

Título del Trabajo de Grado

Santiago Manrique Pérez y Luis Carlos Saza Moreno

Trabajo de Grado para Optar al Título de Geólogo

Director

Carlos Alberto Ríos Reyes

Geólogo, PhD

Codirector

Clara Isabel López Gualdrón

Diseñadora Industrial Doctorado en ingeniería

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicoquímicas

Escuela de Geología

Geología

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis a mis padres, a mi hermana menor, mi abuela Elvira, mi tía Elina y mi tío Andrés ya que son las personas que más me han apoyado, me han aconsejado y me han guiado en este largo camino.

Y por último a Majo, que me ha acompañado desde el primer día de Geología y ha estado incluso en los días más grises.

- S.M.P

Este trabajo de grado es dedicado a mis padres, hermanos y amigos quienes me han apoyado incondicionalmente, guiándome y acompañándome durante todo mi proceso universitario.

A mi madre quien ha sido mi motor y mi inspiración para realizar muchas cosas que yo solo no hubiese podido lograr.

-L. C. S. M

Agradecimientos

Queremos agradecer al profesor Carlos Alberto Ríos por brindarnos la oportunidad de desarrollar este proyecto y acompañarnos durante este proceso, a la profesora Clara Isabel por sus importantes aportes, a la escuela de Geología UIS por brindarnos los espacios y las herramientas y por contribuir a la Formación integral de nosotros como profesionales y enseñarnos que la geología también puede ser usada en pro del mejoramiento de la calidad de vida de las personas. A todos nuestros compañeros y amigos que durante este proceso han contribuido con su apoyo incondicional y que han compartido con nosotros este apasionante viaje a través de las rocas y los secretos de la Tierra, a nuestras familias por el cariño y la comprensión que nos han dado no solo durante este proyecto sino durante toda nuestra estancia en la Universidad Industrial de Santander y finalmente a los habitantes de Aratoca por su hospitalidad y el cariño que nos recibieron. Gracias a todos por ser parte de este logro.

Tabla de Contenido

	Pág
Introducción	14
Justificación	15
1. Objetivos	18
1.1 Objetivo General	18
1.2 Objetivos Específicos.....	18
2. Marco Geológico	19
2.1 Localización zona de estudio	19
2.2 Estratigrafía.....	21
2.2.1 Neis de Bucaramanga (Pcab)	21
2.2.2 Formación Silgara (PDS).....	22
2.2.3 Granito de Pescadero (JTRgp).....	23
2.2.4 Batolito de Mogotes (JRTbm)	23
2.2.5 Formación Jordán (Jj)	24
2.2.6 Formación Los Santos (K11s)	24
2.2.7 Depósitos cuaternarios	25
2.3 Geología Estructural	25
2.3.1 Falla de Bucaramanga.....	25
2.3.2 Falla del Rio Umpala	26
2.3.3 Falla de Aratoca	27
3. Marco Teórico.....	28
3.1 Geotopos	28

3.2 Geozona	28
3.3 Patrimonio Geológico	29
3.4 Geositio	30
3.5 Geodiversidad	30
3.6 Geoparque	31
3.7 Geoturismo.....	32
3.8 Antecedentes	32
3.9 Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh)	34
4. Metodología	38
4.1 Fase pre-campo	38
4.1.1 Revisión bibliográfica.....	38
4.1.3 Planeación	38
4.2 Fase de campo.....	38
4.2.1 Levantamiento y documentación de los lugares de interés geológico.....	38
4.2.2 Recolección de material audiovisual	39
4.2.3 Integración de la información	39
4.3 Fase post-campo.....	39
4.3.1 Fase de evaluación de lugares de interés	39
4.3.2 Creación de Georutas.....	43
4.3.3 Creación de material de apoyo para redes sociales.....	44
4.3.4 Elaboración del libro.....	44
5. Resultados	45
5.1 Descripción de Geotopos	45

5.1.1 A_01 Cambio de curso del Rio Chicamocha en el puente Pescadero	46
5.1.2 A_02 Eventos de deformación en rocas metapelíticas de la Formación Silgará	48
5.1.3 A_03 Metamorfismo retrogrado en esquistos de la Formación Silgará	49
5.1.4A_04 Diques de microgabro (diabasa) cortando la secuencia metamórfica de la Formación Silgará	50
5.1.5 A_05 Panorámica de Pescadero y rasgos geomorfológicos del cañón del Chicamocha	51
5.1.6 A_06 Anomalías de Azufre	53
5.1.7 A_07 Contacto Formación Silgará con Granito de Pescadero.....	54
5.1.8 A_08 Pliegues en contacto con dique y Panorámica hacia Cepitá.	56
5.1.9 A_09 Puente Cepitá.	56
5.1.10 A_10 Panorámica a la mesa de san pedro y zonación metamórfica de la formación Silgará	58
5.1.11 A_11 Esquistos micáceos grafitosos de la formación Silgará	60
5.1.12 A_12 Panorámica del cañón del Chicamocha con banda milonítica.....	61
5.1.13 A_13 Contacto cuarcita y panorámica mesa de los santos	63
5.1.14 A_14 Panorámica Mesa de San Pedro	64
5.1.15 A_15 Panorámica Cerro de las cruces o cerro El Picacho.....	66
5.1.16 A_16 Panorámica de las mesas de Los claveles y San Pedro.....	67
5.1.17 A_17 Afloramiento de filitas con protección de deslizamiento.....	69
5.1.18 A_18 Efectos erosivos	70
5.1.19 A_19 Cascada Manchego	71
5.2 Valoración y Clasificación de Geotopos.....	74
5.3 Creación de Georutas.....	76

5.4 Creación de logo, redes sociales y material didáctico.	80
5.5 Estrategias de comunicación.....	83
5.5.1 Usuario Arquetipo – Profesional de las Geociencias.....	84
5.5.2 Usuario Arquetipo – Turista.	84
5.5.3 Usuario Arquetipo – Poblador de la comunidad.....	85
5.5.4 Evaluación heurística.....	86
5.5.5 Técnica de grupo focal.....	87
6. Discusión.....	88
7. Conclusiones.....	89
Referencias Bibliográficas	91

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Benchmark de Geoparques en América Latina	35
Tabla 2. Geositos PGCCh para Aratoca	37
Tabla 3. Criterios de valor científico	40
Tabla 4. Criterios de valor educacional y turístico	40
Tabla 5. Criterios de Riesgo de Degradación	41
Tabla 6. Recalcificación de Riesgo de Degradación	41
Tabla 7. Categorías de clasificación para geotopos	42
Tabla 8. Lista de Geotopo	46
Tabla 9. Valoración y Clasificación de Geotopos.	74

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa de localización área de estudio, Cañón del río Chicamocha	20
Figura 2. Esquema de organización de los geotopos, geozonas y geoparques en el Inventario de Espacios de Interés Geológico de Cataluña	29
Figura 3. Mapa de ubicación de los geotopos y georutas en el área de estudio.....	45
Figura 4. El Plutón de Pescadero se caracteriza porque presenta rasgos geomorfológicos como los cerros a manera de cimas redondeadas y las masas de rocas ígneas se emplazaron a través de las rocas metamórficas de la Formación Silgará	47
Figura 5. Afloramiento de Monzogranito de Pescadero con set de diaclasas.....	48
Figura 6. Afloramiento de la Formación Silgará donde se evidencia la intensa alteración y deformación registrada en rocas metapelítica.....	49
Figura 7. Afloramiento de esquistos de la formación Silgará donde expone características de un metamorfismo retrogrado.....	50
Figura 8. Diabasa encajando en esquistos.....	51
Figura 9. Panorámica de Pescadero y rasgos geomorfológicos del cañón del Chicamocha.....	53
Figura 10. Panorámica Afloramiento A_06.....	54
Figura 11. Contacto Formación Silgara y Granito de Pescadero.....	55
Figura 12. Pliegues en contacto con dique.....	56
Figura 13. Panorámica de Río Chicamocha y Batolito de Mogotes.....	57
Figura 14. Panorámica de Zonación metamórfica	59
Figura 15. Esquistos Formación Silgara	60

Figura 16. Afloramiento de esquistos micáceos grafitosos	61
Figura 17. Panorámica de Banda Milonítica.....	62
Figura 18. Contacto de cuarcita y panorámica Mesa de Los Santos	64
Figura 19. Panorámica de la Mesa San Pedro.....	66
Figura 20. Panorámica del Cerro las cruces.....	67
Figura 21. Panorámica Mesa de los Claveles	68
Figura 22. Panorámica Mesa de San Pedro	69
Figura 23. Filitas de San Pedro.....	70
Figura 24. Afloramiento Formación Girón exhibiendo la formación de cárcavas	71
Figura 25. Cascada Manchengo.....	73
Figura 26. Imagen satelital de las diferentes georutas	77
Figura 27. Georuta 1, zona este y oeste del cañón del Chicamocha.....	78
Figura 28. Georuta 2, zona central del cañón del Chicamocha	79
Figura 29. Georuta 3, Aratoca y alrededores	80
Figura 30. Logo PGCCCh	81
Figura 31. Marca digital GeoAratoca	81
Figura 32. Perfil Geoaratoca.....	82
Figura 33. Ejemplo de formato de publicación.....	83
Figura 34. Usuario Arquetipo – Profesional de las Geociencias	84
Figura 35. Usuario Arquetipo – Turista.....	85
Figura 36. Usuario Arquetipo – Poblador de la comunidad	86

Lista de Apéndices

“Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS”

Apéndice A. Vídeo descripción Georuta 1

Apéndice B. Vídeo descripción Georuta 2

Apéndice C. Vídeo descripción Georuta 3

Apéndice D. Vídeo “Introducción a GeoAratoca”

Apéndice E. Material de publicación para redes sociales

Apéndice F. Enlaces a redes sociales

Resumen

Título: Inventario y valoración de lugares de interés geológico para el municipio de Aratoca (Santander) y alrededores como apoyo al proyecto geoparque cañón del Chicamocha.*

Autor: Manrique Perez Santiago; Saza Moreno Luis Carlos.**

Palabras Clave: Geotopo, Cañón del Chicamocha, Patrimonio Geológico, Geoturismo

Descripción: El presente trabajo se centra en la creación de un inventario además de su valoración de lugares de interés geológico en el municipio de Aratoca, ubicado en el departamento de Santander, y sus áreas circundantes. Además de la creación de georutas en torno a estos sitios y la creación de material didáctico de divulgación para ser compartido en redes sociales con el fin de incentivar el conocimiento geológico de la región, así como un mapa de cartografía temática escala 1:130.000 donde se ubiquen las georutas propuestas, para la creación de estas georutas se valoraron 19 geotopos sobre los cuales se registró material audiovisual para la creación de videos descriptivos de cada georuta además infografías en forma de publicaciones para redes sociales como Instagram con el objetivo de dar a conocer los elementos más destacados del municipio en pro de incentivar el apropiamiento del conocimiento y el geoturismo.

El trabajo se basa en investigaciones geológicas detalladas que incluyen la identificación y descripción de formaciones geológicas únicas, estructuras geológicas, y otros elementos de interés. Además, se lleva a cabo una valoración de estos lugares en términos de su relevancia geológica, potencial educativo, turístico y científico, así como su importancia para la comunidad local.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Fisicoquímicas. Escuela de Geología. Geología. Director: Carlos Alberto Rios Reyes. Ph.D. Codirector: Clara Isabel López Guadrón. Ph.D.

Abstract

Title: Inventory and assessment of places of geological interest for the municipality of Aratoca (Santander) and surrounding areas as support for the Chicamocha Canyon Geopark project*

Author(s): Manrique Perez Santiago; Saza Moreno Luis Carlos.**

Key Words: Geotope, Chicamocha Canyon, Geological Heritage, Geotourism

Description: The present work focuses on the creation, as well as the assessment, of geological points of interest in the municipality of Aratoca, located in the department of Santander, and its surrounding areas. In addition, it involves the development of georoutes around these sites and the creation of educational promotional material to be shared on social media platforms with the aim to encourage geological knowledge of the region, as well as a 1:130,000 scale thematic cartography map where the proposed georoutes are located, 19 geotopes were assessed for the creation of these georoutes. Divided into three georoutes, for which audiovisual material was recorded to before the creation of promotion videos for each rute also the cration of infographic publications for social media like Instagram introducing the most prominent elements of the municipality in order to encourage the appropriation of knowledge and geotourism.

This work is grounded in detailed geological research, encompassing the identification and description of unique geological formations, geological structures, and other points of interest. Furthermore, an evaluation of these locations is carried out in terms of their geological. significance, educational potential, touristic and scientific value, as well as their importance to the local community.

* Degree Work

**Physicochemical Engineering College. Geology Department. Director:Carlos Alberto Ríos Reyes. Ph.D Codirector: Ph.D Clara Isabel López Guadrón Industrial. Ph.D

Introducción

Los geoparques y la conservación del patrimonio geológico fueron temas abordados en 1991 cuando se celebró el simposio Internacional de la UNESCO sobre la Conservación del patrimonio geológico, de este evento surge la “Declaración Internacional sobre los Derechos de la Memoria de la Tierra”. A partir de este documento el incremento en el interés del patrimonio geológico se ha traducido en numerosas publicaciones en las últimas tres décadas; según Pareja y Martínez. (2023) desde 1993 hasta 2019 se han recopilado 555 artículos relacionados al patrimonio geológico. Posteriormente en 2004 se funda la Red Global de Geoparques (GGN por sus siglas en inglés), la cual funciona como una red sin fines de lucro que busca intercambiar ideas y promulgar el trabajo internacional en conjunto para la geoconservación. De esta manera hablar de patrimonio geológico es entender el rol fundamental que juegan los lugares de interés geológico al ser portadores de información geológica significativa y testimonios de la evolución geológica que representen una importancia internacional, así como poseer un gran potencial para la educación, la investigación científica y el turismo geológico.

Con esta premisa para hablar patrimonio geológico en Colombia es importante entender su conceptualización como lo sugiere el Servicio Geológico Colombiano (2016) como “el conjunto de todos los elementos geológicos muebles e inmuebles estrictamente delimitados o delimitables, que se destacan por su valor intrínseco o su representatividad desde el punto de vista científico, estético, educativo y/o cultural, y/o recreativo”. Así mismo el término geoparque se define de acuerdo a UNESCO (2011) como “Zona unificada con patrimonio geológico de importancia internacional y donde ese patrimonio se está utilizando para promover el desarrollo sostenible de

las comunidades locales que viven allí". Partiendo de esto nace el Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh) ubicado en la región noreste de Colombia (América del Sur).

De acuerdo con el proyecto de extensión de la UIS se acordó incluir 11 municipios en el territorio en el PGCCh que incluyen Zapatoca, Umpalá, Los Santos, Jordán, Cepitá, Aratoca, Curití, Barichara y Villa Nueva. A partir de este contexto geográfico el trabajo presente de desarrolla en el Municipio de Aratoca (Santander) el cual se ubica en una posición estratégica adyacente a el Cañón del Chicamocha debido a que afloran rocas con una rica diversidad de edades y fenómenos geológicos de gran relevancia. A través de la presente investigación, se pretende destacar la importancia de estos lugares y su potencial para enriquecer la experiencia educativa, científica y turística de la región.

El siguiente trabajo tiene como objetivo principal identificar, catalogar y valorar aquellos sitios geológicos de relevancia en la mencionada región y este se estructura en diversas etapas metodológicas, comenzando por un análisis bibliográfico y cartográfico que sienta las bases para la identificación de los lugares de interés geológico. Posteriormente, se realiza un minucioso trabajo de campo para corroborar y detallar la información recolectada previamente usando la guía metodológica Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity de Jose Brilha.. A partir de este inventario, se procede a la valoración de los sitios, considerando aspectos geológicos, ecológicos, culturales y turísticos, entre otros. De esta forma hacer una contribución al proyecto geoparque en relación con la definición de las georutas para el municipio de Aratoca.

Justificación

Los municipios de Piedecuesta y Aratoca forman parte del territorio del Cañón del Chicamocha el cual, a través de una iniciativa de interés nacional se pretende postular como

geoparque mundial de la UNESCO. El presente trabajo se justifica en la necesidad de llevar a cabo un inventario y valoración de lugares de interés geológico, destacando los lugares con mayor valor científico (Geositios). El área concebida entre Aratocha y el pescadero, localidades ubicadas en el departamento de Santander en Colombia, cuenta con una gran variedad de paisajes geológicos que son de gran interés para la comunidad científica y para el turismo sostenible.

En este contexto, se plantean importantes retos como la caracterización de geotopos y la asociación de estos con el fin del desarrollo de rutas sobre las cuales se dé la creación de un geoparque, para contribuir a la diversificación económica del municipio y promoviendo un turismo sostenible y responsable con el medio ambiente. El propósito de llevar a cabo un esquema de turismo científico y sostenible conlleva a realizar procesos de democratización del conocimiento, a través de la apropiación social del conocimiento mediante la comprensión de la terminología científica llevada a un lenguaje que amplíe los esquemas de comunicación a un público no experto en las temáticas. Es clave que, las comunidades se apropien de su territorio y añadan un contexto geológico de sus tierras a su cultura y a su forma de ver el mundo.

Los Geoparques son territorios definidos que cuentan con una apropiada superficie que contiene sitios geológicos con importancia científica, historia y rareza que permiten un desarrollo socioeconómico de las zonas aledañas al geoparque. Es por esto que la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales es un tema clave en la actualidad, y los geoparques han surgido como una herramienta eficaz para lograr esta meta, en este sentido un geoparque también ayuda a desarrollar procesos y algunos métodos sencillos de comunicación con materiales educativos que indiquen algún cambio en el pensamiento socio-cultural de las personas que viven dentro y fuera de los límites del propio geoparque.

Por otra parte, es fundamental la socialización y transferencia de conocimiento geocientífico con el fin de difundir el valioso patrimonio geológico que forma parte de este territorio. Los resultados de un inventario de patrimonio geológico también brindarán parte de la información necesaria requerida para nuevas aplicaciones de geoparque global de la UNESCO (UGG): descripción geológica general, listado y descripción de sitios geológicos, detalles acerca de su valor internacional, nacional, regional o local, estado actual en términos de protección de sitios, datos en el manejo y mantenimiento de todos los sitios (UNESCO, 2016).

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Proponer un inventario de sitios de interés geológico mediante el estudio de los valores del patrimonio geológico del municipio de Aratoca fundamentado en los pilares del geoturismo, geoeducación y geoconservación promulgados para los geoparques de la UNESCO.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar y valorar el patrimonio geológico teniendo en cuenta criterios establecidos en la metodología de José Brilha

Caracterizar geotopos con base en sus rasgos geológicos más relevantes estableciendo su interés según criterios de geoconservación, geoeducación y geoturismo.

Diseñar diferentes georutas a partir del reconocimiento y documentación de los diferentes geotopos en el área de estudio

Generar un mapa temático a escala 1:130.000 en donde se identifiquen los geotopos y las geo-rutas diseñadas

Generar contenido audiovisual del territorio alineado con la estrategia de comunicación definida en el PGCCCh orientado el desarrollo de actividades de geoturismo y geoeducación

Realizar la difusión de las riquezas geológicas del territorio a través de redes sociales para fortalecer las actividades de geoturismo y geoeducación.

2. Marco Geológico

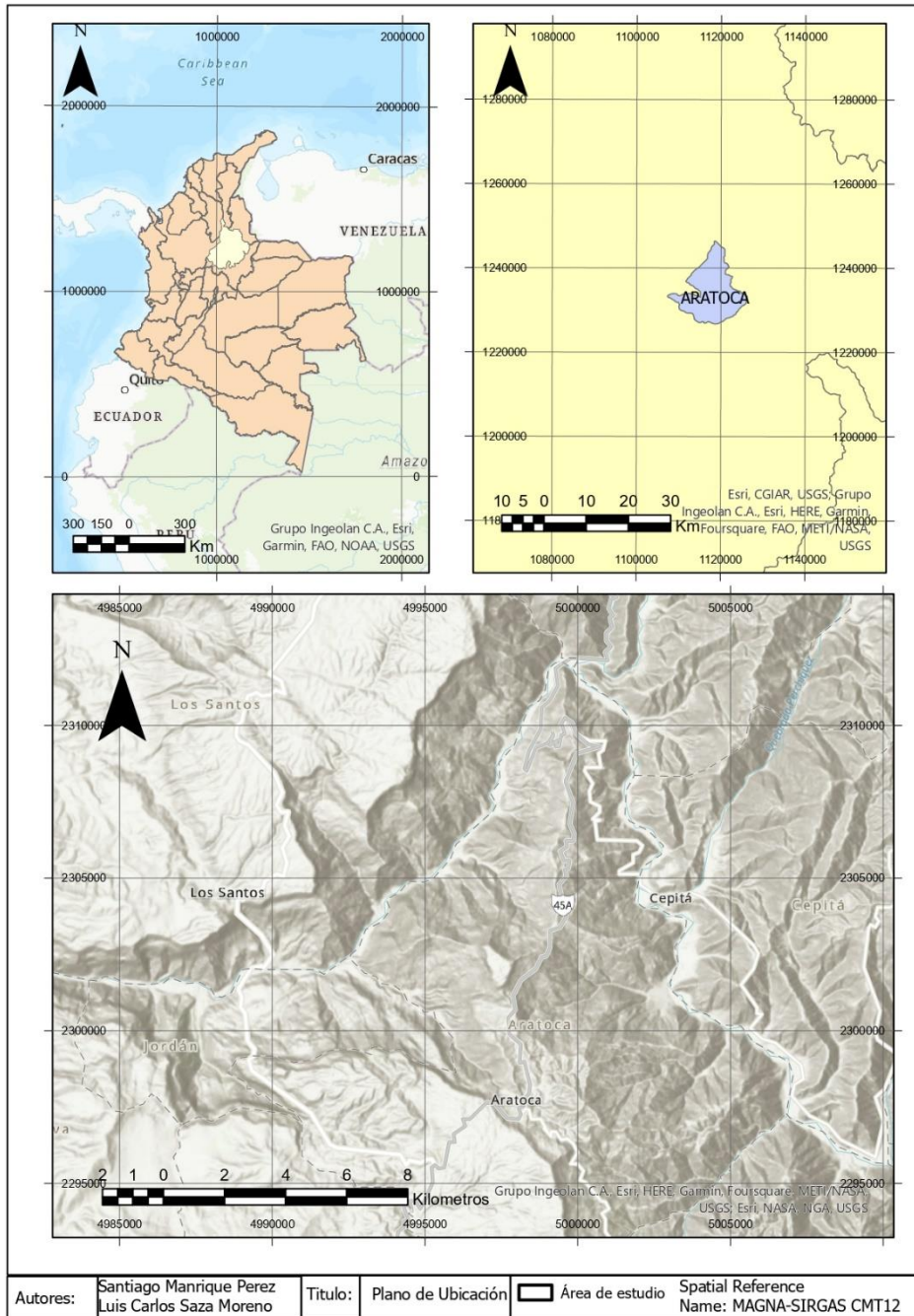
Aratoca es un municipio perteneciente a el departamento de Santander, en este territorio se encuentra parte del Cañón del Chicamocha, gracias a este accidente geográfico causado por el curso del río Chicamocha se exponen diferentes litologías como las rocas del basamento cristalino correspondientes al Macizo de Santander (MS), así como rocas ígneas intrusivas del Triásico - Jurásico y rocas sedimentarias del Cretácico, es posible observar también depósitos Cuaternarios relacionados a la actividad del río. En cuanto estructuras más representativas es posible observar la Falla Bucaramanga, Falla del rio Umpala y Falla Aratoca.

2.1 Localización zona de estudio

La zona de trabajo se ubica en el municipio de Aratoca a una altura media de 1800 metros sobre el nivel del mar y una extensión de 169.8 km², limita con los municipios de los Santos y Piedecuesta en el norte, con Curití en el sur, el oriente con Cepita y en el occidente con Jordán.

Figura 1

Mapa de ubicación



2.2 Estratigrafía

En el área de estudio se identifican Rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, geocronológicamente de base a techo la secuencia litológica de la zona es: Neis de Bucaramanga, formación silgara, Granito de Pescadero, Batolito de Mogotes, formación Jordán, formación Girón, formación Los Santos y depósitos Cuaternarios.

2.2.1 Neis de Bucaramanga (*Pcab*)

El Neis de Bucaramanga se compone por una secuencia estratificada de rocas metasedimentarias que forman la unidad más antigua del Macizo de Santander, que consisten principalmente en paragneis pelítico, semipelítico y arenáceo, esquisto y cantidades subordinadas de neis calcáreo, mármol, neis hornbléndico y anfibolita, localmente migmatizado (Ward et al, 1973). Esta unidad se encuentra en contacto con la Formación Silgara sin embargo Arenas (2004) indica que las unidades no corresponden a un mismo evento metamórfico, la edad del metamorfismo del Neis de Bucaramanga se le asigna un rango de edad entre el Precámbrico y el Cámbrico, este rango de edad está de acuerdo con las edades de 680 ± 140 Ma reportadas por Goldsmith et al. (1971). Adicionalmente se propone que el metamorfismo en general para las litologías del Macizo de Santander ocurre bajo condiciones de alta temperatura y media presión (García et al. 2005), su rango estimado de presión y temperatura para el metamorfismo se encuentra entre 5,5 y 7,2 kbar y entre 660 y 750°C. Éste análisis se hizo con base en el modelo KFMASH comúnmente usado para rocas pelíticas, Para el Neis de Bucaramanga este rango de presión se ubica por encima del campo de estabilidad de la cordierita, y dentro del campo de estabilidad del granate (Urueña-Zuluaga, 2011).

2.2.2 Formación Silgara (PDS)

Descrita por Ward et al., (1973) como secuencia de rocas clásticas metamorfoseadas estratificadas, que consta de pizarra, filita, meta-limolita, metaarenisca impura, meta-waca y meta-waca guijarrosa con menos cantidades de pizarra y filita calcárea. En la franja de Aratoca-Piedecuesta se diferencia por la ausencia de los estratos de meta-waca, las facies de su metamorfismo van desde esquistos verdes a la zona más baja de anfibolita (grado de la estaurolita). El granate y la estaurolita son relativamente comunes. Se estima una edad del Precámbrico superior para el protolito y Ordovícico para el pico metamórfico (Ward et al, 1973), la máxima edad de depositación de la unidad se definió según Mantilla, et al., 2016 con muestras colectadas en inmediaciones a la localidad tipo (quebrada silgara), se considera de aproximadamente 900 Ma (Neo-Proterozoico Temprano).

En la franja de Aratoca-Pescadero hacia tope de la secuencia e el sector de la Mesa San Pedro se identifican rocas de muy bajo grado como filitas intercaladas con metarenisca y metalimolitas (Mantilla-Figueroa, García-Ramírez; et al., 2016).

Estudios más recientes proponen la escisión de la unidad en las siguientes unidades: Esquistos del Silgará s.s., Esquistos del Chicamocha y Filitas de San Pedro considerando diferencias en la máxima edad estratigráfica a partir de dataciones U-Pb en circones detríticos, para los esquistos del Silgará y Esquistos del Chicamocha, se relacionaría con el evento Ordovícico temprano y se separan debido a sus diferencias litológicas, a su vez el pico de metamorfismo de la unidad Filitas de San Pedro estaría relacionado con el evento Orogénico Menor Fammatiniano (Silúrico) (Mantilla-Figueroa, García-Ramírez; et al., 2016).

Según Villamizar (2015) la Formación Silgara se caracteriza por poseer microestructuras de deformación relacionadas con condiciones de alta presión–temperatura superpuestas por

deformaciones relacionadas con regímenes de baja temperatura. Algunas microestructuras como el maclamiento mecánico y la recristalización dinámica puede sugerir esta superposición de deformación por fallamiento.

2.2.3 Granito de Pescadero (JTRgp)

Es una roca ígnea granítica leucocrática con un color predominantemente rosado, se encuentra en contacto con la Formación silgara Ward et al (1973) la define como una roca rosada a naranja de grano fino a muy fino equigranular a ligeramente porfirítico, con fenocristales de feldespato potásico sólo ligeramente más grandes que el grano medio de la roca y unos pocos dispersos de minerales máficos. Royero Gutierrez y Clavijo (2001) consideran la posibilidad de que el Granito de Pescadero haga parte del Batolito de Mogotes.

Composicionalmente se han asociado a esta unidad sienogranitos, monzogranitos hasta granodiorita, la geocronología muestra una edad obtenida en el Jurásico inferior a partir de un análisis K-Ar en biotita de 193 ± 6 y las dataciones por el método U-Pb en circones, arrojan edades de $194,8 \pm 3,2$ y $199,1 \pm 1,3$ Ma lo c (Zapata et al., 2016).

2.2.4 Batolito de Mogotes (JRTbm)

Se ubica totalmente dentro del Cuadrángulo H-13, al oeste de la Falla de Bucaramanga, Ward et al (1973) define el batolito como una masa constituida principalmente de cuarzo monzonita biotítica leucocrática de color rosado grisáceo con cantidades similares de oligoclasa, feldespato potásico y cuarzo y granodiorita de color gris a gris rosado equigranular de grano medio relacionada al granito de pescadero. Las edades ígneas de las rocas del cuerpo principal se ubican principalmente entre los 205 y los 190 Ma. (Correa-Martínez et al., 2016).

2.2.5 Formación Jordán (Jj)

La Formación Jordán fue definida por Cediél (1968), su localidad tipo, situada en el escarpe sur de la Mesa de los Santos está compuesta por una secuencia de rocas sedimentarias que incluyen limolitas y areniscas de grano fino y muy fino, así como rocas volcanoclásticas como tobas de caída e ignimbritas de composición riolítica. Ayala-Calvo, et al. (2005) han reportado basaltos con amígdalas a la base de la formación al sur del municipio de Rionegro y esta se encuentra en discontinuidad estratigráfica con la Formación Girón (Rabe, 1977; Horton, et al., 2015). Alarcón, et al. (2020) sugieren que la actividad volcánica registrada en la unidad coincide con el evento magmático que da origen Grupo Plutónico de Santander, el cual se manifestó entre finales del Triásico Tardío.

2.2.6 Formación Los Santos (K11s)

Cediél (1968) propone esta nomenclatura a lo antes conocido como Formación Tambor. Compuesta por tres miembros, según Aldana Martínez (2008) el miembro inferior se compone de conglomerados, areniscas conglomeráticas, limolitas de cuarzos y arcillolitas ílíticas, el miembro medio se distingue por una granulometría fina de arenisca de grado medio a arcillolitas ílíticas y el miembro superior compuesto de areniscas de grano fino, muy fino y medio con intercalaciones de areniscas con limolita. Se encuentra en contacto discordante con La Formación Jordán en la Mesa de los Santos y en discontinuidad estratigráfica con la Formación Girón para el contacto superior es concordante con la suprayacente Formación Cumbre (Laverde, 1985; Laverde & Clavijo, 1985). Etayo-Serna & Rodríguez (1985) asignan una edad Berriasiano basada en amonitas.

2.2.7 Depósitos cuaternarios

Los depósitos más superficiales están constituidos por Aluviones torrenciales (Qal) Depósitos aluviales de terrazas bajas, medias y abanicos los cuales corresponden a guijarros, cantos y bloques con matriz arenolimoso a lodoarenoso, intercalados con niveles de arcillas y arenas de composición polimictica (Castro E. 2008) y conos de deyección y talud de derrubios (Qcd) que se encuentran en las cuencas bajas del rio Umpalá constituidos por gravas angulares clasto soportadas.

2.3 Geología Estructural

2.3.1 Falla de Bucaramanga

El Sistema de Fallas Bucaramangas es un accidente tectónico destacado en los Andes Septentrionales como parte del Bloque Norandino, este sistema de fallas se extiende aproximadamente 600 km desde el borde occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta en la Costa Caribe hasta el límite occidental del Macizo de Santander al sur, tiene un movimiento sinistral y una orientación N15°W (Galvis et al., 2014)

Esta estructura consta de más de tres fallas, pero ha sido dividida de manera más general en tres segmentos (Boinet et al., 1989): El primer segmento corresponde a los 130 km más septentrionales corresponden a la Falla de Santa Marta, que limita la Sierra Nevada de Santa Marta y presenta un movimiento sinistral con componente normal buzando hacia el W (Montes et al., 2009); El segundo segmento intermedio corresponde a 100 km de longitud, se encuentra al sur de la Cuenca del Cesar y está cubierta por depósitos Cuaternarios. El último segmento meridional se conoce como la Falla de Bucaramanga y tiene una expresión topográfica bastante clara hasta la población de Piedecuesta en el departamento de Santander, aquí varios autores (Royero y Vargas, 1999; Vargas et al., 1976), señalan que su expresión deja de ser tan evidente y el trazo de la falla

está cubierto por depósitos cuaternarios, la falla culmina al sur en transpresión y relación con las fallas de Boyacá y Soapaga (Toro, 1990; Velandia, 2005). En el sector sur (Falla de Bucaramanga) el desplazamiento debe ser menor de 45 km, el cual es amortiguado por fallas inversas de bajo ángulo (cabalgamiento) como las fallas de Boyacá y Soapagá (Toro, 1990). El desplazamiento lateral izquierdo de la Falla de Bucaramanga está asociado con tectónica de escape en los modelos que muestran el desplazamiento del Bloque Maracaibo al NW debido a la relación entre las placas Sudamericana y Caribe, incluido el Bloque Chocó-Panamá.

Existen dos opiniones diferentes referentes a la edad de la falla: un primer grupo de autores considera que la falla es del Paleógeno (Montes et al., 2009; Tschanz et al., 1974; Young et al., 1956), mientras que otro grupo considera que la edad de la falla es Neógeno (Boinet et al., 1980; Campbell, 1968; Duque Caro, 1980; Paris, 2000). Sin embargo Velandia (2017) presenta datos de (U-Th)/He en huellas de fisión de apatitos y circones en donde la Falla de Bucaramanga converge, esta técnica de termocronología de baja temperatura permite obtener edades de enfriamiento relacionadas con la inversión tectónica y la orogenia andina donde concluye “el inicio del pulso de enfriamiento más evidente en la zona se definió en el intervalo de 22- 17 Ma (Mioceno temprano) con altas tasas de enfriamiento (entre 20 y 25°/Ma), y se asocia con la edad de la Falla de Bucaramanga y el comienzo de su actividad transpresiva en su zona sur, otro pulso importante de enfriamiento se identifica al comienzo del Plioceno (5,5-4,5 Ma) también con una alta tasa (25°/Ma), el cual se asocia principalmente a una reactivación de la Falla de Bucaramanga”

2.3.2 Falla del Río Umpala

La falla del del Río Umpalá se extiende más o menos en 7 km con dirección N40°E en donde es posible evidenciar facetas triangulares muy bien desarrolladas. En la faceta más norte se encuentra con una zona inusualmente alargada que es interpretada como un gancho de falla por

Osorio et al. (2008), sin embargo, este rasgo no se asemeja a un gancho de falla como lo hacen las vertientes pronunciadas de las zonas en los domos del mismo, pero si se logran observar características propias de lo que son las facetas triangulares como un plano bien definido y continuo, con grandes escarpes. La intersección de la falla del río Umpalá con la falla de Bucaramanga es confusa y no está bien definida, lo que se puede observar es una distribución de trazos formados a partir del propio desplazamiento de la falla de Bucaramanga, generando lomos de presión y lomos de obturación fácilmente apreciables, esta configuración dificulta la observación de las relaciones de corte de la Falla de Bucaramanga con la falla del Río Umpalá.

Según Ward, et al. (1973) es una falla de rumbo con desplazamiento lateral derecho que afecta la Falla Bucaramanga.

La falla del río Umpalá se caracteriza por presentar planos fallados de alto ángulo en dirección NE buzando al NW muy visible y de gran envergadura, con generación de fracturas espaciadas en un régimen frágil.

2.3.3 Falla de Aratoca

La falla de Aratoca presenta una longitud aproximada de 12 km y se encuentra al sur del municipio con dirección NNW-SSE, pone en contacto unidades Jurásicas con la Formación Silgara, para Julivert y Téllez (1963) se trata de una estructura pre-Cretácica debido a que esta no afecta la Formación Los Santos la cual suprayacente a las unidades Jurásicas, es una falla inversa de alto ángulo que levanta el bloque occidental, se ha propuesto que esta es una continuación de la falla. Los Santos que ha sido desplazada por otras fallas en dirección perpendicular, el desplazamiento vertical de esta estructura no se ha calculado, pero puede superar los 100 metros desplazamiento significativo que ha generado un valle profundo donde

se ubica la población de Aratoaca; hacia la parte occidental se observa una relativa tranquilidad tectónica reflejada en un suave basculamiento hacia el occidente de la cobertura sedimentaria (Angel y Ramírez., 2015).

3. Marco Teórico

Es posible observar los rasgos y la historia de la tierra observando e interpretando las rocas a través de estructuras, litologías y rasgos geomorfológicos presentes. De esta forma conservar la evidencia de la historia de nuestro planeta radica en proteger y reconocer estos elementos, es tal su importancia “que los primeros movimientos de protección del patrimonio geológico se originan en el Reino Unido en el siglo XIX, cuando aparecen las primeras leyes en materia de protección” según Martínez (2008, p. 4). Bajo este concepto, es necesario conocer la terminología que involucra el fenómeno de la conservación de los sitios de interés Geológico.

3.1 Geotopos

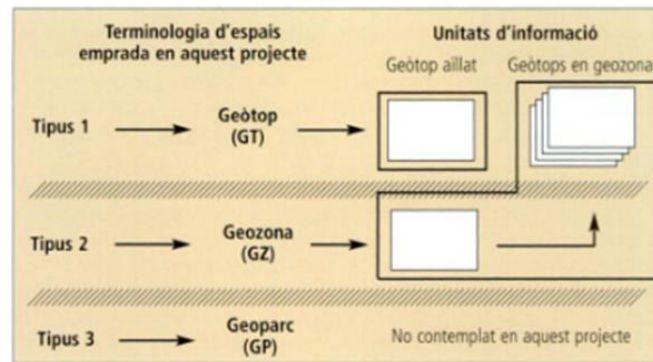
Stürm (1994) define el término Geotopo como las "Porciones delimitadas de la geosfera con una particular importancia para la historia de la Tierra". Sin embargo, una terminología que puede ser más adecuada hace referencia “a localidades y afloramientos de reducidas dimensiones con un significado geológico importante no superando las 100ha de superficie” según Carcavilla (2007).

3.2 Geozona

Para Carcavilla (2007), una geozona proviene de la traducción geozona y este hace referencia a “zonas que agrupan varios geotopos próximos o directamente áreas de interés geológico, pero de extensión superior a 100 hectáreas.

Figura 2

Esquema de organización de los geotopos, geozonas y geoparques en el Inventario de Espacios de Interés Geológico de Cataluña.



Nota. Carcavilla 2007

3.3 Patrimonio Geológico

Según Martínez (2008), el término patrimonio geológico “involucra a todos los recursos naturales no renovables (formaciones rocosas, estructuras, formas, paisajes, yacimientos minerales y paleontológicos) que posean un valor científico, cultural, educativo, paisajístico y recreativo, y cuyo contenido permita estudiar e interpretar la evolución de la historia geológica de la Tierra.”

Bajo este precepto el estado colombiano ha emitido regulaciones que permiten establecer la identificación y protección del patrimonio geológico, a través del Decreto 1353 de 2018 el estado define el patrimonio geológico como “Conjunto de lugares geológicos que poseen valores propios de naturaleza patrimonial con características científicas, culturales y/o educativas, y que permiten conocer, estudiar e interpretar: el origen y evolución de la Tierra”. En el artículo 4 del Decreto Ley 4131 de 2011 numeral 9 se delega la función al Servicio Geológico Colombiano de

identificar, evaluar y establecer zonas de protección, debido a la presencia de patrimonio geológico y paleontológico del país, puedan considerarse áreas protegidas.

A pesar de estas distinciones, se debe hacer énfasis en que no todos los elementos geológicos que han sido extraídos de su lugar de origen pueden considerarse patrimonio geológico tal como lo indica Carcavilla (2007) “no toda colección geológica privada o pública se debe considerar patrimonio geológico mueble, debe contar con características especiales y singulares que enmarcan el caso como especial dentro de un área local o regional”, aquí el autor hace énfasis en el patrimonio geológico de tipo mueble e inmueble. Para el caso de este trabajo, al tratarse de un inventario basado en afloramientos y panorámicas observadas en campo, se categoriza en el tipo inmueble, puesto que se conservan en su contexto natural.

3.4 Geositio

A pesar de que la terminología provenga de la misma traducción de geosite y pueda usarse como un equivalente de geotopo esta definición no está acuñada a una clasificación por extensión de área y en términos generales se trata de “área que forma parte del patrimonio geológico de una región natural por mostrar, de manera continua en el espacio, una o varias características consideradas de importancia en la historia geológica de la misma” (García Cortés y Carcavilla, 2013) de la misma forma Wimbledon (1995) indica que un geositio es “una localidad, área o territorio en la cual es posible definir un interés geológico-geomorfológico para la conservación”.

3.5 Geodiversidad

Geodiversidad hace referencia a “el rango natural de diversidad de rasgos geológicos (rocas, minerales y fósiles), geomorfológicos (formas del terreno y procesos) y suelos, incluyendo sus relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas” (Gray, 2004). Si bien esta

definición considera los aspectos más generales de las características geológicas de un área determinada, existen otras definiciones que poseen un enfoque relacionado a la valoración geográfica como sugiere Rojas (2005) donde también la relaciona con procesos antrópicos como “la diversidad que proviene de la propia naturaleza (medio físico-geográfico) y la que procede de los procesos sociales, como la producción, poblamiento y circulación (el hombre y sus actividades)”. Sin embargo, los autores que indican la injerencia de procesos antrópicos como parte de la terminología de geodiversidad puede llevar a confusiones y no establece un límite claro en cuanto a se relaciona con otros conceptos usados en este trabajo como geotopo o patrimonio geológico. Finalmente es propicio indicar que “el estudio de la geodiversidad se centrará en analizar qué elementos geológicos están presentes en esa región. Además, no sólo se estudiarán de manera independiente, sino que también se analizará su distribución y la relación entre ellos. De este modo la geodiversidad puede ser medida y valorada en un territorio y ser comparada con la de otras áreas diferentes” (Carcavilla, 2008).

3.6 Geoparque

Un geoparque se define como un territorio que presenta un patrimonio geológico notable que es el eje fundamental de una estrategia de desarrollo territorial sostenible basado en la educación y el turismo (Carcavill, Urquí y Cortés, 2018).

En la definición forma que da la UNESCO (2023) en el marco de los programas internacionales de geociencias y UNESCO global geoparks, Los Geoparques Mundiales de la UNESCO (UGGP) son áreas geográficas únicas y unificadas donde los sitios y paisajes de importancia geológica internacional se gestionan con un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible. Un Geoparque Mundial de la UNESCO utiliza su patrimonio geológico, en conexión con todos los demás aspectos del patrimonio natural y cultural del área,

para mejorar la conciencia y la comprensión de los problemas clave que enfrenta la sociedad, como el uso sostenible de los recursos de nuestra tierra, la mitigación de los efectos del cambio climático y la reducción de los riesgos relacionados con los peligros naturales.

3.7 Geoturismo

El termino geoturismo hace referencia a un turismo sostenible que se basa conocer y comprender los rasgos geológicos de una zona en relación a un entendimiento cultural y medioambiental apreciando su conservación, y que además puede ser beneficioso para las comunidades locales (Dowling y Newsome, 2006), así mismo se puede relacionar el Geoturismo con sus características culturales y sociales como lo sugiere Tourtellot (2009) como se citó en Trejo (2016) “se define como aquel que está basado en las características geo-gráficas de un lugar. Es un turismo que sostiene o enriquece el carácter geográfico de un lugar y su ambiente, patrimonio, estética, cultura y el bienestar de sus habitantes”.

3.8 Antecedentes

En la Conferencia de París auspiciada por la UNESCO en 1972 sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural, algunos países pusieron en marcha investigaciones dirigidas hacia el conocimiento, su protección y la puesta en valor, lo cual resulta un recurso de indudable significación y una pieza clave para el desarrollo turístico de un territorio (Martínez, 2008), con este precedente el termino de geoparques surge en 1996 durante el 30.º Congreso Geológico Internacional celebrado en Beijing (China), este concepto nace de la necesidad de proteger el patrimonio geológico, sin embargo no es hasta 1999 que se sugiere que la UNESCO apoye los primeros proyectos de Geoparque con el fin de promover los esfuerzos nacionales e internacionales para la conservación del patrimonio geológico (UNESCO, 1999) y así en el año

2000 se crea la Red Europea de Geoparques (EGN), con el propósito de compartir información y experiencia así como la designación de herramientas en común (European Geoparks, 2017).

En Colombia a lo largo de las últimas décadas también se han desarrollado trabajos con el enfoque de la conservación y divulgación del patrimonio geológico. Por ejemplo la metodología propuesta por Colegial et al (2002) donde se propone que la “etapa de clasificación o selección se realiza con base en los registros obtenidos y sobre los cuales se definen categorías (Geotopos) especialmente relacionadas con las diferentes temáticas geológicas (Estratigrafía, paleontología, tectónica, geomorfología, etc) donde adicionalmente se hace un ordenamiento en cada categoría aplicando criterios de importancia”.

Otras metodologías se han propuesto y aplicado para el territorio nacional como Rendo et al. (2013) donde se propone una adaptación del Índice de Patrimonio Geológico (IPG), proponiendo adicionalmente los Índices de Uso Potencial (Iup) y el Índice de Amenaza (Ia) la cual se enfoca en iniciar el proceso sistemático del inventariado y clasificación del patrimonio geológico tomando como zona piloto el departamento de Antioquia (Colombia). Otra propuesta interesante de adaptar metodologías al plano local la propone Jaramillo et al, (2016), donde se adapta la metodología propuesta por el Instituto Geológico y Minero de España donde se abordan criterios de valoración como la rareza, la extensión superficial, la edad geológica o la diversidad de elementos.

En términos más locales, haciendo énfasis en el área de trabajo propuesta el trabajo realizado por Castellanos & Ríos (2008) presenta bases importantes para reconocer los primeros sitios de interés con potencial investigativo y educativo por medio de la descripción del itinerario geológico del basamento cristalino donde según los autores “esta obra, la cual representa una

herramienta de divulgación científica de la geología de la región suroccidental de este antiguo macizo”.

Estos precedentes culminan en el proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh) el cual se basa en una candidatura para la de red de Geoparques UNESCO y abarcó los municipios de Piedecuesta, Los Santos, Cepitá, Jordán, Aratoca, Curití, San Gil, Mogotes, Pinchote, Barichara, Villanueva, Cabrera, Galán y Zapatoca, este proyecto se enfocó “en una estrategia de desarrollo socioeconómico y sostenible a través de la geoeducación, el geoturismo y la geoconservación” (Ríos et al, 2020), a través de esta propuesta también se incentivó las investigaciones futuras en el área así como el turismo sostenible involucrando a las comunidades locales.




Otro de los puntos importantes del proyecto involucró la educación y la divulgación científica, así como la promoción de los productos de las comunidades locales como una expresión de la herencia cultural y natural de la zona y la conservación de biodiversidad.


3.9 Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh)

Para nuestra región se cuenta con la Red de Geoparques en América Latina y el Caribe la cual funciona como una red de comunicación de para los geoparques de la UNESCO, fue fundada en mayo de 2017 por cuatro Geoparques declarados, Araripe de Brasil, Grutas del Palacio de Uruguay, Comarca Minera y Mixteca Alta ambos de México. Actualmente lo componen 12 Geoparques con la presencia también de países como Chile, Ecuador y Nicaragua. (Red GeoLAC, s.f.)

Con el fin comprender los aportes de cada Geoparque de los miembros fundadores se comparan sus principales aspectos frente a la conservación del patrimonio geológico, el geoturismo y el conocimiento científico.

Tabla 1*Benchmark de Geoparques en América Latina*

Geoparque	Logo	Patrimonio Geológico	Geoturismo	Conocimiento Científico
Geoparque Araripe		Propone la integración de las culturas de pueblos indígenas de la región y su relación con los elementos geológicos de los lugares que habitaron usando estrategias de geoeeducación con colegios y comunidades.	Usa sus elementos culturales como atractivo, además del atractivo de su biodiversidad con el fin de promover el turismo sostenible y la importancia de la conservación de elementos naturales y geológicos	El geoparque posee espacios para investigación y de apoyo para geocientíficos.
Grutas del Palacio		Presenta Geositios donde combina elementos de interés geológico, arqueológico, sin embargo, no plantea un uso de georutas.	Además del atractivo natural y los geositios, presenta la línea de arte en el geoparque, la cual es un espacio para la música y las artes plásticas como atractivos para el turismo sostenible.	El geoparque cuenta con actividades de extensión universitaria de la Universidad de la Republica del Uruguay (UDELAR)
Comarca Minera		Vincula el pasado geológico con la cultura mexicana, explorando herencias de culturas indígenas como coloniales.	Posee una estructuración de Geositios los cuales los divide en interés geológico, cultural y natural y los entrelaza en georutas.	Posee una dirección de investigación científica que también coordina la capacitación de fondos para proyectos.

Mixteca Alta		<p>A través de talleres y recorridos, se promueve la comprensión de la relación entre la geología y la sociedad</p>	<p>El turismo responsable es un pilar fundamental en su misión. Los visitantes son alentados a explorar con respeto y a apoyar las prácticas sostenibles que benefician tanto a la comunidad como al medio ambiente.</p>	<p>Si bien posee numerosos programas educativos en múltiples áreas del conocimiento además de la Geología, el Geoparque no cuenta con una línea de trabajo dedicada a la investigación.</p>
--------------	---	---	--	---

Nota. Esta tabla muestra la comparación entre los distintos aspectos de los principales geoparques de América Latina.

El Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha se encuentra ubicado en la región nororiental de Colombia, ubicada en América del Sur, se extiende un área atravesada por el río Chicamocha, cuya cuenca hidrográfica da forma al Cañón del Chicamocha. Este cañón tiene su inicio en las laderas de la Sierra Nevada del Cocuy y finaliza cerca de Lebrija. La zona delimitada abarca 11 municipios con una extensión total de aproximadamente 1.523 km². Estos municipios incluyen ocho en su totalidad (Aratoca, Barichara, Villanueva, Cepitá, Curití, Jordán, Los Santos y Molagavita) y tres parcialmente (Piedecuesta, San Andrés y Zapatoca).

El proyecto propone dos georutas para el sector Jordán – Aratoca y Aratoca – Cepita, así mismo se proponen 11 geositios para el municipio de Aratoca (Tabla 2).

Tabla 2*Geositios PGCCCh para Aratoca*

Geositios	Categoría tipológica	Categoría de patrimonio	Subcategoría de patrimonio	Criterios de valor	Ubicación	Características principales
Parque Nacional Chicamocha	Panorámica	Geomorfología	Cañón, Mesetas	Estético, Científico, turístico	Aratoca	Punto de vista de 360 grados desde el que es posible observar el impresionante paisaje del Cañón del Chicamocha, una maravilla natural de Colombia
Parque Nacional Chicamocha	Panorámica	Geomorfología	Cañón, Mesetas	Estético, Científico, turístico	Aratoca	Vista panorámica de la Mesa de Los Santos y Mesa de Villanueva, que muestra una secuencia sedimentaria Cretácica superpuesta a un lecho rojo Jurásico.
Vista panorámica del paisaje	Panorámica	Geomorfología	Cañón, Mesetas	Estético, Científico, turístico	Aratoca	Vista panorámica de la Mesa de Los Santos y Mesa de Villanueva, que muestra una secuencia sedimentaria Cretácica superpuesta a un lecho rojo Jurásico.
Rocas metamórficas con granates de la formación Silgara	Punto	Petrología metamórfica	Rocas Metamórficas	Científico	Aratoca	Secuencia metamórfica de la Formación Silgara.
Colina el Picacho	Panorámica	Geomorfología	Río	Estético, Científico, turístico	Aratoca	Vista panorámica del río Chicamocha y Jordán.
Pozo natural El Tambor	Punto	Pozo natural	Piscina natural	Ecológico, Educativo	Aratoca	Pozo natural El Tambor ubicado en el sector de La Laja en la vía que conduce al municipio de San Gil.
Falla Aratoca	Geotectónico	Geotectónico	Falla	Científico	Aratoca	La Falla de Aratoca es una estructura inversa de alto ángulo que pone rocas metamórficas del Silgara en contacto con rocas sedimentarias de las formaciones Girón y Jordán.
Vista panorámica del paisaje	Panorámica	Estratigráfico	Rocas sedimentarias	Científico	Aratoca	Vista panorámica de la Mesa de San Pedro, que muestran una secuencia sedimentaria del Cretácico superpuesta a una secuencia sedimentaria del Jurásico.
Discordancia de la mesa San Pedro	Punto	Estratigráfico	Rocas sedimentarias	Científico	Aratoca	Contacto discordante entre los sedimentos de la formación Girón (con fragmentos de madera fosilizada) y la formación Los Santos.
Puente el Indio	Punto	Arqueológico	Edificación histórica	Ecológico, Educativo	Aratoca	Lugar ecológico formado por gigantescos entrecruzamientos de rocas inmersas en el bosque húmedo.
Vista panorámica del paisaje	Panorámica	Geomorfología	Geomorfología	Cañón, Mesetas	Estético, Científico, turístico	Vista panorámica de la Mesa de San Pedro y Mesa de Villanueva, que muestra una secuencia sedimentaria Cretácica.

Nota. Tomado y modificado de Ríos et al, 2020.

De manera general se puede observar que destacan los geositos con un enfoque científico, turístico y estético, así como la categoría de geomorfología, a partir de estos geositos se elabora la planeación de los recorridos para la fase de campo, además de tener una lista preliminar de sitios de interés a evaluar.

4. Metodología

4.1 Fase pre-campo

4.1.1 Revisión bibliográfica

En esta primera etapa se realiza una exhaustiva revisión de la información existente sobre geoparques, patrimonio geológico y sus términos trabajos relacionados previamente relacionados, así como revisión bibliográfica sobre la geología del área de estudio y artículos relacionados a geositos y su valoración.

4.1.3 Planeación

En esta etapa se preparará el trabajo de campo y por medio de la información anteriormente obtenida se ubican áreas potenciales con ayuda de mapas y sistemas de información geográfica se plantean rutas iniciales para realizar su recorrido y posterior inventariado.

4.2 Fase de campo

4.2.1 Levantamiento y documentación de los lugares de interés geológico

Se realiza el inventariado y evaluación de los diferentes puntos de potencial interés que se encuentren en el área de estudio además de una respectiva caracterización de sus principales atributos geológicos como litologías, geoformas o rasgos estructurales.

Para la evaluación de los sitios de interés también es importante calificar e identificar rasgos que permitan discriminar la usabilidad de los sitios de interés tales como su valor científico,

educacional y turístico, así como los factores que puedan afectar su degradación, para lograr este objetivo se utiliza la guía metodológica *Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity* de Jose Brilha del año 2015- Esta guía permite la evaluación de los lugares de interés asignando un puntaje a una serie de criterios que varían según el uso potencial que se esté calificando. Cada criterio puede obtener de 1 a 4 puntos de calificación y cada criterio poseerá un porcentaje en peso según el uso potencial que se esté evaluando que determinará el puntaje final del lugar.

4.2.2 Recolección de material audiovisual

Durante la evaluación y documentación de los sitios de interés se obtienen fotos y videos orientados a mostrar las características geológicas más importantes con el fin de crear material divulgativo para redes sociales.

4.2.3 Integración de la información

Con los datos recopilados en las fases anteriormente descritas se realiza la centralización de la información reunida (notas de campo, muestras, fotografías y videos) y se asegura que todos los lugares de interés sigan el mismo formato de evaluación además de poseer su respectiva descripción geológica.

4.3 Fase post-campo

4.3.1 Fase de evaluación de lugares de interés

Con base en los sitios evaluados en campo y en la información recolectada sobre las tipologías de rocas, se aplica la matriz de distribución de criterios de la metodología de Brilha donde se asigna mayor o menor importancia según el uso potencial del geosito en función a un puntaje obtenido en campo. Los grupos de uso potencial son: parámetros científicos, turísticos, educacionales y riesgo de degradación. Este último se puede reclasificar en tres clases, bajo,

moderado y alto según su puntaje obtenido (Tabla 4). Finalmente se ponderan estos resultados para determinar si un sitio potencial se cataloga como geotopo o se descarta. Para este caso se tendrán en cuenta los sitios que han obtenido un puntaje en valor Científico mayor a 2.3. De igual manera usando los criterios de Winbledon 1996 se clasifican los geotopos por su interés geológico basado en sus características principales (Tabla 7).

Tabla 3

Criterios de valor científico

Valor científico. (sv)	
Criterio	Peso (%)
A. Representatividad	30
B. Localidad Clave	20
C. Conocimiento científico	5
D. Integridad	15
E. Diversidad geologica	5
F. Rareza	15
G. Limitaciones de uso	10
Total	100

Nota. Tomado y modificado de Brihla, 2016.

Tabla 4

Criterios de valor educacional y turístico.

Uso Potencial			
Educativo		Turístico	
Criterio	(%)	Criterio	(%)
A. Vulnerabilidad	10	A. Representatividad	30
B. Accesibilidad	10	B. Localidad Clave	20
C. Limitaciones de uso	5	C. Conocimiento científico	5
D. Seguridad	10	D. Integridad	15
E. Logística	5	E. Diversidad geologica	5
F. Densidad de población	5	F. Rareza	15

G. Asociado a otros usos	5	G. Limitaciones de uso	10
H. Escenario	5	H. Escenario	15
I. De carácter único	5	I. De carácter único	10
J. Condiciones de observabilidad	10	J. Condiciones de observabilidad	5
K. Potencial didáctico	20	K. Potencial interpretativo	10
L. Diversidad Geologica	10	L. Nivel económico	5
		M. Proximidad a áreas recreativas	5
Total	100	Total	100

Nota. Tomado y modificado de Brihla, 2016.

Tabla 5

Criterios de Riesgo de Degradación.

Riesgo de degradación	
Criterio	Peso (%)
A. Deterioro de elementos geologico	35
B. Proximidad a areas o actividades con potencial de causar degradación	20
C. Proteccion legal	20
D. Accesibilidad	15
E. Densidad de población	10
Total	100

Nota. Tomado y modificado de Brihla, 2016.

Tabla 6

Recalcificación de Riesgo de Degradación.

Total Obtenido	Riesgo de degradación
<200	Bajo
201-300	Moderado
301-400	Alto

Nota. Tomado y modificado de Brihla, 2016.

Tabla 7*Categorías de clasificación para geotopos.*

Interés Geológico	Características
Geotopo Estratigráfico - Sedimentológico	Localidad tipo de una formación, columna o sección estratigráfica, tipos de contacto que ilustren cambio en los ambientes geológicos, secciones con particulares estructuras sedimentarias.
Geotopo Estructural-Tectónico	Estructuras tectónicas (fallas, pliegues, estructuras deformacionales, overthrusts, estructuras de particular interés y singularidad)
Geotopo Geomorfológico	Zonas que ilustren procesos geomorfológicos tales como: Glaciares, kársticos, volcánicos, eólicos, fluviales, lacustres, erosivos y expresiones paisajísticas
Geotopo Paleontológico	Depósitos de (invertebrados, vertebrados, plantas), Registro fósil, yacimientos paleontológicos, localidades tipo
Geotopo Petrográfico y mineralógico	Depósitos minerales (sin importancia económica, con importancia económica, raros). Afloramientos de carácter ígneo-metamórfico. Litologías, composiciones y texturas particulares. Minerales, paragénesis, cristalizaciones, estructuras o texturas, yacimientos
Geotopo Vulcanológico	Edificios y estructuras de origen volcánico.
Geotopo Hidrogeológico	Manantiales de agua, sumideros, cuencas hidrográficas, corrientes subterráneas, importantes manantiales por la química del agua. Fuentes, manantiales, surgencias, sumideros, entre otros
Geotopo Pedológico	Secciones tipo de suelos.

Geotopo de Museos y Colecciones

Principales museos científicos en el área de investigación

Nota. Tomado y modificado de Winbeldon, 1996.

4.3.2 Creación de Georutas

Una vez clasificados los geositios se realiza un análisis espacial de su ubicación, con ayuda de un sistema de información geográfica (SIG) de uso libre se crean las rutas compilando los geositios por temáticas geológicas. Estas rutas serán desplegadas en un mapa de cartografía temática como apoyo al material audiovisual.

Debido a que la creación de georutas es un proceso que involucra la agrupación y selección de lugares donde destaquen características geológicas, geomorfológicas, paleontológicas y otros elementos relacionados con la geodiversidad de la región, bajo esta premisa se deben tener en cuenta una serie de criterios enfocadas a brindar una experiencia educativa-divulgativa para las personas que deseen realizar los recorridos.

Las rutas geológicas deben enfocarse en resaltar elementos geológicos singulares, tales como Formaciones rocosas, fósiles, minerales o acontecimientos geológicos significativos. Es esencial identificar y detallar los rasgos geológicos clave de la región.

Las georutas deben ser accesibles para una amplia gama de visitantes, incluyendo personas con discapacidades o limitaciones de movilidad. Este criterio es evaluado en el uso potencial turístico y educacional, idealmente estos deben contar con senderos, señalización y facilidades adecuadas, así como el aspecto de la seguridad el cual se debe enfocar a la prevención de accidentes y garantizar que las rutas estén en buen estado.

Otro aspecto importante para tomar en cuenta es la variedad de rutas, desde paseos cortos hasta caminatas más largas o rutas que puedan ofrecer otras actividades específicas que puedan complementar el aspecto turístico, para atraer a diferentes tipos de visitantes.

4.3.3 Creación de material de apoyo para redes sociales

Finalmente, con la información obtenida se crean infografías diseñadas en formato de “Historias” para redes sociales en base al material audiovisual, la descripción de los geotopos y la georutas las cuales serán difundidas en forma de publicaciones en diferentes redes sociales. Además de la creación de videos en un formato más denso que describa de manera resumida cada Georuta establecida. Con esta estrategia, se busca educar al público en general acerca de la geología y los aspectos geológicos de la región, al informar a la comunidad sobre la belleza y la singularidad de los geotopos y georutas. Se fomenta la conciencia sobre la necesidad de proteger y conservar el patrimonio geológico. Esto puede llevar a una mayor consideración de la conservación ambiental y la adopción de prácticas responsables.

Otro de los fines de la creación del material audiovisual para redes sociales es lograr una mayor difusión del trabajo desarrollado al público además de abrir la posibilidad de involucrar a la comunidad local para la protección y apropiación de su patrimonio geológico.

4.3.4 Elaboración del libro

Finalmente se concluye el proyecto integrando los resultados obtenidos, el inventariado de geotopos y realizando las conclusiones pertinentes para la realización del libro compilando en sus anexos el material didáctico de divulgación creado, así como los mapas realizados.

5. Resultados

5.1 Descripción de Geotopos

En el área de estudio se identificaron y valoraron 19 geotopos, usando como base los lugares previamente identificados (Tabla 2) en el PGCCCh además de zonas donde existían estudios geológicos previos que pudieran servir de guía para incluir nuevos lugares potenciales.

Los geotopos se dividieron en tres grupos según: su ubicación espacial, grupo noreste, grupo central y grupo sur sobre los cuales se crearon tres georutas como la Figura 3 lo indica.

Figura 3

Mapa de ubicación de los geotopos y georutas en el área de estudio.

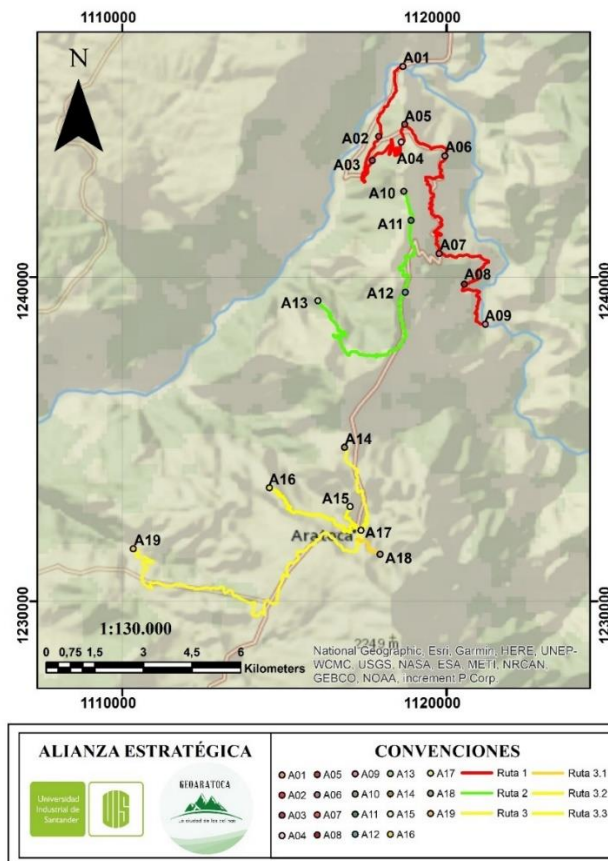


Tabla 8*Lista de Geotopos.*

CODIGO	NOMBRE	UBICACIÓN	X	Y
A_01	<i>Cambio de curso del Rio Chicamocha en el puente Pescadero y monzogranito</i>	Sector Noreste	1'118.676	1'246.502
A_02	<i>Eventos de deformación en rocas metapelíticas de la Formación Silgará</i>	Sector Noreste	1'117.915	1'244.334
A_03	<i>Metamorfismo retrogrado en esquistos de la Formación Silgará</i>	Sector Noreste	1'117.670	1'243.577
A_04	<i>Diques de microgabro (diabasa) cortando la secuencia metamórfica de la Formación Silgará</i>	Sector Noreste	1'118.657	1'244.153
A_05	<i>Panorámica de Pescadero y rasgos geomorfológicos del cañón del Chicamocha</i>	Sector Central	1'118.303	1'244.725
A_06	<i>Anomalías de Azufre</i>	Sector Noreste	1'119.940	1'243.703
A_07	<i>Contacto Silgará con Pescadero</i>	Sector Noreste	1'119.772	1'240.689
A_08	<i>Contacto de Esquisto de Silgará con Pescadero y panorámica hacia Cepitá</i>	Sector Noreste	1'120.547	1'239.749
A_09	<i>Puente Cepitá</i>	Sector Noreste	1'121.130	1'238.514
A_10	<i>Panorámica a la mesa de san pedro y zonación metamórfica de la formación</i>	Sector Central	1'118.740	1'242.554
A_11	<i>Esquistos micáceos grafitosos de la formación Silgará</i>	Sector Central	1'117.915	1'244.334
A_12	<i>Panorámica del cañón del Chicamocha con banda milonítica</i>	Sector Central	1'118.762	1'239.573
A_13	<i>Contacto cuarcita y panorámica mesa de los santos</i>	Sector Central	1'116.023	1'239.276
A_14	<i>Panorámica Mesa de San Pedro</i>	Sector Sur	1'116.924	1'234.623
A_15	<i>Panorámica Cerro de las cruces</i>	Sector Sur	1'116,747	1'233,650
A_16	<i>Panorámica mesa de los claveles y mesa de San Pedro</i>	Sector Sur	1'114.531	1'233.498
A_17	<i>Gran afloramiento de cuarcita a 120m de filitas con protección de deslizamiento</i>	Sector Sur	1'117.365	1'232.177
A_18	<i>Efectos erosivos</i>	Sector Sur	1'117.945	1'231.447
A_19	<i>Cascada Manchego</i>	Sector Sur	1'109.983	1'231.648

5.1.1 A_01 Cambio de curso del Rio Chicamocha en el puente Pescadero

Se estima que este paisaje se formó recientemente en la historia geológica, dentro de los últimos 10 millones de años en donde algo ocasionó que el río Chicamocha cambiara su curso y se desviara de su presente ruta, algo que probablemente sucedió es que el rio haya sido capturado por otro.

Este Rio Chicamocha cambia su curso de NW a SW a la altura de Pescadero, describiendo un codo, inicialmente disectando al Plutón de Pescadero y posteriormente a la Formación Silgará.

Este lugar es ideal para apreciar mejor el monzogranito de Pescadero. Este cuerpo intrusivo fue datado en 197 Ma por Goldsmith et al. (1971), sin embargo, Ordoñez (2003) recientemente reportó una edad más joven de 170 Ma.

Figura 4

Cambio de curso del Rio Chicamocha



Nota. El Plutón de Pescadero se caracteriza porque presenta rasgos geomorfológicos como los cerros a manera de cimas redondeadas y las masas de rocas ígneas se emplazaron a través de las rocas metamórficas de la Formación Silgará.

A 300 metros del puente se encuentra un gran afloramiento de monzogranito, en el cual se expone un set de diaclasas (rumbo $N28^{\circ}W$ y buzamiento $68^{\circ}NE$), en el cual se disponen en una geometría más o menos plana y con una orientación regular y paralela. Aquí se logra evidenciar un efecto de los fluidos hidrotermales.

Figura 5

Afloramiento de Monzogranito de Pescadero con set de diaclasas



Nota. El Plutón se observa a un costado del puente de pescadero, es posible apreciar el desarrollo de diaclasas.

5.1.2 A_02 Eventos de deformación en rocas metamórficas de la Formación Silgará

Durante la orogenia Famatiniana las rocas metamórficas de la Formación Silgará estuvieron sometidas a eventos de metamorfismo regional de grado medio manifestándose en varias fases de deformación (Mantilla-Figueroa et al., 2016).

La estructura de estas rocas metamórficas expone la existencia de dos eventos de deformación, hubo un primer evento de deformación (D1) con un clivaje (S1) en donde no se evidencia alguna relación con la estratificación original. Un segundo evento de deformación (D2)

relacionado a los pliegues y un clivaje de crenulación (S2) que deforma a (S1) que sería coetánea con el pico de metamorfismo.

En el afloramiento se puede observar cómo la foliación metamórfica predominante ha sido deformada por un evento más reciente y esto puede deberse a la transición de un ambiente tectónico dúctil a uno frágil.

Figura 6

Afloramiento de la Formación Silgará donde se evidencia la intensa alteración y deformación registrada en rocas metapelíticas.



5.1.3 A_03 Metamorfismo retrogrado -en esquistos de la Formación Silgará

Este afloramiento es ideal para estudiar la historia hidrotermal de los paleofluidos que han circulado por la corteza terrestre, importantes como agentes de transporte y deposición de elementos químicos.

Durante el metamorfismo, las reacciones químicas intentan llevar las especies a un estado de equilibrio de acuerdo con las nuevas condiciones de presión y temperatura presentes. Cuanto mayor sea la diferencia de la temperatura y presión de formación de la roca con las del metamorfismo, mayor es la tendencia a la reacción.

El afloramiento también expone intercalaciones de anfibolitas, pelitas cálcicas y cuarcitas dentro de la secuencia metamórfica.

La hornblenda presente se orienta paralelo hacia un plano preferencial, dándole a la roca una textura nematoblástica. Sin embargo, en algunos puntos donde ocurre replegamiento estas rocas pueden presentar un bandeamiento composicional, alterando de esta forma las capas negras verdosas ricas en anfíbol, con capas blancas ricas en plagioclasas y cuarzo.

Figura 7

Afloramiento de esquistos de la formación Silgará donde expone características de un metamorfismo retrogrado.



5.1.4A_04 Diques de microgabro (diabasa) cortando la secuencia metamórfica de la Formación Silgará

En el siguiente afloramiento que encontramos al lado izquierdo de la carretera en el Km44+956 de la vía pescadero se expone un dique de diabasa el cual va exhibiendo un patrón de diaclasamiento más o menos perpendicular a su longitud. Este dique se encuentra cortando una secuencia metamórfica en donde se puede distinguir una intercalación de cuarcitas, cuarcita moscovíticas, esquistos micáceos y rocas máficas.

Estructuralmente, este cuerpo representa una estructura tectónica expansiva y algunas veas de cuarzo van siguiendo la foliación metamórfica, volviéndose más delgadas en las cuarcitas.

Figura 8

Diabasa encajando en esquistos



Nota. 1) Diabasa, 2) Esquisto de la Formación Silgará

5.1.5 A_05 Panorámica de Pescadero y rasgos geomorfológicos del cañón del Chicamocha

Desde este punto se continua por la parte este del cañón, al margen izquierdo de la carretera se ubica un mirador muy visitado en el que se puede observar una excelente panorámica del cañón del río Chicamocha.

Aquí se puede observar cómo el Monzogranito de Pescadero (MP), muestra parte de su geomorfología al estar cortando la secuencia metamórfica de la Formación Silgará (FS). Entre el Monzogranito de pescadero (MP) y el complejo Neis de Bucaramanga (CNB) se identifica un contacto fallado (Falla Bucaramanga).

La combinación de varios fenómenos climáticos, tectónicos e hidrológicos causan un modelado de disección que es muy importante en esta región del país ya que favorece el desarrollo de valles de las corrientes superficiales.

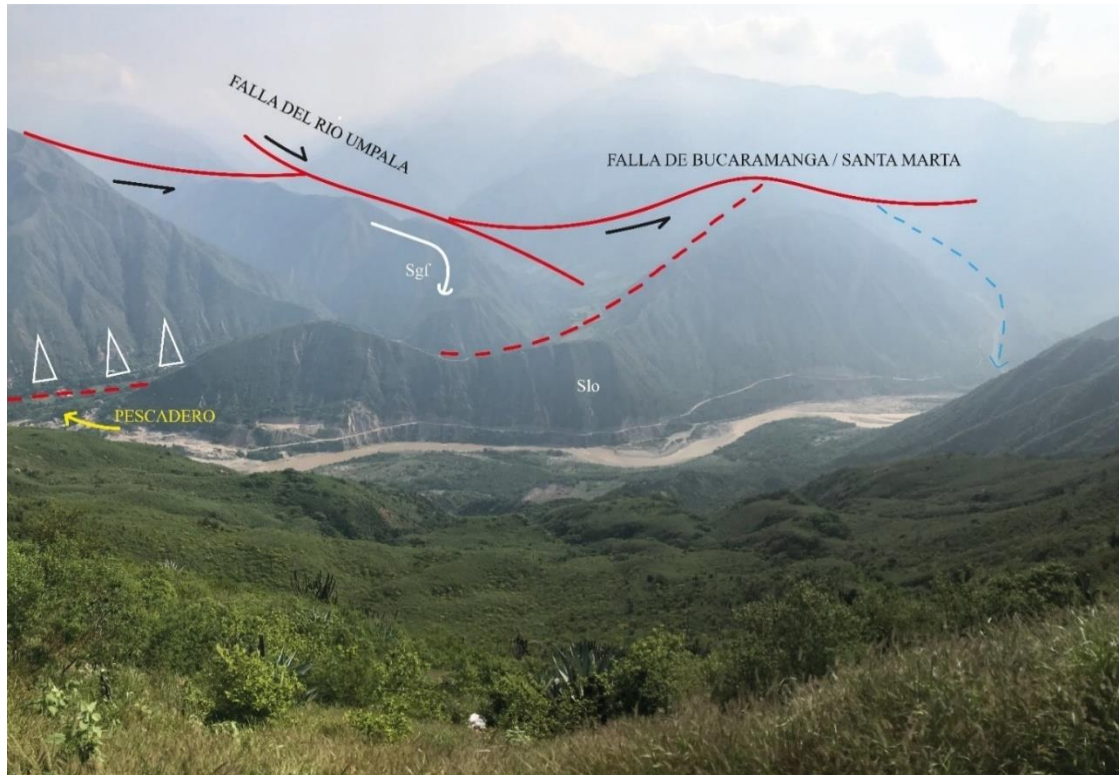
En la panorámica se pueden observar desde zonas muy escarpadas asociadas a la zona montañosa con valles en "V" angostos y profundos, de poca longitud hasta zonas totalmente planas en donde ocurre la acción de factores degradantes. Es posible observar este comportamiento en toda la cuenca del río Chicamocha. En la región se manifiestan fallas regionales o locales las cuales controlan a los afluentes del cañón

Esta parada es un buen ejemplo para observar terrazas colgadas a lo largo del cañón del río Chicamocha las cuales estas constituidas por sedimentos aluviales que encuentran topográficamente más altos que el nivel del canal activo. Cuando más saltas estén estas terrazas más antiguas son, se puede identificar que tan antigua es una terraza basándose en su altura relativa respecto al nivel del río.

La morfogenética de estas terrazas aluviales son muy complicadas. Para que una terraza se forme debe haber una secuencia de etapas que provocan que el cauce del río se ensanche, desarrollando una llanura (erosiva o aluvial), después la acción erosiva vertical del río sobre-excava un nuevo cauce, dejando colgada la ahora llanura primitiva.

Figura 9

Panorámica de Pescadero y rasgos geomorfológicos del cañón del Chicamocha.



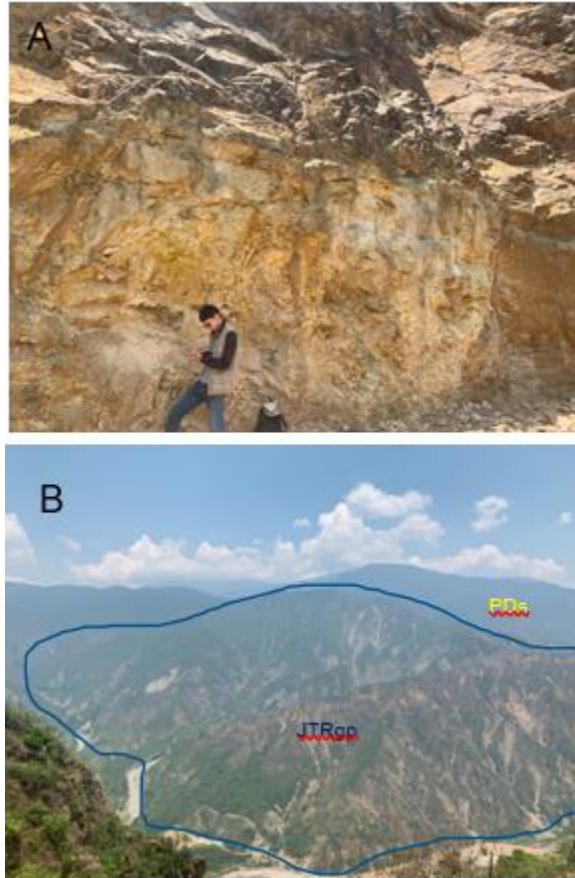
5.1.6 A_06 Anomalías de Azufre

Sobre la vía principal al municipio de Cepita a 1,3 kilómetros después del desvío de la carretera principal hacia Bucaramanga en sentido norte-sur a margen izquierda se encuentran varios afloramientos del granito de Pescadero sobre los cuales se pueden encontrar pátinas de azufre, estas corresponden a procesos naturales relacionados con litologías ígneas, no representa algún riesgo medioambiental.

Desde este punto es posible observar una panorámica donde se aprecia el río Chicamocha donde también aflora esta litología, es posible observar la morfología de la unidad mencionada y de manera distal la Formación Silgara.

Figura 10

Panorámica y afloramiento Geotopo A_06



Nota. A) Anomalías de Azufre sobre granito de pescadero, B) Panorámica hacia río Chicamocha

5.1.7 A_07 Contacto Formación Silgará con Granito de Pescadero.

Aproximadamente a 6 Km después del cierre bocaminas en la vía principal que se dirige al municipio de Cepitá podemos observar un buen ejemplo de la litología ígnea que se expone en la zona. El sienogranito está en un contacto intrusivo encajando en la Formación Silgara. En términos pedagógicos este afloramiento representa de manera clara como se pueden distinguir dos tipos de litologías que corresponden a procesos geológicos diferentes, este tipo de litologías propicia una buena resistividad a deslizamientos debido a su baja porosidad.

Por la disposición del afloramiento para poder ser analizado le da a este geotopo un gran potencial científico y didáctico, donde podremos analizarlo más a fondo ya que las relaciones de corte aquí exhibidas proporcionan una manera de ilustrar la historia evolutiva del Cañón del Chicamocha.

Figura 11

Contacto Formación Silgara y Granito de Pescadero.



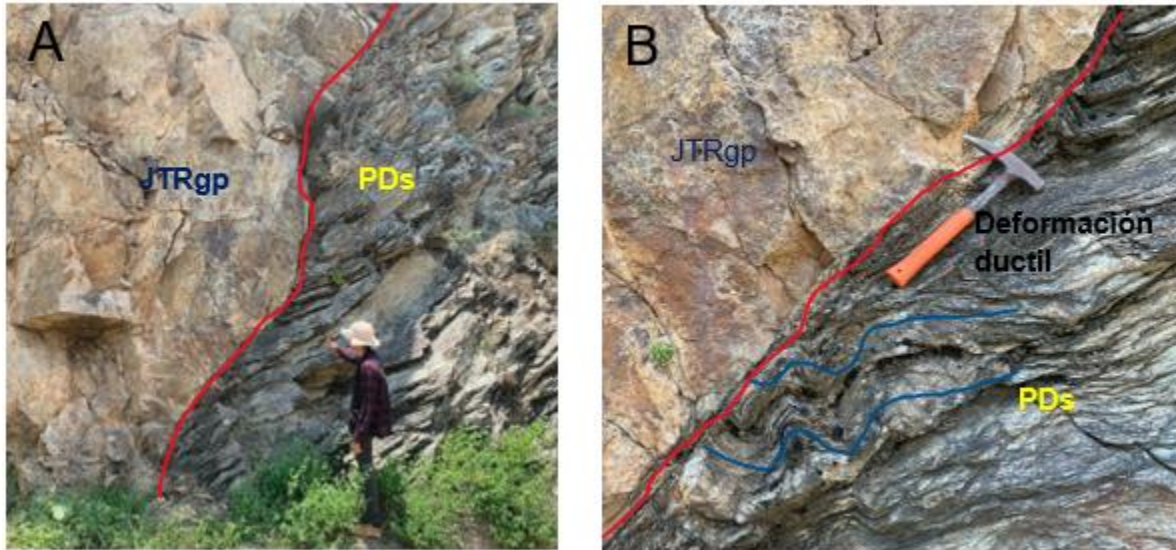
Nota. A) Contacto intrusivo de granito de pescadero (JTRgp) y Formación Silgara (PDs), B) Afloramiento.

5.1.8 A_08 Pliegues en contacto con dique y Panorámica hacia Cepitá.

Este geotopo está ubicado sobre la vía nacional 45ª en sentido norte-sur, en el desvío que dirige hacia el municipio de Cepita, margen derecha, se encuentra un afloramiento de esquistos micáceos de la Formación Silgara en contacto con un dique de diabasa, en este contacto es posible observar en los esquistos una deformación dúctil por causado por el frente de deformación del dique de Monzogranito que calienta la roca caja. Este geotopo también presenta un importante valor educacional pues muestra características de deformación conservadas que permiten ilustrar e interpretar de manera sencilla los eventos deformativos del Cañón del Chicamocha.

Figura 12

Pliegues en contacto con dique



Nota. A. Contacto Dique-Formación Silgara. B. Evidencias de deformación dúctil

5.1.9 A_09 Puente Cepitá.

Este geotopo está ubicado en la vía nacional 45ª en sentido norte-sur, en el desvío que dirige hacia el municipio de Cepita es este punto es posible apreciar una panorámica hacia el puente

que conduce al municipio, así como el cauce del río Chicamocha de tipo trenzado. Desde aquí se puede apreciar el Batolito de Mogotes, desde el punto de vista geomorfológico se reconoce el paisaje denudativo y fluvial que predomina en el cañón.

Este geotopo representa una importancia educacional y turística importante debido a su peculiar paisaje ya la facilidad que se tiene desde este punto a reconocer varios rasgos geomorfológicos.

Figura 13

Panorámica de Río Chicamocha y Batolito de Mogotes.



5.1.10 A_10 Panorámica a la mesa de san pedro y zonación metamórfica de la formación Silgará

Ubicado en el corazón del cañón del Chicamocha en el Km 40+775, este excelente geotopo es ideal para ver dos panorámicas del lado Este y Oeste del cañón. En la panorámica que apunta al lado Oeste del cañón podemos visualizar la secuencia metapelítica de la formación Silgará correspondiente a niveles estructurales que reflejan las zonas metamórficas (biotita, granate y estaurolita-cianita). En la parte superior izquierda podemos observar la mesa de San Pedro descansa sobre la zona de la Biotita (Rocas metapelíticas de bajo grado).

En este geotopo no solo se pueden apreciar las panorámicas, también es posible observar afloramientos de esquistos granitíferos amarillentos. En esta zona es posible observar microplegamientos desarrollados por una zona de cizallamiento da origen a una brecha constituida por fragmentos alargados en una matriz foliada. En la región es posible encontrar estructuras de deformación (pliegues isoclinales recumbentes, “rootless folds”, lineaciones en dirección E-W, etc.), también hay alta ocurrencia de venas hidrotermales que son paralelas a la esquistosidad regional en el límite entre la zona de la Estaurolita – Cianita y la del Granate

De acuerdo con Mantilla et al. (2001), la gran ocurrencia de venas de cuarzo paralelas a la esquistosidad regional parece evidenciar una importante circulación de fluidos a través de esta banda de cizallamiento, también la presencia de fluidos complejos despierta la curiosidad de los trabajos de exploración con relación a mineralizaciones de oro.

Agentes erosivos como la acción fluvial y eólica juntos con procesos de remoción de masa son los que principalmente han moldeado el paisaje que desde este geotopo permite distinguir unidades geomorfológicas de zona montañosa y que han sido formado por los cerros y la zona pedemontaña.

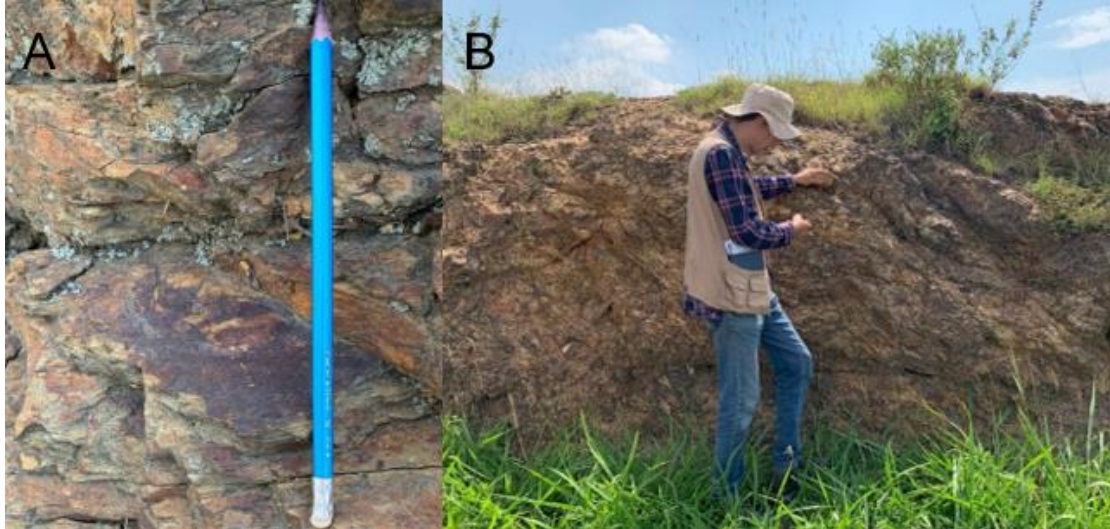
Los valles de los afluentes del río Chicamocha contienen gran cantidad de sedimentos que llegan ahí debido a remociones en masa. Por otra parte, en cuando a los procesos fluviales, el control estructural que ejercen las rocas va determinando el desarrollo de la red de drenaje. Por último y con menos relevancia en el modelado del paisaje, la acción eólica es favorecida en la acumulación de sedimentos en los valles ya que la región tiene un clima árido.

Figura 14

Panorámica de Zonación metamórfica.



Nota. La cartografía de las zonaciones metamórficas es realizada a partir de Ríos y Castellanos (2008).

Figura 15*Esquistos Formación Silgara*

Nota. A. Textura esquistosa. B. Afloramiento de esquistos granatíferos.

5.1.11 A_11 Esquistos micáceos grafitosos de la formación Silgará

El siguiente Geotopo ubicado en el Km 40 de la vía pescadero es interesante a nivel científico y didáctico, ya que en el afloramiento se pueden observar esquistos micáceos grafitosos granatíferos de grano muy fino con un grado de metamorfismo bajo, se pueden identificar a simple vista planos de foliación replegados con un aspecto terso y brillante con suaves ondulaciones. La cantidad de grafito que contiene la roca hace que le de un color negro intenso, mineral que proviene del metamorfismo de la materia orgánica vegetal de la composición original de los sedimentos.

En el afloramiento de este geotopo también son visibles a simple vista los minerales micáceos como la moscovita y la biotita, estas rocas son producto de un metamorfismo de grado medio en donde se hacen evidentes sus planos de foliación donde se observa una textura lepidoblástica. La roca también está compuesta por granoblastos de cuarzo y feldespatos dispuestos de forma alargada.

Figura 16

Afloramiento de esquistos micáceos grafitosos.



Nota. A. Textura esquistosa. B. Afloramiento de esquistos granatíferos.

5.1.12 A_12 Panorámica del cañón del Chicamocha con banda milonítica

Este geotopo se encuentra ubicado en un mirador muy concurrido en el Km 36+700 en donde se puede observar una excelente panorámica hacia la parte este del cañón del Chicamocha donde se exponen rasgos geomorfológicos que forman parte del patrimonio geológico de la región.

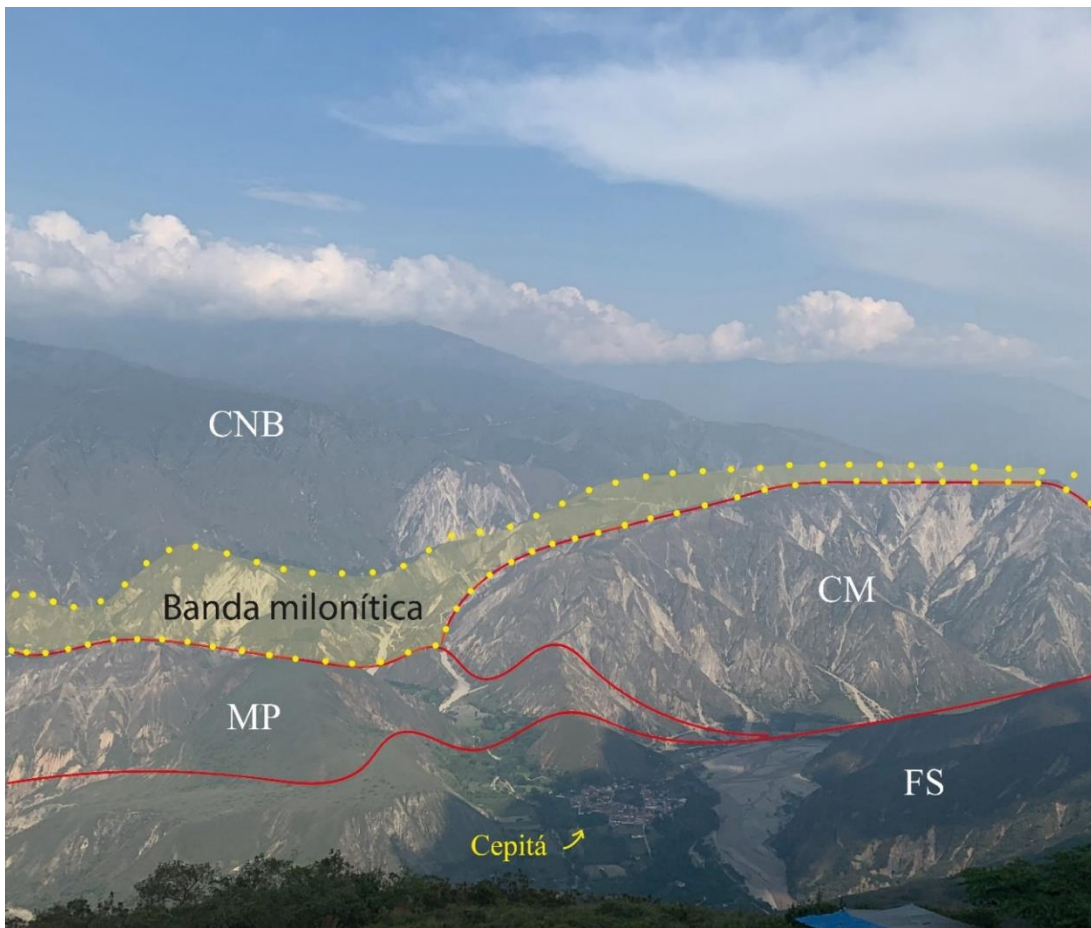
Este geotopo es muy interesante porque es un buen ejemplo de la geomorfología del cañón del Chicamocha ya que la escasa vegetación, la ausencia de suelo y la erosión nos brindan excelentes condiciones de observación de todos los afloramientos de esta región, facilitándonos un mejor entendimiento de la evolución geológica del planeta tierra.

Al fondo en la esquina inferior derecha podemos observar a Cepita rodeado por una topografía abrupta haciendo un maravilloso contraste entre el verde de la naturaleza con el gris de las aflorantes formaciones que lo rodean.

Según Ríos & Castellanos (2008) en esta panorámica “una banda milonítica en un ambiente frágil con una dirección NW-SE que va a lo largo de la falla Bucaramanga, la cual va separando el Complejo Neis de Bucaramanga (CNB) ubicado al este con una topografía mucho más abrupta, de masas intrusivas como el Granito de Pescadero (MP) y Batolito de Mogotes (CM), así como de las rocas metamórficas de la Formación Silgará que se encuentra en un ambiente dúctil”.

Figura 17

Panorámica de Banda Milonítica



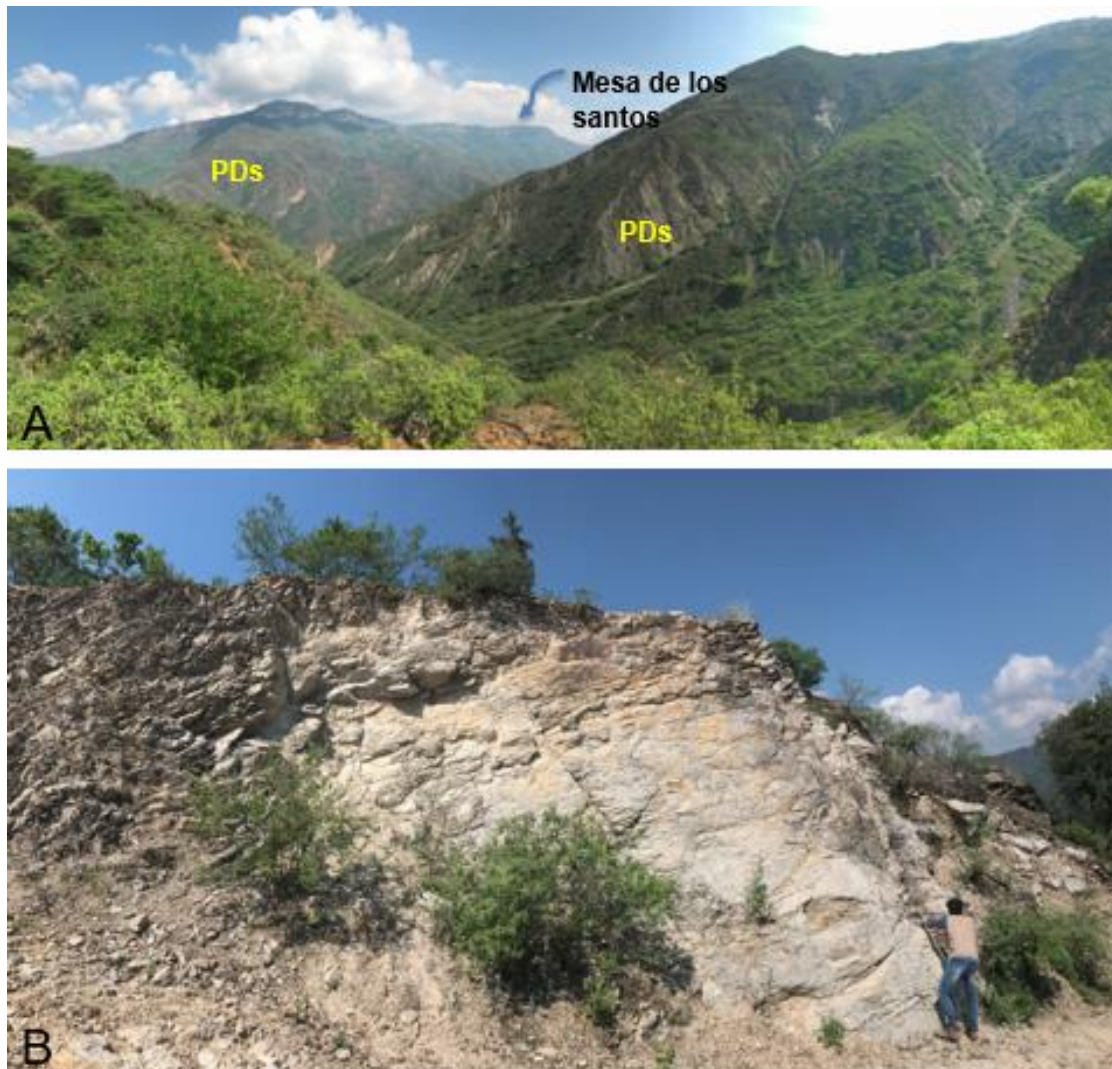
Nota. La cartografía de la banda milonítica es realizada a partir de Ríos y Castellanos (2008).

5.1.13 A_13 Contacto cuarcita y panorámica mesa de los santos

Aproximadamente a 3 kilómetros de la vía principal, sobre una vía destapada en la vereda San Pedro en el oeste del municipio, es posible encontrar un afloramiento de Cuarcitas con varias familias de diaclasas, pertenecientes a la formación Silgara. Este geotopo es de gran valor científico ya que esta litología solo se ha encontrado en esta área respecto a la zona de estudio. Desde aquí es posible observar la morfología de la formación Silgara afectada por un ambiente denudativo que da lugar a un escarpe de erosión menor, el cual se trata de una ladera abrupta de forma cóncava, también es posible distinguir la mesa de los santos, sin embargo, la vegetación no hace posible diferenciar sus rasgos litológicos desde este punto. No obstante, su difícil accesibilidad no lo hace atractivo de manera educativa, a pesar de que el desarrollo de varias familias de diaclasas que se pueden diferenciar fácilmente.

Figura 18

Contacto cuarcita y panorámica mesa de los santos



Nota. A. Panorámica Formación Silgara-Mesa de los santos B. Afloramiento de Cuarcitas.

5.1.14 A_14 Panorámica Mesa de San Pedro

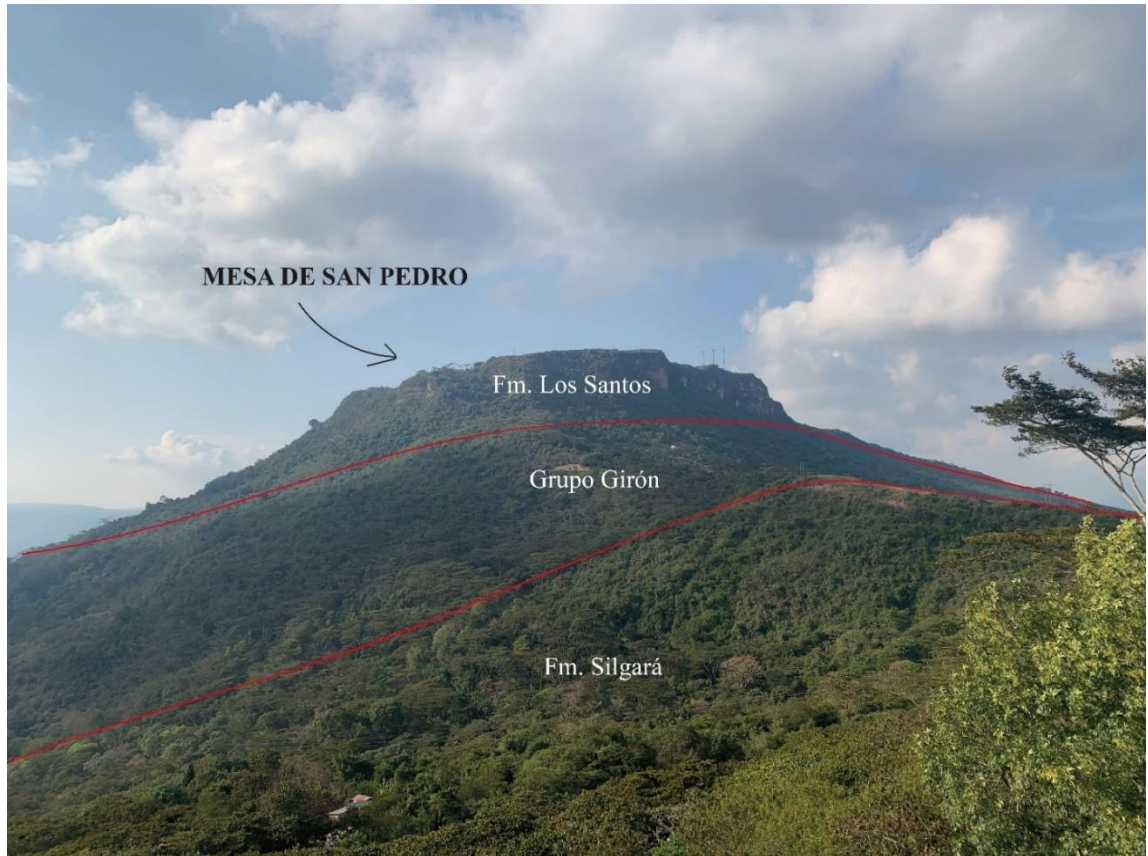
Este Geotopo ubicado en el Km 31+350 es un mirador representativo del municipio de Aratoca en el que se puede observar una excelente Panorámica de la Mesas de San Pedro que se caracteriza por ser una meseta aislada. Esta morfoestructura de 1.800 m.s.n.m. que se alza

verticalmente sobre las rocas metapelíticas de bajo grado de la Formación Silgará. A la izquierda se observa otra morfoestructura correspondiente al alto de San Pedro.

En la parte alta de la meseta se encuentran cuarzoareniscas blancas de grano grueso y bastante alteradas, en donde no es posible diferenciar sus estructuras de la Formación Los Santos.

Esta unidad geológica se encuentra por encima de manera discordante a una secuencia de capas rojas compuestas por intercalaciones de lodolitas y cuarzoarenitas de tonalidad violácea, así como conglomerados arenosos y areniscas conglomeráticas de tono rojizo. Estos estratos presentan una geometría cuneiforme con estratificación cruzada, siendo parte de la Formación Girón. Finalmente, la Formación Girón reposa discordantemente sobre meta-areniscas, meta-conglomerados, cuarcitas micáceas, filitas y esquistos pertenecientes a la Formación Silgará (Ríos & Castellanos, 2008).

A partir de este geotopo, después de una corta caminata por el carreteable que conduce a la vereda Los Totumos, en la base de la Mesa de San Pedro es posible observar afloramientos pertenecientes a la Formación Girón el cual presenta fragmentos de madera petrificada (Xilópalo), estos xilópalos pueden llegar a tener dimensiones de hasta 1.8m de longitud, no obstante, el geotopo en cuestión no posee estos fragmentos. Estos hallazgos son muy importantes ya que en Sudamérica hay muy poco registro de maderas fósiles procedentes del periodo Jurásico, mayormente se encuentran de los periodos Triásico (Torres & Philippe, 2002).

Figura 19*Panorámica de la Mesa San Pedro*

Nota. La cartografía de las unidades es realizada a partir de Ríos y Castellanos (2008).

5.1.15 A_15 Panorámica Cerro de las cruces o cerro El Picacho

En occidente del municipio se encuentra el camino denominado ruta al cerro de las cruces, por el cual se accede desde el casco urbano del municipio esta zona está caracterizada por la predominancia de litologías sedimentarias Jurásico-Cretáceas, en la panorámica tomada a el cerro de las Cruces, un lugar emblemático del municipio por su connotación religiosa aquí es posible observar un escarpe abrupto dado por la litología de la Formación Los Santos en el tope de la estructura llamada Hogback o Espinazo, por el camino hacia el cerro también se pueden diferenciar las Filitas de san pedro gracias a su morfología más suave respecto a las unidades sedimentarias.

Figura 20

Panorámica del Cerro las cruces

**5.1.16 A_16 Panorámica de las mesas de Los claveles y San Pedro**

La mesa de los claveles ubicada al occidente del municipio en la vereda Cantabara, a 3,5 km del casco urbano es una estructura ideal para observar la expresión litológica a grandes rasgos de la Formación Los Santos, en este geotopo se puede observar hacia la base afloramientos de la Formación Jordán. No obstante, la vegetación dificulta determinar con precisión el contacto entre estas dos unidades, en sentido opuesto se puede distinguir la mesa de san pedro que destaca por sus escarpes pronunciados, los cuales corresponden también a la Formación Los Santos. Este geotopo es de gran importancia ya que aquí se logra identificar el contacto de las litologías pertenecientes al Cretácico (Formación Los Santos) con litologías Jurásicas (Formación Girón).

Figura 21

Panorámica Mesa de los Claveles



Figura 22*Panorámica Mesa de San Pedro***5.1.17 A_17 Afloramiento de filitas con protección de deslizamiento**

Saliendo del casco urbano sobre la vía principal que conduce al municipio de San Gil, de sur a norte a margen derecha se encuentra una sucesión de Filitas, correspondientes a las Formación Silgara, se trata de una secuencia de varios metros que aflora a lo largo de la carretera hasta llegar al municipio donde son cubiertas por muros de contención de concreto, esto debido a su inestabilidad y su riesgo de derrumbe sobre la vía, es difícil reconocer sus minerales a simple vista sin embargo es posible reconocer su foliación en forma de sus estructuras planares orientadas, se presenta en tonos pardos amarillentos y es una roca friable sobre sus planos de laminación.

Figura 23*Filitas de san pedro***5.1.18 A_18 Efectos erosivos**

En este geotopo ubicado al sur del municipio sobre el carretable que lleva a la Escuela Rural Cantabara, es posible encontrar múltiples afloramientos pertenecientes a la Formación Girón compuestos principalmente de areniscas de grano medio con intercalaciones de arcillas, se encuentran en capas relativamente friables, sobre esta litología es posible observar procesos erosivos producto de la acción del agua de lluvia, en forma de cárcavas. Este geotopo logra ilustrar de manera didáctica el proceso erosivo de cárcavas y surcos sobre litología más blanda. Sin embargo, su nivel de degradación es el más alto al también estar expuesto a la explotación manual de los pobladores con el fin de extraer materiales.

Figura 24

Afloramiento Formación Girón exhibiendo la formación de cárcavas

**5.1.19 A_19 Cascada Manchego**

Uno de los lugares más emblemáticos a nivel turístico del municipio de Aratoca es la Cascada Manchego, se encuentra en el desvío de la escuela Rural Manchego por el carretable hacia Villanueva en el suroccidente del municipio.

El flujo del agua permite identificar areniscas compactas de grano fino a medio correspondiente a la Formación Los Santos, estas rocas sedimentarias pueden proporcionar información valiosa sobre la historia geológica de la región y los procesos que llevaron a su formación.

Desde este punto es posible identificar una discordancia angular entre la Formación Los Santos y la Formación Jordán que constituye un descubrimiento geológico de gran relevancia. Estas discordancias angulares son un tipo de discordancia en la que sedimentos más jóvenes descansan sobre la superficie erosionada de rocas más antiguas inclinadas o plegadas; es decir, las rocas más antiguas buzcan en un ángulo diferente, comúnmente más pronunciado (Boggs, 2006, p.404).

La Cascada Manchego, en su entorno natural, se presenta como un espacio ideal para la enseñanza de la geología. Los visitantes tienen la oportunidad de aprender sobre conceptos como estratigrafía, erosión, discordancias y la evolución geológica del área. Este lugar es tremendamente valioso para difundir conocimientos geológicos y fomentar la conciencia sobre la conservación del patrimonio geológico.

Más allá de su relevancia geológica, la cascada es también un destacado punto de interés turístico. Su combinación de belleza natural y valor geológico la convierte en un destino atractivo tanto para aficionados a la naturaleza y la geología como para el público turístico en general, es un lugar donde se puede explorar y aprender sobre la historia geológica de la región y los procesos que han conformado el paisaje a través del tiempo. Esto la hace un recurso educativo y turístico invaluable, potenciando el turismo sostenible en el municipio de Aratoca.

Figura 25

Cascada Manchego



Nota. A. Panorámica Cascada Manchego. B. Afloramiento Formación Los Santos

5.2 Valoración y Clasificación de Geotopos

Usando la metodología de Brilha (2016) mencionada anteriormente, cada geotopo se valoró en base a cuatro potenciales de uso; científico, turístico, educativos y de degradación, cada uno de estos cuenta con una serie de criterios distintivos (Tablas 3 y 4) a continuación, se evidencian los resultados de cada uso potencial en base a la calificación de los criterios mostrados en el capítulo 4.3.1, también se clasifican según la temática del geotopo usando las características propuestas por Winbledon (1996) vistas en la tabla 7.

Aquí es importante destacar que los geotopos A_13, A_15 y A_16 obtuvieron un puntaje es riesgo de degradación menor a 2, a pesar de que su uso potencial turístico y educativo esta sobre la media es importante tener en cuenta este factor, ya que a futuro muchos de sus elementos principales pueden llegar a perderse por acciones naturales o antrópicas. En el apartado de degradación también es importante destacar a los geotopos A_05 Y A_18 los cuales obtuvieron los puntajes más altos para el apartado de degradación, siendo estos los menos susceptibles.

Para el uso potencial educativo los mejores puntajes corresponden a los geotopos A_05 y A_10, para el uso potencial científico el geotopo A_01 y A_19 poseen los valores más altos, finalmente para el uso potencial turístico el geotopos más destacados son el A_03 y A_19.

Tabla 9

Valoración y Clasificación de Geotopos.

CODIGO	EDUCATIVO	CIENTIFICO	TURISTICO	DEGRADACIÓN	TIPO DE GEOTOPO
A_01	2,55	33,5	3	2,65	Geomorfológico
A_02	2,35	2,7	2,15	2,5	Estructural

A_03	2,45	2,6	3,05	2,65	Petrográfico y mineralógico
A_04	2,6	3,2	2,75	2,45	Estructural
A_05	3,05	3,3	3,3	3,35	Geomorfológico
A_06	2,3	3,2	2,2	1,9	Petrográfico y mineralógico
A_07	2,45	3,2	2,4	2,35	Petrográfico y mineralógico
A_08	2,75	2,6	2,6	2,15	Estructural
A_09	3,1	2,4	3	2,7	Geomorfológico
A_10	3,15	2,7	3,55	2,8	Geomorfológico
A_11	2,35	2,15	2,15	2,5	Petrográfico y mineralógico
A_12	3,1	3,3	3,3	2,75	Geomorfológico
A_13	2,65	2,7	2,75	1,75	Petrográfico y mineralógico
A_14	2,7	2,25	2,8	1,95	Geomorfológico

A_15	2,75	3,6	3	1,75	Geomorfológico
A_16	2,65	2,6	2,75	1,75	Geomorfológico
A_17	2,6	2,6	2,9	1,65	Petrográfico y mineralógico
A_18	2,45	2,25	2,35	3,4	Sedimentológico
A_19	3	3,6	3,05	2,5	Estratigráfico

5.3 Creación de Georutas.

Teniendo en cuenta los geotopos inventariados y sus características, se proponen 3 georutas para el área de estudio como se muestra en la Figura 26, para la agrupación de los geotopos se tuvo en cuenta su cercanía, accesibilidad y que rasgos geológicos podía abordar cada una.

Figura 27*Georuta 1, zona este y oeste del cañón del Chicamocha*

Para la segunda Georuta (Figura 28) se propone su inicio en el Parque Nacional del Chicamocha (PANACHI), en el Kilómetro 40+775, donde el geotopo A_010 permite observar los flancos este y oeste del cañón, este recorrido tiene una distancia de 11,6 Km y posee una duración aproximada de 3 horas, este recorrido se beneficia principalmente del observar rasgos geomorfológicos del cañón y su interacción con procesos sedimentarios como en el geotopo A_13 y procesos tectónicos como la banda milonítica observada en el geotopo A_12, además de poseer varios afloramientos de la Formación Silgara sobre los cuales se pueden apreciar diferencias mineralógicas (geotopos A_10B y A_11).

Figura 28

Georuta 2, zona central del cañón del Chicamocha



Finalmente, la tercera Georuta compuesta de 6 geotopos, distribuidos alrededor del casco urbano de Aratoca, sobre la carretera principal y a suroeste del municipio, se propone iniciar en el geotopo A_14, en el kilómetro 31+350, el cual es un mirador tradicional del municipio donde se puede observar la mesa de San Pedro, a partir de aquí la ruta se bifurca y se pueden recorrer cualquiera de los geotopos que la cabecera municipal(A_15, A_17 y A_18), puesto que son de fácil acceso y recopilan características geológicas diversas, como litologías sedimentarias-metamórficas, así rasgos geomorfológicos que permiten diferenciarlas de manera didáctica, para el geotopo A_16 se puede observar las panorámicas de la mesa San Pedro y la mesa de Los Claveles de manera más detallada, finalmente se propone finalizar el recorrido con el geotopo A_19 el cual abarca la cascada Manchego, uno de los sitios más importantes del municipio, este

geotopo reúne características geológicas y turísticas importantes que se complementa con un recorrido que resalta por su atractivo visual y natural.

Figura 29

Georuta 3, Aratoca y alrededores



5.4 Creación de logo, redes sociales y material didáctico.

El diseño del logo de GeoAratoca es inspirado en la topografía de Aratoca para capturar su belleza distintiva, las colinas que caracterizan la región. Se eligieron tonos verdes que reflejen la exuberancia de la naturaleza circundante. Las ondas suaves y fluidas en el diseño evocan las colinas de Aratoca, creando una conexión visual con el paisaje local.

Para honrar la majestuosidad del Cerro de las Tres Cruces, se incorporó siluetas estilizadas de montañas en la composición. Este elemento no solo añade un toque de grandeza al logo, sino que también simbolizan la fortaleza y la importancia cultural del cerro en la identidad de Aratoca.

Cada elección de color y forma fue cuidadosamente considerada para lograr un diseño que no solo sea estéticamente agradable, sino que también celebre la singularidad geográfica y cultural de esta hermosa localidad.

Este diseño tiene como finalidad representar en un perfil de Instagram el material divulgativo realizado, sin embargo, este material (vídeos e imágenes) usara el logo del PGCCh (figura 30) con la finalidad de llevar un hilo narrativo que permita identificar a las georutas propuestas y el inventario realizado como parte de del proyecto, además de enlazar este trabajo con futuras propuestas que se hagan en otros municipios en pro de generar nuevos aportes al Geoparque Cañón del Chicamocha.

Figura 30

Logo PGCCh



Nota. Tomado de Ríos et al. (2020)

Figura 31

Marca digital GeoAratoca



A partir de la marca digital del PGCCh y su paleta de colores se elaboran formatos de publicación sobre los cuales se comparte el material recopilado, acompañando estas publicaciones (Figura 32), se elaboran 5 videos utilizando el software libre de edición de video CapCut con apoyo de tomas realizadas durante la fase de campo y material recopilado que se filmó durante el desarrollo del PGCCh, 4 de estos vídeos se crearon en formato vertical para Instagram, mientras que el ultimo está en formato horizontal pensado para reproducir en plataformas de vídeo como YouTube y ser posteriormente ligado al micrositio del PGCCh.

De los vídeos generados para Instagram se realizó uno a manera de introducción, los demás funcionan de manera descriptiva para cada georuta.

Figura 32

Perfil Geoaratoaca



Figura 33*Ejemplo de formato de publicación***5.5 Estrategias de comunicación.**

Con el fin de crear productos que puedan llegar a cumplir con el objetivo de generar la divulgación del patrimonio geológico de la región se debe generar una influencia comunicativa, con base a las posibilidades y recursos disponibles (Rojas Díaz, 2022).

Para generar esta influencia comunicativa se va a hacer uso del denominado “Usuario Arquetipo”, este concepto se usa para “representar estructuras y relaciones complejas con el fin de simplificar su entendimiento”, se establecieron 3 modelos de estos usuarios, profesional de las geociencias, turista, poblador de la comunidad, basado en estos arquetipos se establece la necesidad de que el material no posea terminología compleja o muy avanzada, puesto que dos tercios del público objetivo no domina los conceptos geológicos, además es necesario aclarar conceptos relacionados al patrimonio geológico, geodiversidad o geoparque, puesto que este léxico no supone una mayor complejidad y es fundamental para involucrar a la comunidad en el proceso de apropiación del patrimonio geológico.

5.5.1 Usuario Arquetipo – Profesional de las Geociencias.

Son un grupo fundamental para el desarrollo del Geoparque cañón del Chicamocha, su participación en labores investigativas y su interacción con las comunidades mediante la geoeducación es la base para divulgar sobre el patrimonio geológico.

Figura 34

Usuario Arquetipo – Profesional de las Geociencias.



5.5.2 Usuario Arquetipo – Turista.

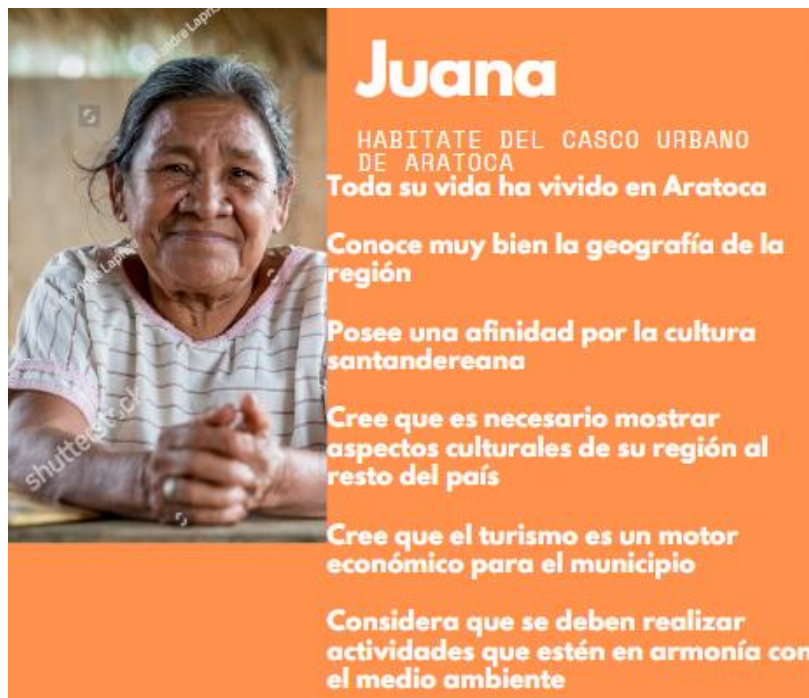
Personas que visitan de la zona, generalmente de manera transitoria, participan en las dinámicas de comercio, los turistas más interesados en actividades ecológicas sin contar con conocimientos en profundidad sobre geología.

Figura 35*Usuario Arquetipo – Turista***5.5.3 Usuario Arquetipo – Poblador de la comunidad.**

Incluye a los pobladores del casco urbano y el área rural, que poseen conocimiento geográfico del municipio, además de poseer el sentido de pertenencia hacia los elementos culturales del mismo, son actores que no necesariamente cuentan con conocimientos en profundidad sobre geología, pero sí sobre las riquezas naturales y que pueden ser fácilmente instruidos en el uso de terminología sencilla pero clara que sirva como puente con los demás usuarios potenciales para fomentar la divulgación del conocimiento geocientífico.

Figura 36

Usuario Arquetipo – Poblador de la comunidad

**5.5.4 Evaluación heurística**

Una evaluación heurística, no es más que un método para encontrar la usabilidad por inspección que es llevado por evaluadores expertos, a partir de unos principios establecidos (Gonzales et al. 2001), usando este método se pretende encontrar la usabilidad del material audiovisual, antes de ser liberado en redes sociales, con el fin de dar validez a la manera que se diseñó por el contrario realizar correcciones antes de que llegue a los usuarios finales.

Para este método se contó con el apoyo de la profesora Marta López, 4 estudiantes de pregrado y un estudiante de maestría de la escuela de Diseño Industrial se realizaron la evaluación heurística sobre el material visual para redes, a partir de la inspección realizada se llevaron a cabo cambios en los aspectos siguientes de los videos que se habían propuesto previamente:

- Usar material de la escuela de diseño
- Arreglo de voz
- Ajustes de video
- Establecer un objetivo
- Usar ganchos visuales
- Redactar el libreto

5.5.5 Técnica de grupo focal.

Es una forma de entrevista grupal donde se exploran los conocimientos y experiencias de las personas en un ambiente de interacción, que permite examinar lo que la persona piensa, cómo piensa y por qué piensa de esa manera (Hamui y Varela, 2013), en otras palabras, es un método de investigación colectivista.

Haciendo uso de esta herramienta investigativa se pretende saber como es la relación algunos de los líderes de comunidades respecto a las iniciativas de geoturismo propuestas bajo el PGCCCh y de que manera se sienten al visualizar el contenido divulgativo realizado en el presente trabajo.

Esta técnica investigativa se realizará una vez liberado el material audiovisual y divulgativo en redes sociales por lo que los resultados de este apartado no se encontraran aquí, el objetivo de este último estado de la investigación es medir el nivel de aceptación que reciben este tipo de herramientas comunicativas.

Antes de iniciar el grupo de enfoque se realiza el convenio inicial por el cual se establecen los parámetros sobre los cuales los participantes van a ser evaluados, además se establecen 3 categorías sobre las cuales se va a realizar el estudio; nivel de aceptación de propuestas de turismo

sostenible, conocimiento sobre el funcionamiento de los Geoparques y nivel de aceptación sobre el material audiovisual y diseño de las georutas.

Se espera que el resultado de este estudio cualitativo brinde un punto de referencia frente a la creación de estrategias comunicativas respecto a futuros proyectos que pretendan hacer aportes a el PGCCCh.

6. Discusión

La realización de un inventario y valoración de lugares de interés geológico en el municipio de Aratoca y sus áreas circundantes representa un paso crucial en el desarrollo del geoturismo en el municipio y en la promoción de la geodiversidad en la región. Los resultados de esta investigación brindan un marco sólido para la gestión sostenible de los recursos geológicos y la promoción del turismo responsable. En ese contexto la metodología proporcionada por Brilha (2016) si bien cumple de manera eficiente su objetivo de valorar los sitios de interés hay que recalcar que aún posee un componente subjetivo, y que dependerá de la perspectiva del evaluador, si bajo este apartado se compara con la Metodología de Inventario del Patrimonio Geológico Inmueble para Colombia (SGC, 2018), se podrán evidenciar muchas similitudes respecto a los criterios que se evalúan, no obstante su puntaje de calificación varía de 1 a 10 lo que podría resultar en una mayor probabilidad de caer en un sesgo investigativo al tener un mayor margen evaluativo.

El inventario detallado de geotopos identificados en este estudio proporciona una visión de la riqueza geológica de la zona. Esto no solo es valioso desde una perspectiva científica, sino que también contribuye significativamente a la conservación de los recursos culturales de la región, así como la apropiación de este. La identificación de estos lugares de interés geológico es esencial para su preservación a largo plazo y para garantizar que las generaciones futuras puedan disfrutar

y aprender de la geodiversidad local. Si bien la zona ha sido objeto de incontables investigaciones de gran relevancia académica que ha contribuido a la reconstrucción de la historia geológica nacional como por ejemplo el estudio de la cinemática del sistema de fallas mayores del Macizo de Santander por Velandia (2017) o los desarrollados por Mantilla-Figueroa (2016) sobre los eventos metamórficos aumentando el valor científico de la zona, es importante destacar también los trabajos que se han realizado en pro de la conservación de estos elementos como Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PCCh) (Ríos et al, 2020) como parte de entender a la geología para el desarrollo sostenible y la creación de nuevos medios para la conservación cultural de las comunidades

La creación de georutas y material didáctico de divulgación es una estrategia efectiva para acercar el conocimiento geológico a un público más amplio. Al facilitar el acceso a estos lugares y proporcionar información educativa, se promueve una mayor comprensión de la geología y se estimula el interés en la naturaleza y la ciencia. Esto es especialmente relevante en un mundo donde la educación y la conciencia ambiental son cada vez más importantes.

7. Conclusiones

Los geotopos de las rutas 1 y 2 a pesar de estar más alejados del centro urbano respecto a la ruta 3 se ven beneficiados en su aspecto turístico por la cercanía que tienen con el Parque Nacional del Chicamocha o “PANACHI”, este siendo un atractivo turístico a nivel nacional, aunque también es importante destacar que muchos afloramientos y panorámicas que de estas dos primeras rutas están sobre la vía nacional San Gil-Piedecuesta y su puntaje en aspectos educacionales también se reflejado de manera positiva dada su fácil accesibilidad.

La ruta 3 es una ruta no lineal comprende la mayoría de geotopos con características sedimentarias, es importante ya que aumenta la diversidad de características que puede ofrecer municipio desde el punto de vista científico, educativo y turístico.

En general los geositios descritos no presentan valores de degradación altos, lo que es una característica muy positiva a largo plazo, no obstante, esta característica puede cambiar en el tiempo dado que está ligada a actividades humanas como la industria o el desarrollo urbano, en especial para los geotopos que están cerca del casco urbano.

Aratoca al tratarse de un municipio cerca de una capital como lo es Bucaramanga puede atraer un volumen considerable de gente, apostar por herramientas como las redes sociales como se propone en el documento es vital para atraer a la población más citadina a explorar estas áreas lo que se traduciría en un aumento en la actividad económica del sector turístico, favoreciendo el empleo a los habitantes de la región y tomando un rol para el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

El municipio presenta múltiples panorámicas donde es posible observar rasgos geomorfológicos de varios tipos de litologías, así como una topografía cambiante que puede ser una característica llamativa para fomentar actividades como el senderismo o el ciclismo, sin embargo, es necesario que los habitantes comprendan estas características y se apropien de territorio en pro de fomentar el turismo para la región.

Referencias Bibliográficas

- Alarcón, Carlos M., Clavijo-Torres, Jairo, Mantilla-Figueroa, Luis C, & Rodríguez, Juan Guillermo. (2020). Nueva propuesta de edades para el registro sedimentario de las Formaciones Bocas y Jordán y su relación con el desarrollo de la actividad magmática del Grupo Plutónico de Santander (Cordillera Oriental, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(173), 1137-1151. Epub July 07, 2021. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1208>.
- Angel Salcedo, L. M., & Ramírez Rosas, M. J. (2015). Cartografía geológica y cálculo del balance hídrico para la construcción del túnel de carga en la Central Hidroeléctrica Chicamocha-municipio de Aratoca, Santander.
- Boggs, S. (2006). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. (pp. 404). Pearson Prentice Hall.
- Brilha, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage* 8, 119–134 (2016). <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Carcavilla, L. (2007) Patrimonio Geológico y Geodiversidad. INST. TECNOLÓGICO GEOMINERO
- Carcavilla, L., Díaz-Martínez, Enrique, D., Erikstad, L., y García-Cortés, A. (2013). Valoración del patrimonio geológico en Europa. *Boletín Paranaense de Geociências*. P. 24
- Carcavilla, L., Durán, J.J., y López-Martínez, J. 2008. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10, 1299-1303. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria.
- Castellanos, O. M., & Ríos, C. A. (2008). Itinerario geológico del basamento cristalino en la región suroccidental del macizo de Santander. Editorial Java.
- Colegial, J. D., Piscioti, G., & Uribe, E. (2002). Metodología para la definición, evaluación y valoración del patrimonio geológico y su aplicación en la geomorfología glacial de Santander (municipio de Vetas). *Boletín de geología*, 24(39), 121-134.

- Correa-Martínez, A. M., Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G., & Bermúdez, J. G. (2016). Catálogo de Unidades Litoestratigráficas de Colombia: Batolito de Mogotes, Cordillera Oriental, Departamento de Santander.
- Galvis, M., Velandia, F., & Villamizar, N. (2014). Cartografía morfoestructural de la falla de Bucaramanga: geometría lenticular a lo largo del valle del río Chicamocha en Santander – Colombia
- González, M. P., Pascual, A., & Lorés, J. (2001). Evaluación heurística. 2001). Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador.
- Decreto Ley 4131. Por el cual se cambia la Naturaleza Jurídica del Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas). 3 de Noviembre de 2011. Diario Oficial. N. 48242. 3
- Decreto Ley 1353. Por el cual se adiciona el capítulo 10 al Título V de la parte 2 del libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía en lo relacionado con la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se dictan otras disposiciones. 31 de Julio de 2018. Diario Oficial No.50.671.
- Etayo-Sena, F., & Rodríguez, G. (1985). Edad de la Formación Los Santos. En Etayo-Serna, F. & Laverde-Montaña, F. Proyecto Cretácico (XXVI-1 - XXVI-13).
- Hamui-Sutton, Alicia, & Varela-Ruiz, Margarita. (2013). La técnica de grupos focales. Investigación en educación médica, 2(5), 55-60. Recuperado en 22 de enero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000100009&lng=es&tlng=es.
- Horton, B.K., Anderson, V.J., Caballero, V., Saylor, J.E., Nie, J., Parra, M., and Mora, A., (2015). Application of detrital zircon U-Pb geochronology to surface and subsurface correlations of provenance, paleodrainage, and tectonics of the Middle Magdalena Valley Basin of Colombia: Geosphere, v. 11, no. 6, p. 1790–1811.
- Julivert, M., & Tellez, N. (1963). Sobre la Presencia de Fallas de edad Precretácica y Post- Girón (Juratriásico) en el Flanco W del Macizo de Santander (Cordillera Oriental, Colombia). Boletín De

Geología, (12), 5–17. Recuperado a partir de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/5651>

Laverde, F. & Clavijo, J. (1985). Análisis facial de la Formación Los Santos, según el corte de “Tu y Yo” (Zapatoca). Proyecto Cretácico. Publicaciones Geológicas Especiales Ingeominas, (16) Capítulo VI: 1-9. Bogotá.

Jaramillo, J. E., Caballero, J. H., & Molina, J. (2014). Patrimonio geológico y geodiversidad: Bases para su definición en la zona andina de Colombia: caso Santa Fe de Antioquia. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (35), 53-66.

Martinez, O. R. (2008). Patrimonio geológico. Geograficando.

Aldana Martínez, S. (2012). Estratigrafía de la Formación Los Santos en las secciones de La Navarra y El Calicho en la Mesa de los Santos (Departamento de Santander). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Mantilla-Figueroa, L. C., García-Ramírez, C. A., & Valencia, V. A. (2016). Propuesta de escisión de la denominada “Formación Silgara” (Macizo de Santander, Colombia), a partir de edades U-Pb en circones detríticos. *Boletín de Geología*, 38(1), 33-50.

Mantilla-Figueroa, L. C., García-Ramírez, C. A., & Valencia, V. A. (2016). Nuevas evidencias que soportan la escisión de la formación Silgará y propuesta de un nuevo marco estratigráfico para el basamento metamórfico del Macizo de Santander (Cordillera Oriental de Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 320-336.

Rendón, J., Henao, A., & Osorio, J. G. (2013). Propuesta metodológica para la valoración del patrimonio geológico, como base para su gestión en el departamento de Antioquia-Colombia. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (33), 85-92.

Red de Geoparques de América Latina y el Caribe. (s.f). Geoparques. Recuperado el 8 de enero de 2022, de <https://redgeolac.com/index.php/geoparques.html>

- Ríos, C. A., Amorocho, R., Villarreal, C. A., Mantilla, W., Velandia, F. A., Castellanos, O. M. & Briggs, A. (2020). Chicamocha Canyon Geopark project: A novel strategy for the socio-economic development of Santander (Colombia) through geoeducation, geotourism and geoconservation. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 8(2), 96-122.
- Rojas, J. (2005): Los desafíos del estudio de la geodiversidad. *Revista Geográfica Venezolana* 46, 1, 143-152
- Tourtellot, J.B. (2009). Geoturismo para su comunidad National Geographical Society. Center for Sustainable Destinations. Washington, EEUU. P. 24.
- Trejo Castro, J. A., & Marcano Navas, N. (2016). Ecoturismo y Geoturismo: alternativas estratégicas para la promoción del turismo ambiental sustentable venezolano. *Revista de Investigación*, 40(88), 202-228
- UNESCO (2011). Actas de acuerdos de la 36ª reunión (Punto 5.25 del orden del día provisional: (Cooperación entre la UNESCO y la red mundial de geoparques)), Conferencia General, París
- UNESCO. (2023). UNESCO global geoparks: What is a UNESCO Global Geopark? Paris: UNESCO.
- Urueña Suarez, C. L. y Zuluaga Castrillon, C. A. (2011). Petrografía del Neis de Bucaramanga en cercanías a Cepitá, Berlín y Vetas – Santander. *Geología Colombiana*, 36, 37–55. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/22441>
- Vargas H., R., Arias T., A., Jaramillo C., L., & Téllez I., N. (1981). Geología del Cuadrángulo I-13, Málaga. *Boletín Geológico*, 24(3), 2–84. <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol24.3.1981.71>
- Villamizar Escalante, N. (2017). Historia de exhumación del bloque este de la falla de Bucaramanga usando termocronología de baja temperatura, Santander, Colombia.
- Velandia Patiño, F. A. (2017). Cinemática de las fallas mayores del Macizo de Santander-énfasis en el modelo estructural y temporalidad al sur de la Falla de Bucaramanga. Departamento de Geociencias.
- Ward, D., Goldsmith, R., J., A., C. J., Restrepo, H., & Gómez, E. (1973). Cuadrángulo h-12 Bucaramanga Planchas 109 Rionegro - 120 Bucaramanga. *Boletín geológico*.

Winbledon. (1996). Patrimonio Geológico y Minero em el Contexto del Cierre de Minas.

Zapata G., G., Correa M., A., Rodríguez G., G., & Arango M., M. (2016). Granito De Pescadero.

En Catálogo de Unidad Eslitoestratigráficas de Colombia. Medellín: Servicio Geológico Colombiano.