigación en Geología Ambiental GEA, por su valiosa colaboración en el trabajo de campo, recopilación de la información en las páginas webs entre otras.

Igualmente, extendemos nuestros agradecimientos a la oficina de investigación y extensión de la facultad por la financiación dada a este proyecto.

### Bibliografía

- [1] Prosser, C.D., Brown, E.J., Larwood, J.G. and Bridgland, D.R., Geoconservation for science and society - An agenda for the future, Proc. Geol. Assoc., 124(4), 2013.
- [2] Cárdenas, G. y Restrepo, C., Patrimonio geológico y patrimonio minero de la cuenca carbonífera del suroeste antioqueño, Colombia, Boletín Ciencias de la Tierra. 18, pp. 91-102, 2006.
- [3] Henao, A., Osorio, J. y Hurtado, E., Propuesta para la divulgación del patrimonio geológico del departamento de Antioquia, Colombia. XIV Congreso Latinoamericano de Geología y XIII Congreso Colombiano de Geología, pp. 312-313, 2011.
- [4] Molina, J. y Torres, H., (). Aproximación al patrimonio geológico y geodiversidad en Santafé de Antioquia, Olaya y Sopetrán, departamento de

- Antioquia, Colombia. Boletín Ciencias de La Tierra. 2012. Available at: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/37201/43371>.
- [5] Osorio, J. y Henao, A. (2012). Propuesta para la divulgación del inventario de reconocimiento del patrimonio geológico del departamento de Antioquia - Colombia caso aplicativo. Congreso Latinoamericano de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente, Santiago de Chile-Chile. Available at: [http://paritario.utaclca.cl/docs/MESA\\_A\\_PONENCIAS/A\\_19\\_Propuesta\\_Divulgacion\\_Inventario\\_Patrimonio\\_Geologico\\_Antioquia\\_COLOMBIA\\_OSORIO\\_HENAO.pdf](http://paritario.utaclca.cl/docs/MESA_A_PONENCIAS/A_19_Propuesta_Divulgacion_Inventario_Patrimonio_Geologico_Antioquia_COLOMBIA_OSORIO_HENAO.pdf)
- [6] Jaramillo, E., Caballero, J. y Molina, J., Patrimonio geológico y geodiversidad: Bases para su definición en la zona andina de Colombia: caso Santa Fe de Antioquia. Boletín Ciencias de La Tierra, 35, pp. 53-66, 2014.
- [7] Caballero, J., Rendón, A., Gallego, J. and Uasapud, N., Inter-Andean Cauca river canyon. In landscapes and land forms of Colombia. Springer, pp. 155-166, 2015.
- [8] Rendón, A., Henao, A. y Osorio, J., Propuesta metodológica para la valoración del patrimonio geológico, como base para su gestión en el departamento de Antioquia. Boletín Ciencias de La Tierra, 33, pp. 85-92, 2013.
- [9] Henao, A. y Osorio, J., Propuesta Metodológica para la identificación y clasificación del patrimonio geológico como herramienta de conservación y valoración ambiental. Congreso Latinoamericano de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente. 2012. Available at: [http://congresopryma.blogutem.cl/files/2012/12/A\\_11\\_Propuesta\\_Metod\\_I\\_identificacion\\_Classific\\_Patrimonio\\_Geolog\\_HENAO\\_OSORIO.pdf](http://congresopryma.blogutem.cl/files/2012/12/A_11_Propuesta_Metod_I_identificacion_Classific_Patrimonio_Geolog_HENAO_OSORIO.pdf)
- [10] Gobernación de Antioquia. Perfil de la subregión del suroeste - Departamento Administrativo de Planeación. Medellín. 2009. 152 P.
- [11] Grose, E., (1926). El terciario Carbonífero de Antioquia en la parte occidental de la Cordillera Central de Colombia entre el río Arma y Sacojal (Verlag Von Dietrich Reimer (ErnstVohsen). 362 P. Disponible en: <http://www.accefyn.org.co/cientificos/pdf/emilGrosse/EmilGrosse.pdf>
- [12] Page, W., Seismic geology and seismicity of northwestern Colombia. woodward-clyde consultants, ISA, 1986, 156 P.
- [13] MacDonald, W., Estrada, J., Sierra, G. and González, H., Late Cenozoic tectonics and Paleomagnetism of north Cauca basin intrusions, Colombian Andes: Dual rotation models, 261(4), pp. 277-289, 1997.
- [14] Taboada, A., Rivera, L., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H. and Rivera, C., Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia). Tectonics, 19(5), pp.787-813, 2000.
- [15] González, H. Mapa geológico del Departamento de Antioquia (Memoria explicativa). Boletín Geológico. Ingeominas, 2001, 240 P.
- [16] Monsalve, H. y Mora, H. Esquema geodinámico regional para el noroccidente de Suramérica (Modelo de subducción y desplazamientos relativos). Boletín de Geología, 27(44), pp. 25-63, 2005.
- [17] Gómez, J., Montes, N.E., Nivia, A. y Diederix, H., compiladores. Atlas Geológico de Colombia. Escala 1:500 000. Servicio Geológico Colombiano, 26 planchas, Bogotá, 2015.

**A. Rendón-Rivera**, es Ing. Geólogo de la Universidad Nacional de Colombia en 1991, MSc en Desastres de la Universidad de Antioquia en 1998, PhD en Ciencias de la Tierra de la Universitat de Barcelona en 2005. Actualmente profesor asociado Universidad Nacional de Colombia – Medellín desde el año 2007. Los temas de interés son: Neotectónica, paleosismología, gestión de riesgos, ordenamiento territorial y patrimonio geológico.  
ORCID: 0000-0002-3817-3957

**A.M. Henao-Arroyave**, Ing., Geológica, de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Los temas de interés incluyen: Geología ambiental, patrimonio geológico, geomorfología, ordenamiento territorial, gestión del riesgo y combustibles fósiles y alternativos.  
ORCID: 0000-0002-3842-5229

**J.G. Osorio-Cachaya**, Ing., Geológica, de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Los temas de interés incluyen: Caracterización mineralógica, geología ambiental, patrimonio geológico y gestión del riesgo.  
ORCID: 0000-0002-5287-2965