

Inventario del patrimonio geológico inmueble en el  
municipio de Cepitá (Santander)

Juan Sebastián Gil Rueda y María Paola Calderón Beltrán

Trabajo de Grado para Optar al Título de Geólogo

Director

Francisco Alberto Velandia Patiño

Geólogo MSc PhD

Codirector

Juliana Izabel Herrera Ruiz

Geóloga

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Geología

Geología

Bucaramanga

2023

### Dedicatoria

Quisiera dedicar este trabajo de grado a la persona que más he querido en mi vida, mi nonita Adelina. Aquí te entrego mi esfuerzo, trabajo y dedicación; para que desde el cielo digas con orgullo; *“Mi nieto es egresado de la Universidad Industrial de Santander.”*

- J. S. G. R.

Gracias a Dios por guiarme.

Mis triunfos siempre serán dedicados a mi mamá Nubia Esther y mi papá Ernesto.

A mi familia en especial a mi tía Ilce y mi primo Johan por ser increíbles.

A mis amigos, compañeros y profesores porque de ellos aprendí cada día. A Sebas por siempre hacerme reír.

A Yiyi por acompañarme y hacer el camino más apacible.

Finalmente, a mí por dar siempre el último esfuerzo y conseguir terminar lo que un día se propuso.

- M. P. C. B.

### **Agradecimientos**

Queremos agradecer profundamente al profesor Francisco Velandia junto a la Escuela de Geología UIS, por guiarnos en este camino de investigación, además de enseñarnos una mirada distinta a la hora de involucrar todas las ramas geocientíficas al favorecimiento de la población y el aporte al geoparque Cañón del Chicamocha. A la profesora Juliana Herrera por su apoyo en la temática de geopatrimonio. Eternamente agradecidos con la Universidad Industrial de Santander que nos permitió estudiar y crecer a lo largo de estos años. A nuestros padres por estar de una u otra forma para nosotros, estamos eternamente agradecidos. A nuestros compañeros de la asignatura Campo II del semestre 2021-2 por la información suministrada. Finalmente, a la población de Cepitá especialmente a Don Alfredo dueño de la Casa del Reloj por ofrecernos referencias y rutas por las zonas aledañas a la cabecera municipal.

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	15
Justificación y/o planteamiento del problema.....	16
1. Objetivos .....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
2. Marco Geológico .....	18
2.1 Localización de la zona de estudio .....	18
2.2 Estratigrafía.....	19
2.2.1 Neis de Bucaramanga (PCab) .....	20
2.2.2 Formación Silgara (PDs).....	20
2.2.3 Granito de Pescadero (JTRgp) .....	21
2.2.4 Batolito de Mogotes (JRTbm) .....	22
2.2.5 Cuarzomonzonita de Santa Barbara (JTRcs) .....	23
2.2.6 Formación Jordán (Jj) .....	23
2.2.7 Formación Los Santos (K1ls) .....	24
2.2.8 Depósitos cuaternarios (Qal, Qc, Qtf, Faa, Fca, Fcdy) .....	25
2.3 Geología Estructural .....	25
2.3.1 Falla de Bucaramanga.....	25
2.3.2 Falla del Río Perchiquez .....	26
3. Marco Teórico.....	27
3.1 Patrimonio Geológico .....	28

3.1.1 Patrimonio geológico.....	31
3.1.2 Patrimonio paleontológico.....	31
3.1.3 Bien de interés geológico y paleontológico.....	31
3.2 Geodiversidad.....	31
3.3 Geotopo.....	32
3.4 Tipo de Geotopos.....	33
3.5 Geositio.....	33
3.6 Fases del proyecto.....	34
3.6.1 Fase 1: Revisión bibliográfica.....	34
3.6.2 Fase 2: Obtención y revisión de información.....	34
3.6.3 Fase 3: Análisis de información.....	34
3.6.4 Fase 4: Análisis de geotopos.....	34
3.6.5 Fase 5: Recolección del material audiovisual.....	35
3.6.6 Fase 6: Creación de georutas.....	35
3.6.7 Fase 7: Integración de información y resultados.....	35
3.6.8 Fase 8: Elaboración del libro.....	35
3.6.9 Fase 9: Creación de contenido audio visual para redes sociales y divulgación.....	35
3.7 Flujo diagrama.....	35
3.8 Metodología del Inventario de Patrimonio Geológico Inmueble.....	36
3.8.1 Selección y delimitación del área de estudio.....	37
3.8.2 Recopilación bibliográfica.....	37
3.8.3 Localización de geotopos.....	37
3.8.4 Listado potencial de geotopos.....	38

3.8.5 Preparación de la fase de pre-campo. ....	38
3.8.6 Valoración de PIGs y geotopos en campo. ....	38
3.8.7 Consolidación del listado final de geotopos .....	44
3.8.8 Análisis de resultados .....	45
3.9. Actividades del Proyecto de Investigación .....	45
3.9.1 Precampo.....	45
3.9.2 Campo.....	45
3.9.3 Análisis de datos .....	46
3.9.4 Informe final .....	46
4. Resultados.....	47
4.1 Descripción de Geotopos .....	47
4.1.1 C_01 Bandas tipo Kink, en la vía principal a Cepita.....	50
4.1.2 C_02 Boudins en afloramiento de esquistos granatíferos, en la vía a Cepitá .....	51
4.1.3 C_03 Afloramiento de Tonalita en la carretera vía Cepitá .....	52
4.1.4 C_04 Lomo de presión a orillas del Río Chicamocha .....	53
4.1.5 C_05 La Playita, debajo del puente principal de Cepita .....	55
4.1.6 C_06 Mirador Loma Colorada.....	56
4.1.7 C_07 Abanicos recientes y subrecientes, en la vía a la vereda de San Miguel.....	58
4.1.8 C_08 Puente de San Miguel.....	61
4.1.9 C_09 Suroriente de San Miguel.....	63
4.1.10 C_010 La Variante.....	65
4.1.11 C_011 Diques Diabasicos, en la vereda La Chorrera .....	66
4.1.12 C_012 Falla de Bucaramanga en la vereda La Chorrera .....	68

4.1.13 C_013 Migmatita del río Perchiquez .....	70
4.2 Valoración de Geotopos.....	72
4.3 Geo Rutas.....	73
4.4 Producción de infografías .....	78
5. Discusión.....	85
6. Conclusiones.....	87
Bibliografía .....	88

### Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Categorías de clasificación para geotopos (Modificado de Winbledon, 1996). Modificado de Vargas (2018)</i> .....	33
Tabla 2. <i>Parámetros Valoración Metodológica del Patrimonio Geológico Inmueble. Tomada del Servicio Geológico Colombiano (2018)</i> . ....	39
Tabla 3. <i>Pesos porcentuales de valoración de geotopos. Tomada del Servicio Geológico Colombiano (2018)</i> . ....	40
Tabla 4. <i>Clasificación de Geotopos por valor científico. Tomada del Servicio Geológico Colombiano (2018)</i> . ....	42
Tabla 5. <i>Parámetros de Valoración (Tomado de Vargas, 2018)</i> .....	42
Tabla 6. <i>Descripción y pesos asignados a los parámetros utilizados para el cálculo de la susceptibilidad de degradación antrópica. (Tomado del SGC)</i> .....	44
Tabla 7. <i>Lista de geotopos identificados en el municipio de Cepita</i> .....	49
Tabla 8. <i>Resultados de la valoración de los geotopos. Nota: VC: Valor Científico; PUE: Potencial de Uso Educativo; PUT: Potencial de Uso Turístico; SDN: Susceptibilidad de Degradación Natural; SDA: Susceptibilidad de Degradación Antrópica</i> .....	72
Tabla 9. <i>Gráfica del valor de potencial de uso educativo de los geotopos</i> . ....	73

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Mapa de localización área de estudio, Cañón del río Chicamocha. Fuente: Velandia (2017) &amp; Ríos et al. (2020).</i> .....	18
Figura 2. <i>Segmentos del Sistema de Fallas Bucaramanga. Tomado de Velandia (2017).</i> .....	26
Figura 3. <i>Flujo Diagrama. A partir de la metodología del SGC.</i> .....	35
Figura 4. <i>Metodología de inventario de geotopos. Tomada del Servicio Geológico Colombiano (2018).</i> .....	37
Figura 5. <i>Ecuaciones de peso porcentuales. Tomado de la guía Metodología SGC (2018). (Vp: Valor Patrimonial) = (Vc: Valor Científico). Cada uno de los valores calculados tiene un rango entre 0 y 10.</i> .....	41
Figura 6. <i>Mapa geológico del municipio de cepita, ubicación de los geotopos en el área de estudio. Fuentes: (García Santos &amp; Villamizar Blanco, 2021) (Ward D. G., 1973).</i> .....	47
Figura 7. <i>A) Afloramiento sin interpretación, b) estructura de bandas tipo Kink conjugadas además del establecimiento del eje de máximo acortamiento y el desarrollo del clivaje debido al desarrollo de la estructura (S3). Tomado de (Villamizar Escalante N., 2014).</i> .....	50
Figura 8. <i>A. Afloramiento de los Esquistos del Chicamocha. B. Granates en Esquistos. C. Boudins</i> .....	51
Figura 9. <i>Afloramiento de Tonalita</i> .....	52
Figura 10. <i>Panorámica sobre la carretera principal hacia Cepita. A. un lomo de presión B. Canales trenzados, conos de deyección y el abanico aluvial, lomo de presión.</i> .....	53

- Figura 11. *Afloramiento de la formación silgara. A. Barrera lateral donde se localiza el geotopo. B. Micro fallamiento en vena de cuarzo. C. Plegamiento del esquito moscovítico. D. Paso de falla con las dos clases de esquistos descritos.*..... 55
- Figura 12. *A. Mirador loma colorada. B. Geomorfología denudativa, lomo de presión C. Geomorfología fluvial, terraza aluvial, conos de deyección, llanura aluvial.* ..... 57
- Figura 13. *Abanicos aluviales subrecientes y recientes por la vía Cepita-San Miguel*..... 59
- Figura 14. *A. Vía Cepita-San Miguel, presencia de geoformas fluviales; abanicos y conos. B. Strath Terrace. C. Venas desplazadas por fallas de rumbo (deformación frágil).*..... 60
- Figura 15. *Abanico aluvial vereda de San Miguel*..... 62
- Figura 16. *Rio Chicamocha con llanura aluvial. Al margen izquierdo se observa el Batolito de Mogotes (JTRbm).*..... 63
- Figura 17. *Geoforma fluvial, barras longitudinales y laterales* ..... 64
- Figura 18. *A, B. Diques de roca ígnea, latita de espesores que varían desde 40 cms a 130 cms; (Rocas volcánicas principalmente compuestas de feldespato alcalino y con cantidades menores de biotita, anfíbol o piroxeno).* ..... 64
- Figura 19. *A. Panorámica hacia la vereda La Chorrera donde se observa indicadores de falla como las facetas triangulares. B. Panorámica hacia cepita donde se encuentra el mirador 360° y la silleta de falla*..... 66
- Figura 20. *Dique diabásico por la quebrada Los Mangos* ..... 67
- Figura 21. *A. Facetas triangulares que denotan la falla de Bucaramanga. B. Panorámica del paso de Falla Bucaramanga. C. Harina de falla. D. Neis (PCab).* ..... 69
- Figura 22. *Variaciones composicionales de neises en la zona hacia el Río Perchiquez contaba con variaciones más máficas así como con variedades migmatíticas pertenecientes a esta misma*

<i>unidad dentro de las cuales se encontraban migmatitas estromáticas, augen, flebíticas, plegadas y shlieren (Foto tomada del grupo de Campo ll 2021-2).</i> .....	71
Figura 23. <i>Gráfica del valor científico de los geotopos.</i> .....	72
Figura 24. <i>Imagen satelital de las georutas que agrupan a los diferentes geotopos. (Tomada de Google Earth).</i> .....	74
Figura 25. <i>Geo ruta 1, geotopos C_01, C_02, C_03, C_04 y C_05. (Tomada de Google Earth).</i>	75
Figura 26. <i>Geo ruta 2, geotopos C_06, C_010, C_013, C_011 y C_012. (Tomada de Google Earth).</i> .....	76
Figura 27. <i>Geo ruta 3. geotopos C_07, C_08 y C_09. (Tomada de Google Earth).</i> .....	77
Figura 28. <i>Marca digital de GeoCepita.</i> .....	78
Figura 29. <i>Contenido audiovisual en las diferentes redes sociales.</i> .....	79
Figura 30. <i>Folleto informativo para la comunidad en Cepita.</i> .....	79
Figura 31. <i>Portada del folleto informativo sobre el inventario geológico de Cepitá.</i> .....	81
Figura 32. <i>Guía para conocer el municipio de Cepita.</i> .....	83

### **Lista de Apéndices**

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

Apéndice A. Enlace del material fotográfico proyecto geocepita.

Apéndice B. Formulario de descripción y valoración de geotopos

## Resumen

**Título:** Inventario del patrimonio geológico inmueble en el municipio de Cepitá (Santander). \*

**Autor:** Gil Rueda Juan Sebastián; Calderón Beltrán María Paola. \*\*

**Palabras Clave:** Patrimonio Geológico, Geotopo, Inventario Geológico, Cañón del Chicamocha.

**Descripción:** Obtener el inventario de patrimonio geológico inmueble de la región del Cañón del Chicamocha es un tema de relevancia frente a la posibilidad de presentar el cañón como candidato a Geoparque Mundial de la UNESCO. El presente trabajo organiza la información geológica preexistente, identifica los puntos de interés geológicos (PIGs) y valora los geotopos obtenidos mediante la guía metodológica de valoración del Patrimonio Geológico y Paleontológico del Servicio Geológico Colombiano. Además, se generó contenido audiovisual que se realizó en la zona de estudio, para ser distribuido en plataformas digitales con el fin de promover conocimiento geocientífico al dejarlo al alcance de la población nacional e internacional.

En total se valoraron 13 geotopos, donde se encontraron características de interés tipo geomorfológico, petrológico, mineralógico, estratigráfico y estructural. Con los resultados de la valoración se plantean tres georutas y que se destacan cuatro de los geotopos como geositios por su alto valor científico, con la riqueza geológica del Cañón del Chicamocha es muy posible que la cantidad de geotopos aumente si se realiza mayor investigación y estudios geológicos.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Fisicoquímicas. Escuela de Geología. Geología. Director: Francisco Alberto Velandia Patiño, Geólogo, MSc PhD. Codirector: Juliana Izabel Herrera Ruiz, Geóloga.

### Abstract

**Title:** Inventory of immovable geological heritage in the municipality of Cepitá (Santander).\*

**Author(s):** Gil Rueda Juan Sebastián; Calderón Beltrán María Paola \*\*

**Key Words:** Geoheritage, Geotopes, Geological inventory, Chicamocha Canyon.

**Description:** Obtaining the inventory of geoheritage of the Chicamocha Canyon region is a relevant issue in view of the possibility of presenting the canyon as a candidate for UNESCO Global Geopark. The present work organises the pre-existing geological information, identifies the points of geological interest (PIGs) and evaluates the geotopes obtained through the methodological guide for the valuation of the Geological and Palaeontological Heritage of the Colombian Geological Service. In addition, audiovisual content of the study area was generated for distribution on digital platforms in order to promote geoscientific knowledge by making it available to the national and international population. A total of 13 geotopes were assessed, where geomorphological, petrological, mineralogical, stratigraphic and structural characteristics of interest were found. With the results of the assessment, three georoutes are proposed and four of the geotopes are highlighted as geosites due to their high scientific value. With the geological richness of the Chicamocha Canyon, it is very possible that the number of geotopes will increase if more research and geological studies are carried out.

---

\* Undergraduate Thesis

\*\* Physicochemical Engineering College. Geology Department. Director: Ph.D. Francisco Alberto Velandia Patiño, Geólogo, MSc PhD. Codirector: Juliana Izabel Herrera Ruiz, Geóloga.

## Introducción

En los últimos años las iniciativas de conservación y cuidado del planeta tierra han ganado un mayor protagonismo, desde la geología esta influencia no se ha quedado atrás; por esto mismo, actualmente se escucha con mayor frecuencia hablar sobre patrimonio geológico, el cual hace parte fundamental del patrimonio natural y se define 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”* (SGC, 2018).

La iniciativa Geoparque Cañón del Chicamocha ha venido tomando fuerza en la región de Santander (Colombia), en consecuencia, viene sido objeto de estudio desde diferentes disciplinas. El lugar llama la atención tanto del público local como internacional, quienes realizan diversas actividades de turismo e investigación, logrando así que los atractivos naturales y culturales se conviertan en un recurso importante para el desarrollo socioeconómico del territorio (Arce, 2004). El presente trabajo se centra en el municipio de Cepitá, ubicado en el área donde más se profundiza el cañón del Chicamocha, se realiza un inventario de lugares con alto interés geológico (geotopos), usando la guía metodológica de valoración de patrimonio geológico y paleontológico inmueble, desarrollada por el Servicio Geológico Colombiano (Archila Mendoza, 2021).

Con lo expuesto anteriormente se busca conocer el territorio e identificar rasgos destacables del paisaje que se declaren parte del patrimonio geológico de la región, con el fin de transmitir el conocimiento geológico hacia futuras generaciones, fomentando una conciencia hacia una adecuada gestión, a través de la conservación, protección y rehabilitación de estas áreas.

### **Justificación y/o planteamiento del problema**

El patrimonio geológico de un territorio está comprendido por aquellos elementos de la geodiversidad que mejor representan su historia y evolución. Dicho patrimonio, además de poseer un alto valor de índole científico, evidencia como la geología condiciona la biodiversidad que se desarrolla en el lugar e influye en gran medida en el comportamiento y la cultura de la comunidad humana que habita en el mismo. En ese sentido, a partir de un conocimiento más profundo del patrimonio geológico se pueden generar nuevas formas y estrategias innovadoras que propendan por alcanzar un desarrollo sostenible del territorio a través de la apropiación social, la conservación y el geoturismo. En el municipio de Cepitá se han llevado a cabo diversos trabajos geo científicos, desde trabajos de grado, (García Santos y Villamizar Blanco, 2021; Díaz Martínez y Salcedo López, 2014; Villamizar Escalante N., 2014; Ordóñez Calderón, 2001; Ballesteros Ardila, 2002). Que pueden sustentar la presencia de un patrimonio geológico excepcional.

Cepitá es uno de los municipios que se encuentra en el polígono del proyecto de “Geoparque Cañón del Chicamocha”, una iniciativa que busca postular una determinada área geográfica de la región ante el programa de Geoparques Mundiales de la UNESCO (Ríos et al., 2020). Una de las tareas fundamentales para alcanzar este propósito es la realización de un inventario completo de sitios de interés geológico, destacando los lugares con mayor valor científico (Geositios). 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

### 2.1 Objetivo General

Realizar un inventario de lugares con alto interés geológico (geotopos) en el municipio de Cepitá y sus alrededores, usando la adaptación de la metodología de valoración de patrimonio geológico y paleontológico inmueble creado por el Servicio Geológico Colombiano para incentivar el geoturismo en la zona por medio de la creación de contenido audiovisual y la difusión de este.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Plantear diferentes georutas con base en el reconocimiento y georreferencias de los sitios con alto interés geológico (geotopos) de la zona.
- Identificar y valorar la riqueza geológica teniendo en cuenta parámetros como representatividad, locación, conservación y accesibilidad de la zona de Cepitá por medio de la modificación de la metodología de valoración de patrimonio geológico y paleontológico inmueble.
- Producción de infografías para facilitar la transmisión de conocimiento geocientífico en diferentes comunidades académicas, estatales y grupos interesados en el geoturismo.
- Creación de contenido audiovisual de calidad con uso de dron y cámara profesional en las diferentes georutas planteadas, con el fin de generar consciencia e incrementar el turismo en la zona.
- Difusión de la riqueza geológica de la zona de Cepitá y alrededores por medio de distintas redes sociales para así fortalecer el turismo nacional e internacional.

## 2. Marco Geológico

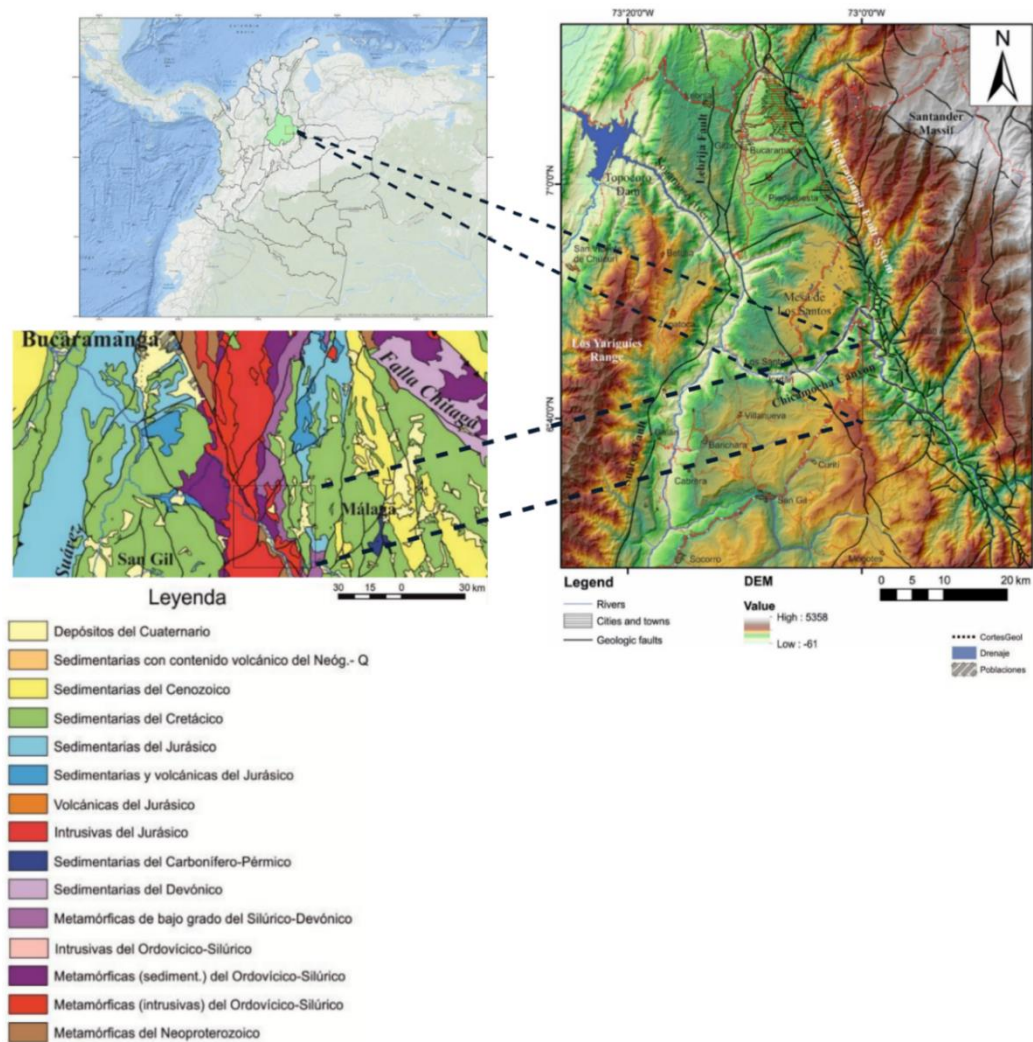
El municipio de Cepitá se encuentra en el valle del río Chicamocha, donde predominan rocas que forman parte del basamento cristalino del Macizo de Santander, una región tectonoestratigráfica localizada en el sector nororiental de la Cordillera Oriental. Hacia algunos sectores es posible observar también secuencias de rocas del Jurásico y Cretácico Temprano. En la zona de estudio, además, aflora una gran cantidad de depósitos cuaternarios relacionados con actividad fluvial y tectónica. Entre las estructuras de mayor influencia, se encuentran la Falla de Bucaramanga y la Falla del río Perchiquez.

### 2.1 Localización de la zona de estudio

El trabajo de grado se desarrolla al noroccidente de la Cordillera Oriental, en el municipio de Cepitá (Santander) que presenta una extensión de 139 km<sup>2</sup>, sus límites están marcados por los ríos Guaca y Chicamocha. Como se muestra en la Figura 1.

#### **Figura 1.**

*Mapa de localización área de estudio, Cañón del río Chicamocha. Fuente: Velandia (2017) & Ríos et al. (2020).*



## 2.2 Estratigrafía

En el área de estudio afloran rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Las unidades aflorantes en esta área, geocronológicamente, van desde el Pre-Cámbrico al Cuaternario (Holoceno); esta secuencia empieza de base a techo, por las siguientes unidades: Neis de Bucaramanga, Formación Silgará, Granito de Pescadero, Batolito de Mogotes, Cuarzomonzonita de Santa Barbara, Formación Jordán, Formación Los Santos y Depósitos Cuaternarios.

### **2.2.1 Neis de Bucaramanga (PCab)**

Constituye la unidad más antigua del basamento ígneo-metamórfico del macizo de Santander, se encuentra comprendida por rocas metasedimentarias de alto grado de metamorfismo (Julivert, 1951; Goldsmith y Marvin, 1971; Aldana Martínez, 2008; Urueña-Suárez y Zuluaga 2011). Presenta una sucesión de neises pelíticos y semipelíticos, intercalados con capas delgadas de rocas calcosilicatadas, mármoles, neis hornbléndicos y anfibolita (Ward, et al., 1973). El Neis de Bucaramanga posee zonas magmáticas de dos tipos: una en la cual el paraneis está mezclado con rocas graníticas neisicas y otra donde ambos están cortados por masas pequeñas de granito no foliado de edad más joven (Ward, et al., 1973). Generalmente se le asigna un rango de edad entre el Precámbrico y el Cámbrico, este rango de edad está en las edades de  $680 \pm 140$  M.a. reportadas por Goldsmith et al. (1971) (Urueña-Suárez y Zuluaga, 2011).

Se pueden diferenciar dos tipos de neis: Uno de color blanco a rosado, constituido especialmente por plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico (Chaparro y Guerrero, 1991; Nolasco, 2017). Debido a su aspecto masivo y a la ausencia de estratificación, suponen un origen ígneo intrusivo primario y lo clasifican como Ortoneis (Ward et al., 1973). El otro es un paraneis, el cual es gris verdoso con alternancia de bandas anfibólicas y cuarzofeldespáticas; neis hornbléndico, esquisto y ortoneis; incluye pequeñas cantidades de mármol, zonas de migmatitas y rocas cataclásticas cerca a los planos de las fallas principales. La mayor parte del afloramiento del Neis de Bucaramanga se encuentran parcialmente saprolitizados, (Ward et al., 1973).

### **2.2.2 Formación Silgara (PDs)**

La unidad está compuesta en su mayoría por esquistos pelíticos, la cual alcanza facies esquistos verdes o facies anfibolita baja (localmente) (Ward et al., 1973). Roca metamórfica de bajo grado de origen sedimentario, compuesto de esquistos micáceos, intruido por granito

leucocrático, aplitas, pegmatitas y diques de pórfido (Guzmán, 2016). La formación presenta una mineralogía propia de rocas pelíticas, caracterizada por poseer una composición mineral de moscovita, biotita y cuarzo como minerales principales, granate, opacos y plagioclasas como minerales menores, a su vez la presencia de clorita y sericita como minerales secundarios (Villamizar, Velandia; et al., 2015). Estudios recientes sugieren dividir la formación en tres unidades. Estas se diferencian por su litología y edades de depositación de su protolito; que son Esquistos del Silgará s.s., Esquistos del Chicamocha y, Filitas de San Pedro. En la zona predominan los Esquistos del Chicamocha que se caracterizan por una sucesión de rocas metacuarzofeldespáticas (cuarcitas), metapeíticas (esquistos micáceos con granate, estauroлита, cianita/andalucita y sillimanita) y metabasitas, aflorantes en el cañón (Mantilla-Figueroa, García-Ramírez; et al., 2016).

Los estudios han mostrado una evolución en la deformación de los esquistos, donde mecanismos y texturas relacionadas con deformación de baja temperatura se superponen a deformación de alta temperatura (Villamizar et al., 2015). Según Silva et al., (2004), la edad de sedimentación de los paleo-sedimentos de la formación (apoyados en análisis de isótopos estables de Carbono) es Ediacarian tardío-Cámbrico temprano (i.e. ~560-515 Ma) (Mantilla-Figueroa, García-Ramírez; et. al, 2016).

### ***2.2.3 Granito de Pescadero (JTRgp)***

El nombre de Granito de Pescadero fue utilizado inicialmente por Goldsmith (1971) pero la definición como unidad litológica la presentaron Ward et al., (1973). Royero Gutierrez y Clavijo (2001) lo describen como Granito Rosado y consideran la posibilidad de que haga parte del Batolito de Mogotes; ya que al sur los dos cuerpos presentan litologías y la fases biotíticas similares (Zapata G., Correa M.; et al., 2016) Las edades corresponden al Jurásico temprano  $193 \pm 6$  Ma (K-

Ar en biotita);  $199,1 \pm 1,3$  Ma (U-Pb) y  $194,8 \pm 3,2$  Ma (U-Pb) (Correa Martínez, Rodríguez G., Arango M., Zapata G, & Bermúdez C., 2006).

El Granito de Pescadero tiene ortosa como feldespato potásico característico de rocas plutónicas que se forman en ambientes de temperaturas intermedias (Zapata et al., 2016), su edad radiométrica es de 193,6 Ma y constituye el basamento ígneo de las mesetas. En el Cañón del Chicamocha, la unidad se ha descrito como una roca ígnea con texturas de porfídico a fanerítico, que intruyó la formación Silgara para formar cuerpos de pegmatita de grano grueso y también como riolitas de grano muy fino, compuestas de potasio feldespatos, cuarzo y biotita (Guzmán, 2016).

#### **2.2.4 Batolito de Mogotes (JRTbm)**

La unidad recibe el nombre del Municipio de Mogotes - Santander, localizado en la Cordillera Oriental de Colombia (Goldsmith et al., 1971). El Batolito de Mogotes se encuentra al occidente de la Falla de Bucaramanga, tiene cerca de 45 km de largo. La unidad posee un rumbo preferencial NWSE. En su mayoría esta constituida por monzogranitos y en menor proporción por granodioritas (Ward et al., 1973).

Al noroeste en cercanías de Cepitá también se encuentran granodioritas, con diques porfídicos y aplíticos. En la parte norte en cercanías a Cepitá se cartografiaron diques de microtonalita y andesita alterada que varían en espesor entre 0,6 m - 1,6 m, sobre la vía Cepitá-San Miguel. Son finogranulares masivos, de color verde oscuro por la presencia de minerales de alteración como epidota y clorita. Su composición posiblemente es diorítica (Correa Martínez, Rodríguez G; et al., 2006).

### **2.2.5 Cuarzomonzonita de Santa Barbara (JTRcs)**

Esta unidad aflora en el Macizo de Santander, su nombre deriva del caserío con su mismo nombre. tiene cerca de 60 km de longitud y varía entre 5-12 km su ancho. Presenta rocas graníticas con variaciones composicionales desde feldespatos alcalinos, plagioclasa, cuarzo, epidota, titanita, opacos (pirita, magnetita y titanomagnetita), circón y apatito. Es cortado por diques tonalíticos, monzodioríticos y graníticos, algunos porfiríticos con textura felsítica (riolíticos) y otros aplítica (López Isaza y Zuluaga, 2017).

Investigaciones recientes mediante geoquímica encontraron que el ambiente más adecuado de la unidad sería un arco volcánico de margen continental activo, en el campo de los granitoides sincolisionales a postcolisionales, con anomalías negativas de Nb, Ta y Ti, típicas de subducción (López Isaza y Zuluaga, 2017).

### **2.2.6 Formación Jordán (Jj)**

Esta unidad fue definida por (Cediel, 1968) sobre el denominado “Camino del Roto”, consiste en intercalaciones de “red beds” de limolitas, arenisca de grano fino y muy fino con rocas volcanoclásticas (tobas de caída e ignimbritas) de composición riolítica. Diferentes autores han reportado ocurrencias de rocas volcánicas dentro de la Formación Jordán en el Macizo de Santander (Dickey, 1941; Langenheim 1959; Tellez, 1964; Alarcón 1964; Alarcón Gómez y Rodríguez Lizcano, 2019).

Se han propuesto diferentes edades para la Formación Jordán; basada en su posición estratigráfica como Jurásico Temprano (Ward et al., 1973), Jurásico Temprano-Medio (Royero Gutierrez y Clavijo, 2001) y Jurásico Medio (Rabe, 1977; Bayona, Rapalini, y Costanzo Álvarez, 2006) esto se debe a que nunca se han encontrado fósiles dentro de la unidad. La Formación Jordán se encuentra en continuidad estratigráfica con la infrayacente Formación Bocas y en discordancia

con la Formación Girón. Esta última no tiene presencia en la zona, debido a que se acuña hacia el sector de la Mesa de Los Santos y en zonas cercanas al municipio se observan contactos en discordancia angular entre la Formación Jordán y la Formación Los Santos (Pinto V., et al., 2017). Las rocas de la Formación Jordán presentan morfología suave y diaclasas. En algunos sectores, la roca está alta a completamente meteorizada (saprolito) con coloraciones amarillentas, rojizas y violáceas (Guzmán, 2016).

### **2.2.7 Formación Los Santos (K1s)**

La formación es edad Barriasiano temprano, por las amonitas encontradas en la zona (Cediel, 1968; Etayo-Sena y Rodríguez, 1985), sin embargo, Ward et al. (1973) le asigna un intervalo de tiempo Valanginiano – Hauteriviano, determinada por fósiles (Blanco y Rincón, 2014). Su litología es de rocas siliciclásticas de origen continental, que están constituidas por areniscas conglomeráticas, lodolitas rojo-grisáceas y cuarzo areniscas grises amarillentos, con estratificación cruzada, en capas tabulares de espesores variables (Blanco Figueredo y Rincón Ortiz, 2014).

La Formación Los Santos, a la cual se le hicieron varias correlaciones cuyo análisis ha demostrado que se encuentra constituida por tres miembros principales, la diferenciación de estos tres miembros se realizó teniendo en cuenta los cambios de textura y geometría de las capas (Etayo-Serna, 1989; Aldana Martínez, 2012). El miembro inferior se caracteriza por conglomerados, areniscas conglomeráticas, areniscas ligeramente conglomeráticas, limolitas de cuarzo y arcillas ílticas, el miembro inferior presenta una tendencia granodecreciente. El miembro medio se caracteriza por una granulometría fina de areniscas de grano medio a arcillolita íltica; con coloraciones rojizas con manchas verdes grisáceas por reducción de la materia orgánica; la composición de las areniscas se clasifica como subarcosas y cuarzoarenitas (Etayo, 1989; Aldana

Martínez, 2008). El contacto inferior de esta unidad con la Formación Girón ha sido objeto de discrepancia; pero según el análisis de columnas estratigráficas en la zona de Acapulco y Zapatoca se define el contacto como continuo de tipo transicional (Blanco y Rincón, 2014).

### **2.2.8 Depósitos cuaternarios (*Qal, Qc, Qtf, Faa, Fca, Fcdy*)**

Se pueden distinguir a grandes rasgos tres tipos de terrazas; terrazas pequeñas modernas en los valles actuales de los ríos principales por acción de la deformación sísmica y los trazos de falla se encuentran ocultos por cuñas coluviales, restos pequeños de terrazas que se presentan a diferentes alturas con relación al valle actual de los ríos antes mencionados, algunos se encuentran a 800 m por encima del nivel actual del río. La morfoneotectónica se hace muy presente en la zona de estudio afectando los depósitos cuaternarios. El tercer tipo de terraza lo constituyen depósitos de posible origen lagunar. También hay presencia de depósitos coluviales, que son fragmentos de roca e incluyen depósitos de talud, derrubios y material de avalancha. Los depósitos aluviales son los materiales depositados en los valles actuales de los ríos, que han formado conos de deyección disectados por el drenaje actual (Ward et al., 1973).

## **2.3 Geología Estructural**

La zona de estudio está situada en el nororiente colombiano, caracterizada por ser un territorio complejo geológicamente y muy activo tectónicamente, relacionado estrictamente con interacción de las placas tectónicas de Caribe, Nazca y Suramericana. (Díaz M. y Salcedo., 2014).

### **2.3.1 Falla de Bucaramanga**

El sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta, es una estructura regional con una extensión de 600 Km aproximadamente y una orientación 15° NW (Villamizar, 2014), está comprendido por tres segmentos principales (Boinet et al., 1989); un segmento norte denominado

como la falla de Santa Marta que bordea la Sierra Nevada de Santa Marta con una longitud de aproximadamente 130 Km y una cinemática sinistral con componente normal buzando hacia el W (Montes et al., 2009), un segmento intermedio ubicado al sur de la cuenca del Cesar cubierto por depósitos cuaternarios, y finalmente, el segmento sur conocido como la Falla de Bucaramanga, con una extensión de 229,8 km y un rumbo promedio de  $N17^{\circ} W \pm 13$  (Paris, Machette; et al., 2000) que conforma el límite occidental entre el Bloque de Maracaibo y el Macizo de Santander. A lo largo de esta última sección, desde la ciudad de Bucaramanga hasta el municipio de Ricaurte se evidencia un patrón de fracturamiento de tipo Riedel, que se correlaciona con una cinemática de rumbo sinistral. Así mismo, hay presencia de fallas transcurrentes asociadas y formación de lentes a lo largo de la zona de daño o corredor de falla del sistema (Velandia, 2017).

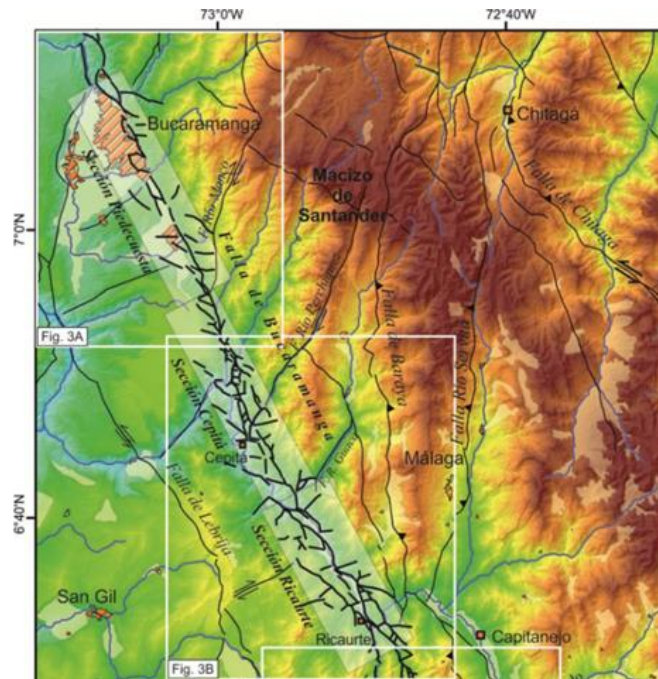
En el momento de la formación de la Orogenia Andina, ocurrieron una serie de cabalgamientos que limitaron la Cordillera Oriental Colombiana y la Serranía del Perijá, afectando a unidades estratigráficas del Mioceno. Simultáneamente, se crea el desplazamiento transversal de la Falla de Bucaramanga (Boinet, Bourgois; et al., 1989). A lo largo del transepto sur de la Falla de Bucaramanga se han realizado dataciones a partir del análisis de apatitos y circones que aportan información clave en la reconstrucción de la historia de exhumación de esta parte de la Cordillera oriental (Velandia et al., 2021; Amaya, 2016).

### ***2.3.2 Falla del Río Perchiquez***

La Falla del Río Perchiquez se define como una falla secundaria que no es regionalmente extensa. Lo más característico de la estructura es la presencia de una cinemática dextral y su rumbo de  $N45E$ ; en contraste al movimiento sinistral que presenta la Falla de Bucaramanga.

### **Figura 2.**

*Segmentos del Sistema de Fallas Bucaramanga. Tomado de Velandia (2017).*



*Nota.* El gráfico muestra la cartografía de la Falla de Bucaramanga el área de estudio y la cinemática de las zonas aledañas de esta. También se observa el modelo digital del terreno.

### 3. Marco Teórico

Desde la década de 1970 se ha notado el aumento en la participación respecto con al medio ambiente, por lo que cobra relevancia el tema de los impactos ambientales (García, 2006). Nace en un entorno de preocupación mundial ante la grave desestabilización de los sistemas naturales, que pone a prueba la insostenibilidad del paradigma del desarrollo industrial y lleva a la comunidad mundial a plantearse la necesidad de cambios en la ciencia, entre otras cosas, en la enseñanza de la ciencia (Arce, 2004). Una de las respuestas a la crisis ambiental es la educación ambiental, pues la ciencia de la educación se ocupa del proceso de formación y desarrollo humano (García, 2006).

La respuesta en los últimos años ha sido el proceso educativo del hombre, es decir, cómo se está preparando para interactuar con el medio ambiente (García, 2006). La Geología Ambiental surgió a finales del siglo XIX y principios del XX, que planteaba esta relación. Otras iniciativas buscaban integrar al hombre y asignando valor a los elementos naturales (Carcavilla Urqui y López Martínez; et al., 2007). Estas iniciativas fueron globalizándose, ya que los promotores fueron personas influyentes de la sociedad del momento, y su resultado fueron los primeros espacios naturales protegidos por el estudio del patrimonio geológico (Carcavilla, et al., 2007).

### **3.1 Patrimonio Geológico**

Previo a la inclusión de la definición de patrimonio geológico, se hacía énfasis en el uso de términos como Geología Ecológica y Geoconservación. Cedrero, (1996) incluyó en la monografía editada por el entonces MOPTMA (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente) una de las primeras definiciones, expresándolo como *“el conjunto de recursos naturales, no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno, o yacimientos minerales, petrológicos o paleontológicos, que permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo”*. Casi igual es la definición que proporcionan Gallego & García, (1996) (Carcavilla, et al., 2007). Las dos definiciones concluyen que el patrimonio geológico es un conjunto de recursos de origen natural que no son renovables y presentan un alto interés científico, cultural o educativo, que ayudan a reconstruir la historia geológica de la tierra, pero excluyen algunos conceptos importantes como el estudio de suelos y la interpretación de paleoclimas junto con procesos que han modelado la superficie terrestre (Carcavilla, et al., 2007).

En el año de 1999, se introducen dos conceptos que aclaran y distinguen el patrimonio geológico, estos son el patrimonio mueble e inmueble. Nace a partir de observar que hay piezas con alto interés geológico que son removidas del sitio y contexto natural en el que se formaron, y que son exhibidas en colecciones privadas o públicas como museos, universidades, etc. Este tipo de patrimonio se define como mueble y se puede tratar de fósiles, rocas, minerales y también otro tipo de particularidades geológicas que son extraídas de su lugar de origen que conservan alto interés que puede ser valorado como patrimonio. Hay que tener en cuenta al momento de evaluar una pieza geológica, dos aspectos importantes. El primero de ellos, es que existen elementos geológicos que pierden distinción cuando son extraídos de su ambiente natural, dos ejemplos claros pueden ser los espeleotemas y cualquier mineral que sea parte fundamental en la reconstrucción geológica del entorno. Este primer concepto nos da paso a la segunda premisa: *“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”* (Carcavilla, et al., 2007).

La Junta Directiva de la Comisión de Patrimonio Geológico, realizó una definición actualizada en el VI Congreso Geológico de España; cuyo objetivo es servir de unificación de conceptos. Así nació la siguiente definición: *“El patrimonio geológico es el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente, y d) el origen y evolución de la vida”* (Carcavilla, et al., 2007, p. 17).

En Colombia se han venido desarrollando estudios sobre Patrimonio Geológico la valoración, reconocimiento y conservación de los recursos naturales, un ejemplo es la investigación de Molina y Mercado, (2003) donde proponen esquemas y metodologías para el estudio de los Geotopos y declaran la necesidad de iniciar su inventario. Más adelante algunos autores (Torres, J.E.; et al., 2012) resaltan el potencial de Puntos de Interés Geológico (PIG) que tiene el noroccidente de Colombia. Posteriormente Uasapud, (2013) estima la relevancia del cañón interandino del río Cauca al occidente de Medellín, como patrimonio geológico a escala departamental (Jaramillo Zapata, Caballero-Acosta; et al., 2014). En cuanto al departamento de Santander, diversos trabajos de identificación, descripción y valoración del patrimonio geológico se han desarrollado en municipios como Los Santos (Yepes y Daza, 2017; Archila y Cañas, 2021) Barichara (Torres y Villabona, 2017) y Mogotes (Hernandez y Rodriguez, 2020) en dominios del Cañón del Chicamocha. También se han realizado inventarios del geopatrimonio kárstico en el municipio de El Peñón hacia el sur del departamento (Gelvez y Barajas, 2019; Gelvez et al., 2020).

Respecto a decretos el Estado Colombiano a lo largo de la historia ha buscado garantizar la protección del patrimonio geológico y paleontológico, mediante regulaciones en concordancia de este objetivo. El numeral 9 del artículo 4 del Decreto Ley 4131 de 2011, donde se delegó 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. En el 2016 se incorporó al Servicio Geológico Colombiano como parte de la Comisión Intersectorial Nacional del Patrimonio Mundial, con el fin integrar a todas entidades involucradas en el manejo, cuidado y protección del patrimonio cultural y natural de la Nación (Ley 45 de 1983) (Gobierno de Colombia, 2018).

*Colombia actualmente en el Decreto 1353 de 2018 dio definición a los siguientes aspectos:*

### ***3.1.1 Patrimonio geológico***

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 (Gobierno de Colombia, 2018).

### ***3.1.2 Patrimonio paleontológico***

Integrado por el conjunto de restos directos de organismos o restos indirectos (resultado de su actividad biológica), que se han conservado en el registro geológico y al cuál se le ha asignado un valor científico. Está integrado por los fósiles y los yacimientos donde se encuentran (Gobierno de Colombia, 2018).

### ***3.1.3 Bien de interés geológico y paleontológico***

Todo elemento de naturaleza mueble o inmueble susceptible a ser objeto de estudios geológicos y paleontológicos, que haya sido o pueda ser extraído de la corteza terrestre, que se encuentre en la superficie o subsuelo, sumergido bajo el fondo marino y que, de acuerdo con la metodología de valoración, posea un valor suficiente (Gobierno de Colombia, 2018).

## **3.2 Geodiversidad**

La utilización del término geodiversidad, nacido originalmente como análogo al de biodiversidad, que en inglés (*geodiversity*) está bastante más difundido. Nieto, 2001 define la Geodiversidad como “*el número y variedad de estructuras sedimentarias, tectónicas, materiales geológicos (minerales, rocas, fósiles y suelos), que constituyen el sustrato de una región, sobre las que se asienta la actividad orgánica, incluida la antrópica*” (Jaramillo et al., 2014). Carcavilla et al. (2007), menciona la Geodiversidad como la diversidad geológica de un territorio, a partir del

conjunto de rasgos en un mismo lugar considerando su frecuencia, distribución y su evolución geológica.

En Colombia el uso de esta terminología empezó a tomar fuerzas hace poco tiempo; pero al pertenecer la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN), entiende la geodiversidad como; *“la variedad de rocas, minerales, fósiles, formas terrestres, sedimentos y suelos, junto con los procesos naturales que los forman y modifican”*. Para hacer un estudio de la geodiversidad, se debe analizar la variedad, número y distribución de elementos geológicos presentes y la relación que muestran entre ellos. Puede medirse con indicadores cuantitativos objetivos basados en el cálculo del número y variedad de elementos geológicos presentes en un lugar mediante el uso de la geoestadística (SGC, 2018).

### **3.3 Geotopo**

Carcavilla et al., (2007), define al geotopo como: *“aquellas partes de la geosfera que están delimitadas en el espacio y que presentan una particular importancia geológica, geomorfológica o geoecológica. Son importantes testigos de la historia de la tierra y de la evolución del paisaje y del clima”*. En función de si el proceso que los ha formado está activo o no, se puede hablar de geotopos activos o pasivos. Los geotopos deben ser conservados para generaciones futuras, y deben ser protegidos de aquellos impactos que puedan perjudiciales. En el Decreto 1553, del 2018 se habla de geotopo como de un segmento o porción espacial claramente delimitada de la geoesfera, definida en virtud de los valores patrimoniales geológicos o paleontológicos existentes en sus elementos integrantes o en el conjunto de estos. Por lo tanto, los geotopos son lugares que muestran fenómenos y procesos geológicos (Carcavilla, et al., 2007). En la Tabla 1 se recopilan las calificaciones hechas por Winbledon (1996) y Vargas (2018).

### 3.4 Tipo de Geotopos

**Tabla 1.**

*Categorías de clasificación para geotopos (Modificado de Winbledon, 1996). Modificado de Vargas (2018).*

<b>Interés geológico</b>	<b>Características</b>
Geotopo Estratigráfico - Sedimentológico	Localidad tipo de una formación, columna o sección estratigráfica, tipos de contacto que ilustren cambio en los ambiente 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.

### 3.5 Geositio

Los geositios son equivalentes a los sitios o puntos de interés geológico; el término también es equivalente al de Geotopo. También los geositios pueden estar relacionados con lugares de

interés geológico ya que abarcan la integración de múltiples geotopos en un sitio determinado. En Colombia la definición de geosito hace referencia a aquellos; tipos especiales de geotopos de interés global, donde el interés geológico y son relevantes. Los geositos constituyen por excelencia los geotopos de interés científico mundial que permiten el estudio multidisciplinario (Gobierno de Colombia, 2018).

### **3.6 Fases del proyecto**

#### ***3.6.1 Fase 1: Revisión bibliográfica***

Esta primera fase corresponde a una revisión bibliográfica sobre patrimonio geológico, geodiversidad, geotopo y geosito.

#### ***3.6.2 Fase 2: Obtención y revisión de información***

La información será investigada en varios artículos científicos publicados en diferentes bancos de información académica brindados por la biblioteca de la UIS, se revisará y organizará esta información.

#### ***3.6.3 Fase 3: Análisis de información***

Se analizarán la información para cargarlos a los diferentes softwares para georeferenciar e identificar los lugares con interés geológico (Geotopos), con la finalidad de producir infografías y material audiovisual, para tener material de apoyo útil en el trabajo de campo.

#### ***3.6.4 Fase 4: Análisis de geotopos***

Después de identificar los geotopos, se analizarán y se definirán los tipos de geotopos presentes, teniendo en cuenta la tabla de clasificación de geotopos (Winbledon, 1996).

### ***3.6.5 Fase 5: Recolección del material audiovisual.***

Esta primera fase corresponde a una revisión bibliográfica sobre patrimonio geológico, geodiversidad, geotopo y geositio.

### ***3.6.6 Fase 6: Creación de georutas***

A Cada geotopo se le registrará la respectiva ubicación y su material infográfico mediante la cámara Sony\_A7III, el dron Mavic Air 2 y la GoPro Hero 9, la información se organizará para posteriormente; describir, interpretar y destacar sus rasgos de interés.

### ***3.6.7 Fase 7: Integración de información y resultados***

Se integrará la información obtenida, interpretando los análisis realizados y concluyendo los resultados.

### ***3.6.8 Fase 8: Elaboración del libro***

Para completar el proyecto, se realizará el libro integrando toda la información, análisis, resultados y conclusiones obtenidas a lo largo del proyecto, se evidenciará de forma física a través de un libro y digital a través de un CD el cual se entregará posteriormente al comité universitario.

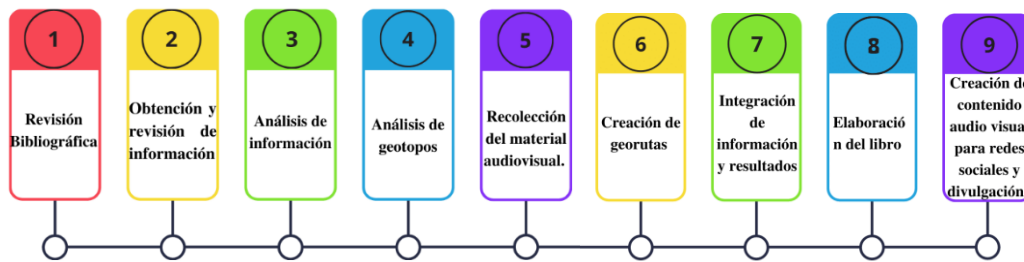
### ***3.6.9 Fase 9: Creación de contenido audio visual para redes sociales y divulgación***

Respecto a las directrices establecidas se hará un plan estratégico para subir el contenido y la información verificada, en las distintas redes sociales.

## **3.7 Flujo diagrama**

### **Figura 3.**

*Flujo Diagrama. A partir de la metodología del SGC.*



### 3.8 Metodología del Inventario de Patrimonio Geológico Inmueble

En la gestión, estudio y conservación del patrimonio geológico de una región, es primordial catalogar cada uno de los elementos de interés, con el fin de identificar y conocer aspectos claves como ubicación, importancia dentro del contexto geológico y particularidades. Este sistema de catalogación de patrimonio geológico se define como Inventario y se realiza para aportar información valiosa sobre las características geológicas, geodiversidad y valor científico de una zona (Carcavilla, et al., 2007).

Esta importante gestión de realizar un inventario de puntos de interés geológico (geotopos) debe seguir las siguientes fases: 1) selección y delimitación del área de estudio, 2) recopilación bibliográfica y documental, 3) síntesis geológica e interpretación previa, 4) localización de geotopos o puntos de interés (PIGs) y, por último, 4) clasificación, valoración y selección de geotopos por medio de una metodología de valoración de patrimonio (Carcavilla, et al., 2007).

En establecimiento de un inventario de patrimonio geológico, pueden existir variaciones entre uno y otro, pero éstas están relacionadas con el grado de detalle y rigurosidad en cada una de las etapas, junto con el enfoque y la asociación de los distintos puntos de interés (Carcavilla, et al., 2007). En la Figura 4 se desglosa cada una de las fases y se observa los procedimientos a seguir para la realización de un inventario de PIGs.

**Figura 4.**

*Metodología de inventario de geotopos. Tomada del Servicio Geológico Colombiano (2018).*



### **3.8.1 Selección y delimitación del área de estudio.**

El proceso de elaboración de un inventario geológico debe surgir desde la presencia de una zona a escala regional y/o local, que posea alta representatividad geológica sustentada en diferentes estudios científicos.

### **3.8.2 Recopilación bibliográfica.**

Esta fase se considera indispensable en el momento de realizar un inventario, y consiste en la recopilación de información presente sobre características geológicas en el área de estudio, teniendo en cuenta que abarque temas de diferentes ramas geológicas y sirvan como apoyo en las siguientes fases. Se puede basar en la obtención de trabajos de grado, cartografía geológica del Servicio Geológico Colombiano asignado y documentos públicos como la cartografía temática de espacios naturales protegidos (Carcavilla, et al., 2007).

### **3.8.3 Localización de geotopos.**

Fundamentado en la fase de recopilación de material bibliográfico, se procede a realizar un catálogo previo de geotopos o puntos de interés geológicos (PIGs), clasificados por su importancia relativa.

#### **3.8.4 Listado potencial de geotopos**

A partir de la recopilación bibliográfica se identifican unos potenciales geotopos en el área de estudio del inventario. En esta fase se enlistan los potenciales geotopos de forma organizada según su grado relativo de relevancia.

#### **3.8.5 Preparación de la fase de pre-campo.**

Con la obtención del catálogo previo de geotopos y puntos de interés geológicos (PIGs), se prepara la fase mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que sirva de soporte para la localización y estimación del área aproximada de cada una de las locaciones. A su vez, es indispensable la notificación y presentación del proyecto con las entidades encargadas de la gestión en la zona.

#### **3.8.6 Valoración de PIGs y geotopos en campo.**

Para la evaluación es de vital importancia ejecutar una metodología de valoración de la cual se contenga una guía con parámetros que ayuden a identificar, localizar, clasificar, definir el valor intrínseco, la potencialidad de uso y el riesgo de degradación de los bienes en prospecto que hacen parte del patrimonio geológico. Para llevar a cabo la evaluación del patrimonio geológico es necesario identificar los geotopos que tendrían un mayor índice de riqueza geológica y paleontológica puesto que serán más susceptibles para ser declarados bienes de interés y a su vez inmuebles pertenecientes a una zona de Protección Geológica y Paleontológica (Carcavilla, et al., 2007).

El Servicio Geológico Colombiano crea la Metodología de Inventario del Patrimonio Geológico Inmueble para Colombia teniendo en cuenta la Metodología de Valoración Inmueble del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), junto con el trabajo de *“Inventory and*

*Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review*” elaborada por el Profesor José Brilha en la Universidad de Minho (Portugal) en el año 2015 (SGC, 2018).

La información obtenida pasa a ser parte del Inventario Nacional Geológico y Paleontológico (INGEP), catalogado como una estructura dinámica que se nutre día a día de Bienes de Interés Geológico y Paleontológico mueble e inmueble; teniendo como base la calificación obtenida por medio de las metodologías de valoración de patrimonio geológico (Gómez y Martínez, 2021). Según la Metodología de Valoración de Patrimonio Inmueble del Servicio Geológico Colombiano, son utilizados 22 parámetros para la valoración de geotopos (Tabla 2). Los cuales están divididos de la siguiente manera. El valor científico se evalúa a partir de los parámetros del (I al VIII) el valor educativo a partir de los parámetros I, II, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII y XIV y el valor cultural a partir de los parámetros VI, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI y XXII (SGC, 2018).

**Tabla 2.**

*Parámetros Valoración Metodológica del Patrimonio Geológico Inmueble. Tomada del Servicio Geológico Colombiano (2018).*

PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN		
		XII. Accesibilidad	Ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados
I. Representatividad	Informa sobre la cualidad del lugar para ilustrar adecuadamente las características de un determinado rasgo o proceso geológico en relación al área bajo estudio	XIII. Espectacularidad o belleza	Informa el atractivo visual del rasgo o proceso geológico
II. Carácter de localidad de referencia	Informa sobre la cualidad del lugar como referencia estratigráfica, paleontológica, mineralógica, etc. a nivel regional, nacional e internacional	XIV. Tamaño	Orienta sobre la capacidad de carga del lugar, en función de su extensión y su vulnerabilidad respecto a las visitas
III. Grado de conocimiento científico	Indica que la relevancia geológica e interés geocientífico del lugar lo hacen objeto de publicaciones y estudios científicos	XV. Resistencia a la degradación	Indica sobre la dificultad de degradarse del rasgo o proceso geológico, de acuerdo a sus características intrínsecas frente a las condiciones físico-químicas del entorno
IV. Potencial de investigación relevante para las geociencias	Informa si el lugar presenta potencial de investigación para fines geocientíficos, de acuerdo al grado de experticia de las personas consultadas	XVI. Uso tradicional	Informa sobre el uso que puede tener el lugar para grupos étnicos o comunidades religiosas
V. Estado de conservación	Informa de la existencia de deterioro físico del rasgo o proceso geológico	XVII. Simbolismo	Informa sobre la importancia simbólica que pueda tener el lugar para las personas a nivel local, regional o nacional
VI. Condiciones de uso	Indica la existencia de obstáculos físicos o legales para el uso del lugar	XVIII. Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural	Informa si el lugar presenta otros elementos de interés no geológico pertenecientes al patrimonio natural y/o cultural, o si se encuentra en proximidad a estos, lo cual puede atraer un mayor número de visitantes
VII. Rareza	Informa sobre la escasez de lugares con rasgos similares al descrito en relación al área bajo estudio	XIX. Potencial/uso divulgativo	Indica la facilidad con la que el lugar ilustra la importancia o utilidad de la geología al público general (sin conocimientos en geología)
VIII. Diversidad geológica	Informa de la existencia de varios rasgos o procesos de interés geológico	XX. Turismo y actividades recreativas	Informa si el lugar tiene potencial para la realización de actividades de turismo y recreación, o si ya se utiliza para este fin
IX. Potencial/uso didáctico	Indica si el lugar ilustra rasgos o procesos geológicos que puedan ser explicados en la docencia a estudiantes de distintos niveles educativos, o ya se utiliza para este fin	XXI. Entorno socioeconómico	De acuerdo con el porcentaje de Necesidades Básicas Insatisfechas – NBI del DANE, informa sobre las condiciones socioeconómicas de la región, las cuales se pueden ver beneficiadas con la utilización del lugar como factor de desarrollo local
X. Infraestructura logística	Informa sobre la existencia de alojamientos, almacén de suministros básicos, centros de salud y redes móviles en un radio determinado	XXII. Proximidad a zonas recreativas	Indica la cercanía de zonas recreativas o turísticas al lugar, ligado tanto al número potencial de visitas, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados
XI. Densidad de población	Ligado al número de habitantes en un radio determinado y su potencial de carga de visitantes, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados		

la valoración obtenida es cuantificable por medio de una serie de fórmulas que otorgan diferentes pesos porcentuales a cada uno de los parámetros (Tabla 3). Los parámetros de valoración serán definidos cuantificadamente, cada uno con un peso porcentual que nos permitirá obtener el cálculo valorativo para cada uno de los geotopos. (Tabla 4).

### Tabla 3.

*Pesos porcentuales de valoración de geotopos. Tomada del Servicio Geológico Colombiano (2018).*

Parámetros v	Valor y potencial de uso>	Valor Científico	Potencial de uso educativo	Potencial de uso turístico
		Peso porcentual	Peso porcentual	Peso porcentual
I.	Representatividad (R)	25	5	0
II.	Carácter de localidad de referencia (L)	10	5	0
III.	Grado de conocimiento científico (K)	15	0	0
IV.	Potencial de investigación relevante para las geociencias (P)	10	0	0
V.	Estado de conservación (C)	10	5	0
VI.	Condiciones de uso (U)	5	10	5
VII.	Rareza (A)	15	5	0
VIII.	Diversidad geológica (D)	10	10	0
IX.	Contenido/Uso didáctico (Cd)	0	20	0
X.	Infraestructura logística (IL)	0	5	5
XI.	Seguridad (Se)	0	5	5
XII.	Densidad de población (Dp)	0	5	5
XIII.	Accesibilidad (Ac)	0	15	5
XIV.	Espectacularidad o belleza (B)	0	5	10
XV.	Tamaño (T)	0	5	5
XVI.	Resistencia a la degradación (Re)	0	0	5
XVII.	Uso tradicional (Ut)	0	0	10
XVIII.	Simbolismo (S)	0	0	10
XIX.	Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural (NC)	0	0	5
XX.	Contenido/Uso divulgativo (Cv)	0	0	15
XXI.	Turismo y actividades recreativas (Tr)	0	0	5
XXII.	Entorno socioeconómico (Es)	0	0	5
XXIII.	Proximidad a zonas recreativas (Zr)	0	0	5
<b>Total pesos</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

El cálculo del valor patrimonial es analizado de acuerdo con las siguientes formulas (Figura 5), las cuales relacionan los parámetros definidos en cada geotopo y establecen la determinación de los valores científicos, educativos y culturales.

**Figura 5.**

*Ecuaciones de peso porcentuales. Tomado de la guía Metodología SGC (2018). (Vp: Valor Patrimonial) = (Vc: Valor Científico). Cada uno de los valores calculados tiene un rango entre 0 y 10*

$$\text{Valor científico (V}_c\text{)} = \frac{25(R) + 15(K + A) + 10(L + P + C + D) + 5(U)}{40}$$

$$\text{Valor educativo (V}_e\text{)} = \frac{20(Pd) + 15(Ac) + 10(U + D + IL) + 5(R + L + C + A + Dp + B + T)}{40}$$

$$\text{Valor cultural (V}_r\text{)} = \frac{15(S + Pdv) + 10(B + Ut) + 5(U + IL + Dp + Ac + T + Re + NC + Tr + Es + Zr)}{40}$$

Con base a los resultados obtenidos de 0 – 10 en la metodología de valoración científica anteriormente explicada y realizada se procede a clasificar los geotopos (Tabla 4) de acuerdo con su valor y para esto, nos guiamos de los siguientes rangos:

**Tabla 4.**

*Clasificación de Geotopos por valor científico. Tomada del Servicio Geológico Colombiano (2018).*

<b>Clasificación del Geotopo</b>	<b>Valor Científico</b>
Geotopo de valor muy alto	$V_c \geq 7,5$
Geotopo de valor alto	$6,5 \leq V_c \leq 7,4$
Geotopo de valor medio	$3,3 \leq V_c \leq 6,4$
Geotopo de valor bajo	$V_c \leq 3,2$

Para concluir con la evaluación se tiene en cuenta que aquellos geotopos que posean un valor científico igual o superior a 7,5 serán más susceptibles de ser declarados bienes de interés geológico y paleontológico inmuebles. En la Tabla 5 están los parámetros utilizados para la valoración de la susceptibilidad de degradación natural.

**Tabla 5.**

*Parámetros de Valoración (Tomado de Vargas, 2018).*

PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
Tamaño	Orienta sobre la capacidad de carga del lugar, en función de su extensión y su vulnerabilidad respecto a las visitas
Fragilidad	Indica sobre la facilidad de degradarse del rasgo o proceso geológico, de acuerdo a sus características intrínsecas frente a las condiciones físico-químicas del entorno
Amenazas naturales	Informa sobre la existencia de amenazas naturales y su intensidad, que pueden afectar los rasgos o procesos geológicos relevantes. Para evaluar este parámetro se recomienda apoyarse en la consulta de los mapas de gestión del riesgo consignados en los planes de ordenamiento del área bajo estudio.

La susceptibilidad de degradación (SDN), tiene los parámetros de la Tabla 5 que son definidos con valores entre 0 y 10, y se realiza con la siguiente fórmula:

$$SDN = T \times F \times An$$

Cada variable T, F y An toman el valor del puntaje asignado en el formulario de valoración. Los parámetros de valoración para la susceptibilidad de degradación antrópica son definidos y se relacionan con pesos exactos.

La valoración de la susceptibilidad de degradación antrópica se realiza multiplicando el factor tamaño (T) por la suma ponderada de los parámetros relacionados (Tabla 6) en el formulario de valoración respectivo, con los puntos que correspondan, según la siguiente fórmula (SGC, 2018):

$$SDN = T [25(MH + Ex) + 15(Urb) + 10(Ac) + 5(Ts + Rp + Pf + Dp + Zr)]$$

Cuando exista la posibilidad de encajar la respuesta en más de un apartado, se optará por la puntuación más alta. Finalmente, se ha recomendado priorizar la conservación de los geotopos, teniendo la susceptibilidad de degradación ante las amenazas antrópicas (SDA).

**Tabla 6.**

*Descripción y pesos asignados a los parámetros utilizados para el cálculo de la susceptibilidad de degradación antrópica. (Tomado del SGC)*

PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
Interés para la explotación minera o para la captación de agua	Informa acerca de la vulnerabilidad del lugar por el interés que puede tener para la explotación minera o hídrica	25
Vulnerabilidad al expolio	Indica la vulnerabilidad del lugar de acuerdo al valor, abundancia y facilidad de extracción del lugar de origen de los elementos geológicos allí presentes	25
Proximidad a infraestructuras	Informa sobre la existencia de amenazas antrópicas por infraestructuras en general	15
Accesibilidad	Ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados	10
Titularidad del suelo y régimen de acceso	Informa sobre el régimen de propiedad del lugar (privado o público) y el acceso libre o restringido al mismo	5
Régimen de protección del lugar	Informa sobre la posible protección del lugar en función de su ubicación dentro o fuera de un área protegida	5
Protección física o indirecta	Informa acerca de las dificultades físicas y/o indirectas de acceso al lugar	5
Densidad de población	Ligado al número de habitantes en un radio determinado y su potencial de carga de visitantes, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados	5
Proximidad a zonas recreativas	Indica la cercanía de zonas recreativas o turísticas al lugar, ligado tanto al número potencial de visitas, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados	5
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### ***3.8.7 Consolidación del listado final de geotopos***

Posterior a la fase de campo se procede a consolidar el listado final de los geotopos valorados, en donde se podrán visualizar los geotopos ordenados de acuerdo con su valor científico y con la susceptibilidad de degradación que estos presentan. A partir de esa lista, se definirán los geotopos que posean un elevado valor científico y sobre los que exista una mayor susceptibilidad de degradación (García-Cortés, Carcavilla, y Díaz-Martínez, 2015).

### **3.8.8 *Análisis de resultados***

En esta fase el listado final de geotopos deberá ser revisado a fin de garantizar que los resultados obtenidos sean coherentes. En caso de no serlo, se debe revisar la metodología aplicada y analizar el porqué de los resultados para hacer las modificaciones pertinentes.

## **3.9. Actividades del Proyecto de Investigación**

Se dividen de manera general en: 1) Precampo, 2) Campo, 3) Análisis de datos y 4) Informe final.

### **3.9.1 *Precampo.***

La primera fase consiste en la revisión de todos los datos geológicos que han sido publicados para el área de estudio (mapas geológicos, tesis, inventarios preliminares, informes etc.). También se debe consultar la información referida al patrimonio natural (áreas protegidas, reservas, etc.) y cultural (cuevas, yacimientos arqueológicos, etc.) que existan en la zona.

Una vez la información está recopilada y organizada, se cuenta con una lista preliminar de geotopos, y se desarrolla una síntesis geológica del área de estudio donde se presenta las principales características y evolución geológica de la zona. Esta lista preliminar de geotopos puede ser complementada con la herramienta de cartografía social y personas expertas de la zona (Carcavilla, 2007).

### **3.9.2 *Campo***

Se identificarán y caracterizarán todos los lugares incluída en la lista preliminar de sitios, y se reconocerán nuevos potenciales geotopos. Completada esta fase se tendrá una lista final de sitios, con su caracterización.

En esta fase se realizará la toma de material audiovisual para el desarrollo de la parte de divulgación. A cada geotopo se le registrará la respectiva ubicación y su material infográfico mediante la cámara Sony\_A7III, el dron Mavic Air 2 y la GoPro Hero 9, la información se organizará para posteriormente; describir, interpretar y destacar sus rasgos de interés.

### ***3.9.3 Análisis de datos***

Elección y ajuste de una metodología de valoración que se ajuste a las características propias del territorio. Para cada sitio se encontrará su valor científico, su potencial de uso educativo, uso turístico, y su riesgo de degradación. Con estas valoraciones se catalogarán los sitios de acuerdo con su prioridad.

Se integrará la información obtenida, interpretando los análisis realizados y concluyendo los resultados.

### ***3.9.4 Informe final***

La última etapa consiste en la elaboración del informe final con los anexos correspondientes (fichas descriptivas), dando una síntesis del patrimonio geológico inmueble presente en el municipio, su nivel de importancia, su estado de conservación, sus potenciales de uso y algunas propuestas para la gestión de este.

Para completar el proyecto, se realizará el libro integrando toda la información, análisis, resultados y conclusiones obtenidas a lo largo del proyecto, se evidenciará de forma física a través de un libro y digital a través de un CD el cual se entregará posteriormente al comité universitario. Respecto a las directrices establecidas se hará un plan estratégico para subir el contenido y la información verificada, en las distintas redes sociales.

## 4. Resultados

### 4.1 Descripción de Geotopos

Se identificaron, caracterizaron y valoraron 13 geotopos, los cuáles se encuentran distribuidos en el área de estudio, como muestra la Figura 6, algunos en zona aledañas al casco urbano del municipio o áreas veredales. Estos geotopos presentan cada uno un formulario de acuerdo a la guía metodología del Servicio Geológico Colombiano (Anexo B), también se hizo un registro fotográfico y audiovisual del lugar mediante las herramientas mencionadas anteriormente en la metodología del trabajo de grado (Anexo A).

En la Tabla 7 se organizaron y resumieron las características más importantes de los geotopos expuestos en el mapa geológico.

#### **Figura 6.**

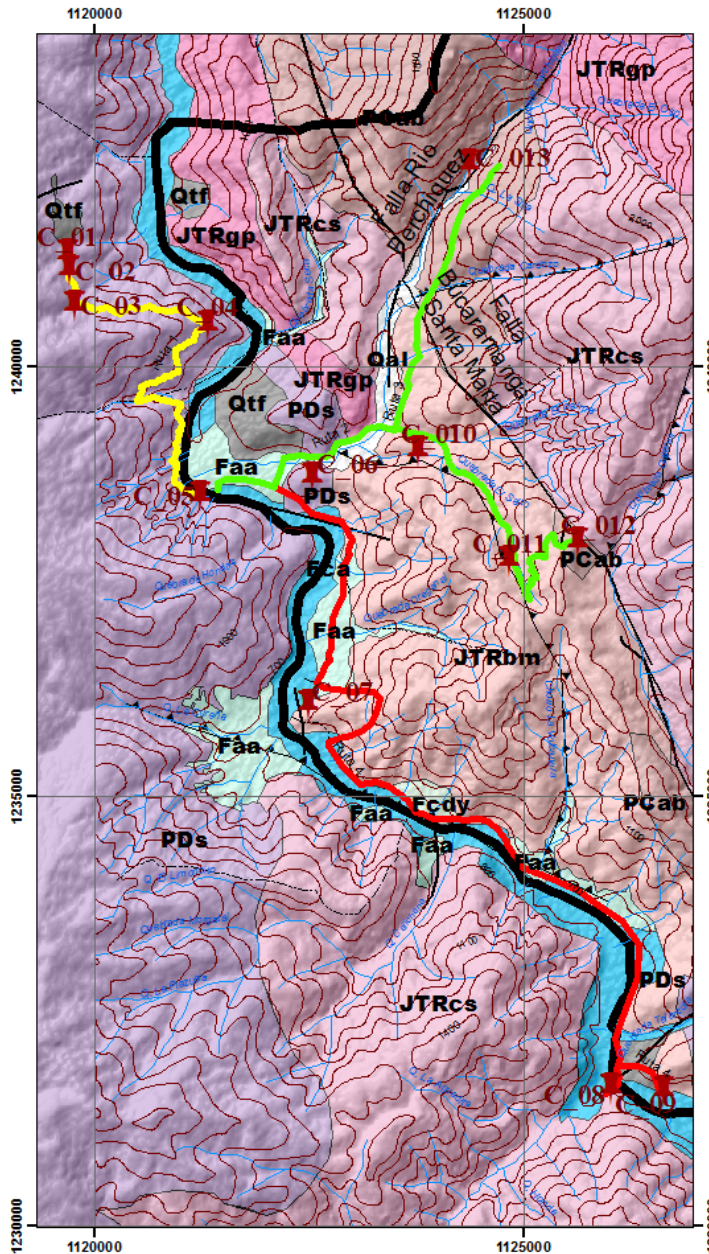
*Mapa geológico del municipio de cepita, ubicación de los geotopos en el área de estudio. Fuentes: (García Santos & Villamizar Blanco, 2021) (Ward D. G., 1973).*



# Mapa de Geotopos Municipio de Cepitá



Autores:  
J.S. Gil & M.P. Calderón



## Leyenda

- Geotopos
- Curvas de Nivel
- Municipio de Cepitá
- # Georutas**
- Ruta 1
- Ruta 2
- Ruta 3
- Drenaje Sencillo
- Drenaje Doble
- Curva Nivel
- Tipo de Fallas**
- Falla Inversa
- Falla de Rumbo
- Falla de Rumbo Inferida

### Geología de Cepita Unidades

- |  |       |                                   |
|--|-------|-----------------------------------|
|  | Qal   | Cuaternario Aluvial               |
|  | Faa   | Abanico Aluvial                   |
|  | Fca   | Cause Aluvial                     |
|  | Fcdy  | Cono de deyección                 |
|  | Qc    | Coluvion, Talud, Derrumbe         |
|  | Qtf   | Terrazas y Conos de Deyección     |
|  | JTRbm | Batolito de Mogotes               |
|  | JTRcs | Cuarzo Monzonita de Santa Barbara |
|  | JTRgp | Granito de Pescadero              |
|  | PDs   | Neis de Bucaramanga               |
|  | PCab  | Formación Silgara                 |



Coordinate System: MAGNA SIRGAS Colombia Bogota zone  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: MAGNA  
 false easting: 1.000.000,0000  
 false northing: 1.000.000,0000  
 central meridian: -74,0775  
 scale factor: 1,0000  
 latitude of origin: 4,5962  
 Units: Meter



**Tabla 7.***Lista de geotopos identificados en el municipio de Cepita*

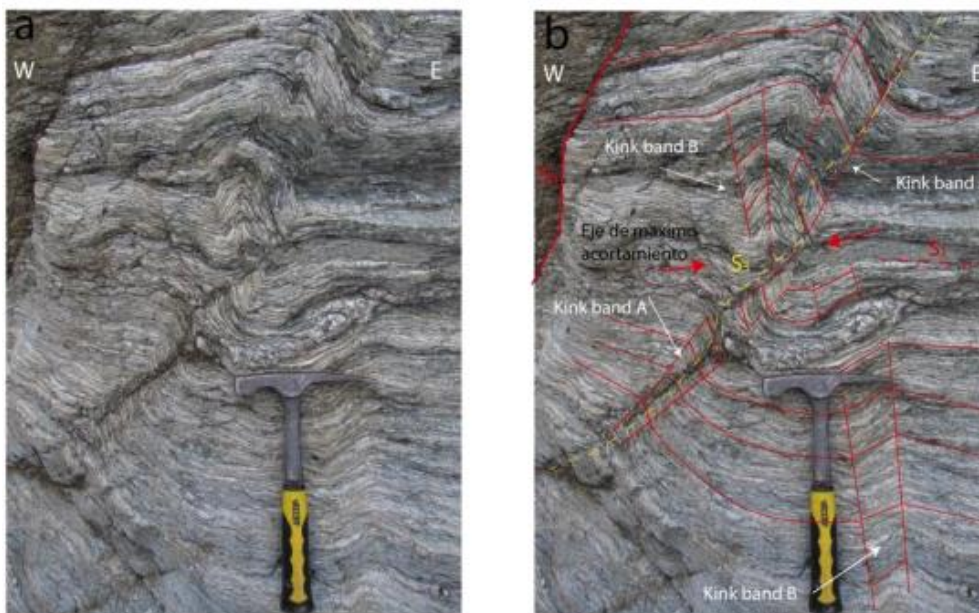
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ubicación</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Altura</b>	<b>Tipo de Geotopo</b>
C_01	Bandas tipo Kink, en la vía principal a Cepita.	Vía principal hacia el municipio Cepitá	1119685,500	1241296,908	947 msnm	Estructural
C_02	Boudins en afloramiento de esquistos granatíferos, en la vía a Cepitá.	Vía principal hacia el municipio Cepitá	1119706,303	1241107,197	947 msnm	Petroológico y Mineralógico, Estructural
C_03	Afloramiento de Tonalita en carretera vía Cepitá	Vía principal hacia el municipio Cepitá	1119758,517	1240698,5	1012 msnm	Petroológico
C_04	Lomo de presión a orillas del Río Chicamocha.	Vía principal hacia el municipio Cepitá	1121312,395	1240474,905	775 msnm	Geomorfológico y Estructural
C_05	La Playita, debajo del puente principal a Cepitá	Puente principal Cepitá	1121222,904	1238480,846	634 msnm	Petroológico y Mineralógico. Estructural
C_06	Mirador Loma Colorada	Loma Colorada	1122534,236	1238704,923	760 msnm	Geomorfológico, Estructural, Petroológico y Mineralógico
C_07	Abanicos recientes y subrecientes, en la vía a la vereda San Miguel	Vía Cepitá - Vereda San Miguel	1122485,732	1236058,127	648 msnm	Estratigráfico, Geomorfológico, Estructural
C_08	Puente de San Miguel.	Vía Cepita - Vereda San Miguel (Puente Principal San Miguel)	1126010,76	1231589,784	676 msnm	Geomorfológico
C_09	Suroriente de San Miguel.	Vía Cepitá - Vereda San Miguel	1126625,731	1231548,295	692 msnm	Geomorfológico, Petroológico y Mineralógico
C_010	La Variante.	Vía principal a la vereda de La Chorrera	1123768,973	1239008,276	575 msnm	Geomorfológico
C_011	Diques Diabasicos, en la vereda Chorreas	Quebrada Mangos, hacia la vereda La Chorreas	1124833,102	1237730,85	889 msnm	Petroológico
C_012	Falla de Bucaramanga en la vereda La Chorrera	Entrada a la vereda de La Chorrera	1125624,205	1237949,707	1398 msnm	Estructural
C_013	Migmatitas del río Perchiquez	Vereda de Pescadito	1121541,086	1240389,183	980 msnm	Petroológico

#### 4.1.1 C\_01 Bandas tipo Kink, en la vía principal a Cepita

Después del desvío a mano izquierda de la carretera nacional 45<sup>a</sup> se descenden 6.3 km hacia la cabecera urbana. Se identificaron estructuras “kink band” o bandas tipo kink sobre los Esquistos del Chicamocha (Villamizar Escalante N. , 2014), la primera estructura “Kink Band” identificada es la que se muestra en la (Figura 7. A.) se puede observar la geometría y la disposición espacial de la estructura, se observa en el costado derecho la foliación o clivaje composicional (S1) propio de los esquistos (esquistos micáceos) a su vez se identifica la estructura compuesta por dos (2) bandas kink las cuales poseen en la suma de sus ángulos  $\alpha^1 + \alpha^2$  un ángulo obtuso (Figura 7 B.), lo cual permite interpretar que la estructura es generada en un ambiente tectónico compresivo (Villamizar Escalante N. , 2014).

#### Figura 7.

A) Afloramiento sin interpretación, b) estructura de bandas tipo Kink conjugadas además del establecimiento del eje de máximo acortamiento y el desarrollo del clivaje debido al desarrollo de la estructura (S3). Tomado de (Villamizar Escalante N., 2014).

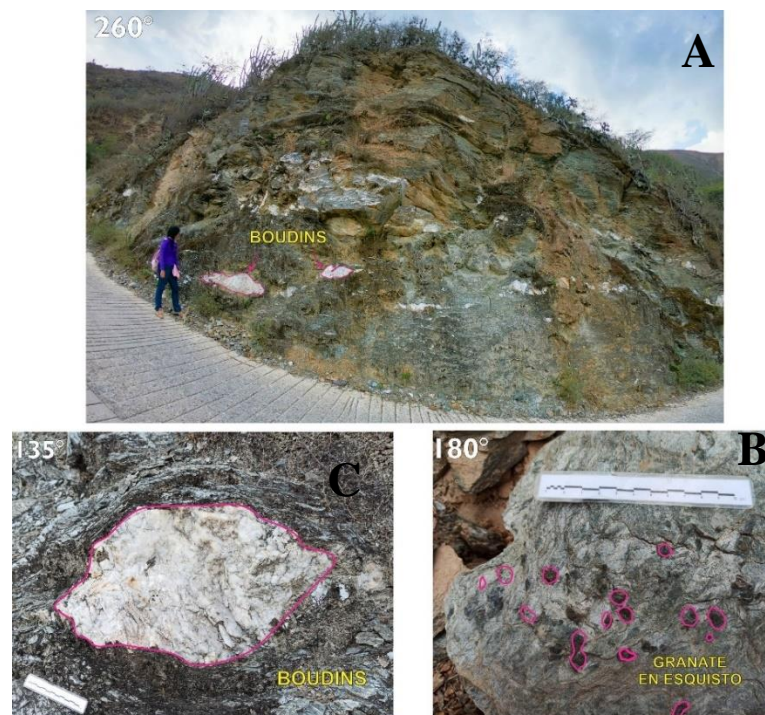


#### 4.1.2 C\_02 Boudins en afloramiento de esquistos granatíferos, en la vía a Cepitá

Por la vía nacional 45<sup>a</sup> en sentido norte-sur, se encuentra a mano derecha el desvío que dirige hacia el municipio de Cepita, luego de descender 7 km a margen derecha se encuentra un afloramiento de esquistos micáceos (Figura 8. B.) pelíticos con presencia de cuarzo y biotita (un claro ejemplo de la zona de la biotita), que presenta la particularidad de tener como mineral accesorio el granate. También hay presencia de boudins, simétricos, los cuales son estructuras extensionales formadas por la extensión paralelas a las capas o laminas (en este caso la foliación S1) (Villamizar Escalante N., 2014). Los boudins se pueden formar en distintos regímenes deformativos, desde frágil a dúctil y a su vez se puede conocer su movimiento relativo si su geometría es asimétrica. Podemos detallar que el tamaño varía desde 20 cm a el más grande que está en la (Figura 8. C), de aproximadamente 60 cm.

#### Figura 8.

A. Afloramiento de los Esquistos del Chicamocha. B. Granates en Esquistos. C. Boudins



#### 4.1.3 C\_03 Afloramiento de Tonalita en la carretera vía Cepitá

Este geotopo se encuentra ubicado en la vía principal al municipio de Cepitá a 8 km del desvío sobre la vía de El Pescadero. Se encuentra sobre la carretera un afloramiento en el cual se puede observar una litología ígnea representativa de la zona. En el afloramiento hay presencia de una roca ígnea clasificada como Tonalita, con alto contenido de feldespatos potásicos asociada a los pulsos magmáticos del Jurásico. En el sitio tiene un potencial científico y didáctico que puede ser desarrollado por la poca bibliografía que posee, y que a su vez permitirá comprender la historia geológica de los eventos magmáticos del Macizo de Santander y el Cañón del Chicamocha.

#### Figura 9.

*Afloramiento de Tonalita.*



#### **4.1.4 C\_04 Lomo de presión a orillas del Río Chicamocha**

Ubicado en la vía El Pescadero-Cepitá aproximadamente 9.5 km del desvío principal. Se encuentra un tramo de la carretera donde su principal atractivo es la vista panorámica que destaca geoformas de origen estructural. En la Figura 10. A. Resaltan geoformas de origen transpresivo como lomos de presión causados por saltos laterales de la falla, lomos de obturación, drenajes desplazados, valles lineales, silletas de falla, trincheras y facetas triangulares. También se identifican depósitos de aluviones que se podrían relacionar con áreas de apertura, estilo cuencas de tracción alargadas (transtensión) (Villamizar Escalante N., 2014).

Las morfoestructuras son definidas por el trazo claro de la Falla de Umpalá dejando un valle marcado, el cual presenta grandes facetas triangulares en su extremo norte (Figura 10. A.). Además, se observa un trazo del corredor de falla de la Falla de Bucaramanga, que en estudios anteriores ha sido denotado como la falla de piedemonte (splay de la falla de Bucaramanga) (Osorio et al., 2008), que recorre gran parte de la zona estudio. Adicionalmente, se observa como los cursos de los ríos Manco y Umpalá se encuentran desviados por una expresión morfológica del terreno, la cual se interpreta como un lomo de obturación por desplazamiento dextral, por la acción de una falla antitética R" (Villamizar Escalante N., 2014).

A su vez es en la Figura 10. B, se puede contemplar los diferentes tipos de barras que se extienden a lo largo de la llanura aluvial del Río Chicamocha y que lo definen como un río trezado. Es importante tener en cuenta la presencia de conos de deyección y el abanico aluvial en el que se encuentra ubicado el municipio de Cepitá

#### **Figura 10.**

*Panorámica sobre la carretera principal hacia Cepita. A. un lomo de presión B. Canales trezados, conos de deyección y el abanico aluvial, lomo de presión.*



#### ***4.1.5 C\_05 La Playita, debajo del puente principal de Cepita***

Por la carretera principal al municipio de Cepita, al sur occidente se encuentra el puente principal de Cepita que conecta la carretera nacional con el casco urbano pasando el río Chicamocha (Figura 11.A). En el geotopo se encontraron características geológicas comunes entre las que destacan: la presencia de afloramientos de los Esquistos del Chicamocha (Mantilla-Figueroa, Garcia-Ramirez; et al., 2016) y estructuras de deformación que afectan la misma unidad, haciendo posible su agrupación. Para llegar se desciende al lugar por el margen izquierdo, unos 2 min. Allí se puede observar los Esquistos del Chicamocha con variaciones en su composición a lo largo del afloramiento, existiendo dos tipos: un esquisto anfibolítico de protolito máfico con presencia de actinolita y biotita, y en la parte inferior los niveles de esquistos micáceos con esquistosidad mejor desarrollada debido a la presencia de moscovita (Figura 11.D).

En el área también se evidencia la presencia de una falla con dato estructural AzR 220/42, donde se puede observar que el bloque izquierdo está conformado por los esquistos máficos y conglomerados, y el costado derecho se constituye por un esquisto micáceo. Este geotopo tiene como característica que involucra procesos estructurales y metamorfismo; este último debido la existencia de deformaciones frágiles y dúctiles, como es la crenulación, sigmoides tipo delta y sombras de presión que indican cinemática sinistral (Figura 11.C.), también hay venas de cuarzo que cortan la foliación (Figura 11.D), se observan pliegues de tipo ptigmáticos que evidencian deformación dúctil. El lugar además ofrece algunas geofomas fluviales y los habitantes suelen usar el lugar de forma recreativa.

**Figura 11.**

*Afloramiento de la formación silgara. A. Barrera lateral donde se localiza el geotopo. B. Micro fallamiento en vena de cuarzo. C. Plegamiento del esquistos moscovítico. D. Paso de falla con las dos clases de esquistos descritos.*



#### 4.1.6 C\_06 Mirador Loma Colorada

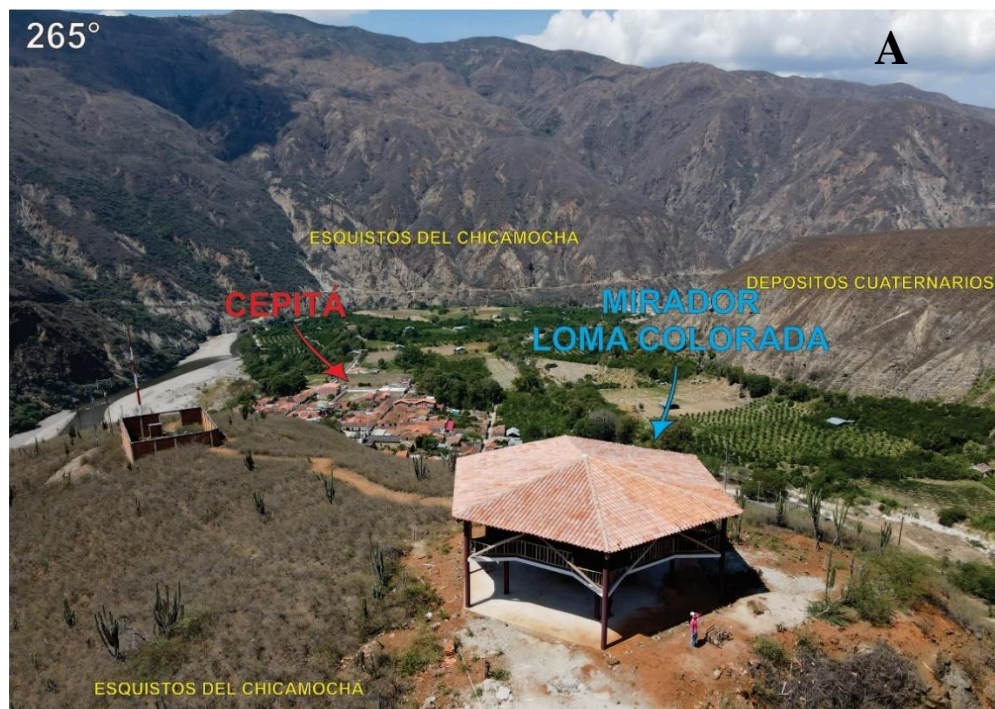
Está ubicado al este del casco urbano de Cepita, su acceso principal es por la zona de la piscina municipal, por un sendero durante un promedio de 35 minutos, hasta llegar a la cima donde se encuentra el mirador. Su principal atractivo es la geomorfología expuesta en la que se observan desde lomos de presión (Figura 12. B.), los escarpes faceteados (Figura 12. A), lóbulo y cono de avalancha de detritos. También diferentes tipos de drenajes, como copa de vino y paralelo. Además, se encuentra el camino del indio (Figura 12. C.), el cual está situado sobre un trazo de

falla, que delimita el cambio de litología entre la Esquistos del Chicamocha con el Batolito de Mogotes, también se observan conos de deyección y conos de flujo de detritos (Galvis, Velandia; et al., 2014).

El lugar ofrece la práctica de senderismo y puede ser adecuado para más actividades recreativas como un centro de recreación familiar, debido a que tiene espacios amplios y con poca vegetación.

**Figura 12.**

*A. Mirador loma colorada. B. Geomorfología denudativa, lomo de presión C. Geomorfología fluvial, terraza aluvial, conos de deyección, llanura aluvial.*





#### 4.1.7 C\_07 Abanicos recientes y subrecientes, en la vía a la vereda de San Miguel

Alrededor de la vía que conduce a la vereda de San Miguel se clasificaron diferentes intereses geológicos. En la Figura 13, se puede observar cambios geomorfológicos entre la zona Occidental. Se observa una pendiente menor y rasgos estructurales poco marcados pertenecientes a los Esquistos del Chicamocha; en contraste, la parte oriental del Río Chicamocha deja en

evidencia pendientes más abruptas con facetas triangulares y rasgos estructurales visibles que dibuja el Batolito de Mogotes (García Santos y Villamizar Blanco, 2021).

A su vez, es importante tener en cuenta la visual que tenemos del camino del indio y su importante contacto con los Esquistos del Chicamocha y el Batolito. En ella se evidencia una estructura que posee una franja estrecha levemente inclinada entre dos pendientes empinadas es decir una silleta de falla (García Santos y Villamizar Blanco, 2021).

Igualmente, es de vital interés poder observar las estructuras sedimentarias conocidas como abanicos aluviales formados por corrientes de agua o drenajes que encuentran un cambio abrupto de pendiente a un valle o llanura. Existen dos tipos de abanicos en la zona, el abanico aluvial subreciente que presenta cobertura y vegetación, debido al paso del tiempo y el abanico aluvial reciente sin vegetación e inconsolidado.

### Figura 13.

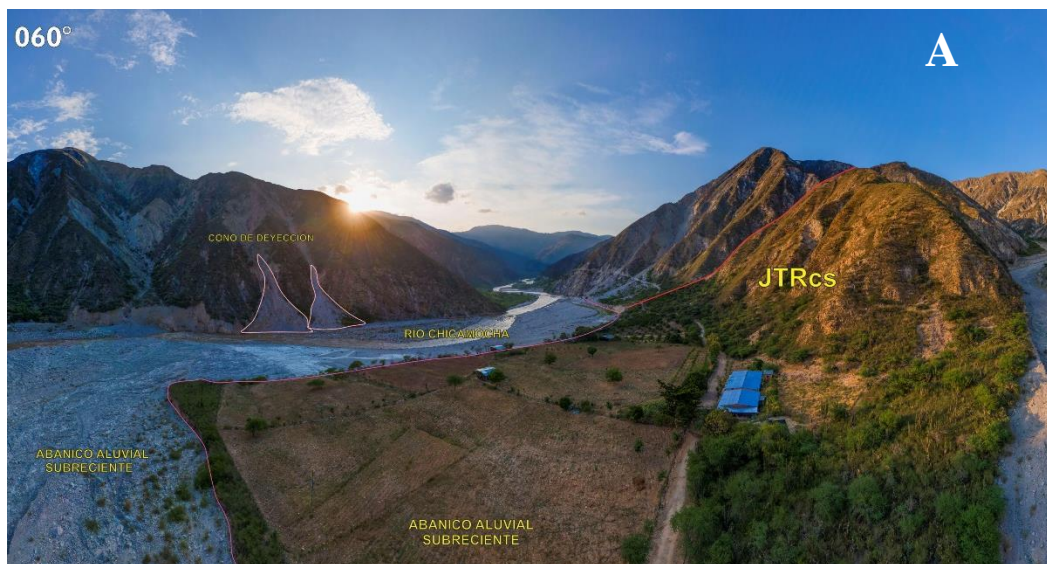
*Abanicos aluviales subrecientes y recientes por la vía Cepita-San Miguel*



En la Figura 14. A, se contempla un panorama similar al punto anterior, pero la particularidad del sector es la presencia de conos de deyección con grandes pendientes en la zona occidental del Río Chicamocha. También en el mismo sector se encuentra una “Strath Terrace”, que consiste en niveles más antiguos y abandonados del río localizados sobre la roca de basamento, (Figura 14. B.) (Bentley, 2010). Se encontraron planos de fallas conjugadas con datos estructurales AzR 300/18 y 135/18 las fallas oblicuas que tienen una componente tanto inversa como dextral las cuales están desplazando las venas de cuarzo en los esquistos moscovíticos del Chicamocha.

### Figura 14.

- A. Vía Cepita-San Miguel, presencia de geformas fluviales; abanicos y conos. B. Strath Terrace.  
C. Venas desplazadas por fallas de rumbo (deformación frágil).





#### ***4.1.8 C\_08 Puente de San Miguel***

El geotopo se encuentra situado al final de la carretera Cepitá – San Miguel, a la altura de la vereda y es fácil de ubicar por la presencia del Puente de San Miguel que cruza el Río Chicamocha. En la zona podemos observar el valle del Río Chicamocha y un escarpe pronunciado

en el que aflora el Batolito de Mogotes, que a su vez es cortado por un dique de aproximadamente 1m de espesor.

En el geotopo se pueden apreciar distintos elementos geológicos y paisajísticos del sector del Cañón del Chicamocha. En la parte geológica es importante denotar la presencia de algunos cuerpos ígneos de Cuarzomonzonita intruidos por una serie de diques diabásicos de espesores que varían desde 40 a 130 cm; compuestos de traquitas (rocas volcánicas principalmente compuestas de feldespatos alcalinos y con cantidades menores de biotita, anfíbol o piroxeno) Figura 15 y 16.

El sitio también presenta un interés turístico por la belleza escénica de los paisajes y la riqueza cultural de la zona, con rutas de fácil acceso para público general, sin embargo, se pueden mejorar varios aspectos de su infraestructura.

### Figura 15.

*Abanico aluvial vereda de San Miguel*



**Figura 16.**

*Río Chicamocha con llanura aluvial. Al margen izquierdo se observa el Batolito de Mogotes (JTRbm).*

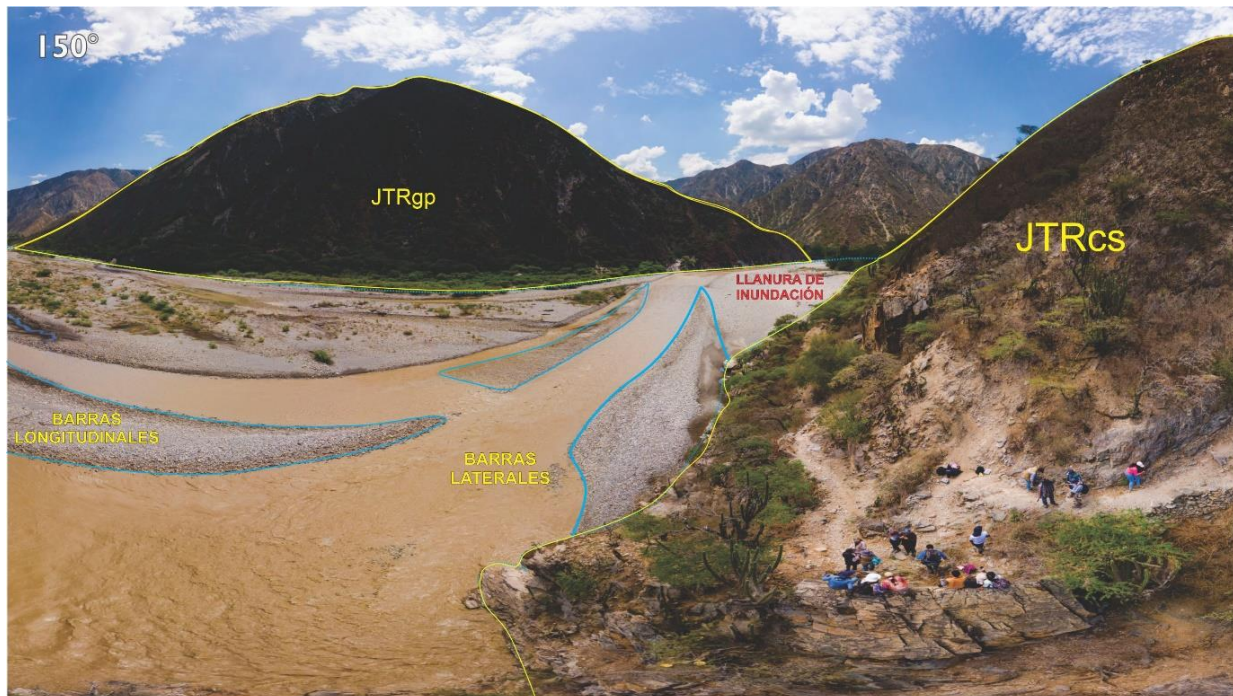
**4.1.9 C\_09 Suroriente de San Miguel**

Al sur oriente de la vereda de San Miguel, se encuentra un camino que es utilizado para bordear el Río Chicamocha. En este lugar además de tener una hermosa vista y gran panorámica, se pueden observar geformas fluviales como en la Figura 17, donde se diferencian los tipos de barras (longitudinales, laterales, entre otras.), además que se observa a margen izquierdo una llanura de inundación.

A menos de un metro se puede observar características litológicas similares al geotopo C\_08, como se muestra a la Figura 18 A. y C, donde se observa la Cuarzomonzonita siendo intruida por una roca volcánica tipo lalita, con composición cuarzo (<5%), feldespatoides (<0%), con plagioclasas (35-65%).

**Figura 17.**

*Geoforma fluvial, barras longitudinales y laterales*

**Figura 18.**

*A, B. Diques de roca ígnea, latita de espesores que varían desde 40 cms a 130 cms; (Rocas volcánicas principalmente compuestas de feldespato alcalino y con cantidades menores de biotita, anfíbol o piroxeno).*



#### 4.1.10 C\_010 La Variante

Se encuentra en la vía que conduce desde el casco urbano de Cepita hacia la vereda La Chorrera. El lugar ofrece una panorámica que permite diferenciar los diferentes cambios de litología de la zona, ya que se ve el contraste de colores y variación del terreno (Figura 19. A.B), donde los Esquistos del Chicamocha se ven hacia el municipio de Cepita y la Cuarzo Monzonita hacia la carretera que dirige a la vereda La Chorrera. Es un lugar comúnmente conocido por los habitantes debido a un suceso importante del municipio y se caracteriza por ser un geotopo de fácil

acceso y panorámicas interesantes a la zona de la Falla Perchiquez y a las distintas estructuras que surgen a partir de ella, como lo son facetas triangulares y lomos de presión.

**Figura 19.**

A. Panorámica hacia la vereda La Chorrera donde se observa indicadores de falla como las facetas triangulares. B. Panorámica hacia cepita donde se encuentra el mirador 360° y la silleta de falla



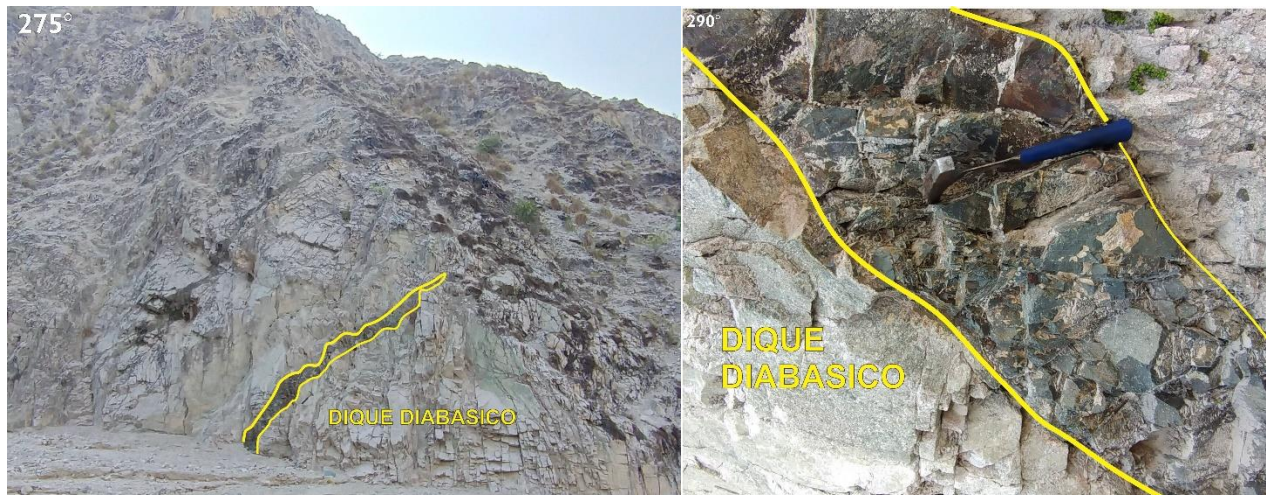
**4.1.11 C\_011 Diques Diabasicos, en la vereda La Chorrera**

En la carretera principal que conduce a la vereda La Chorrera, por la quebrada Los Mangos. Se puede observar el cambio de litología y además la presencia de diques granodioríticos los cuales

se encuentran desplazados por planos de falla con datos estructurales de AzR 330/52. También el cambio de color muestra la presencia de rocas ígneas una de ellas con textura fanerítica leucocrática constituida por cuarzo 20%, feldespato k 50% y plagioclasas 30%, como mineral secundario se encuentra la biotita. Se trata de la Cuarzo Monzonita de Mogotes, que se encuentra cortada por diques de composición intermedia o, latitas que presentan una dirección de AzR 335/60 y 332/70. Al lugar se accede por una carretera destapada, pero puede adecuarse a las prácticas de senderismo y generar actividades recreativas.

**Figura 20.**

*Dique diabásico por la quebrada Los Mangos*



#### **4.1.12 C\_012 Falla de Bucaramanga en la vereda La Chorrera**

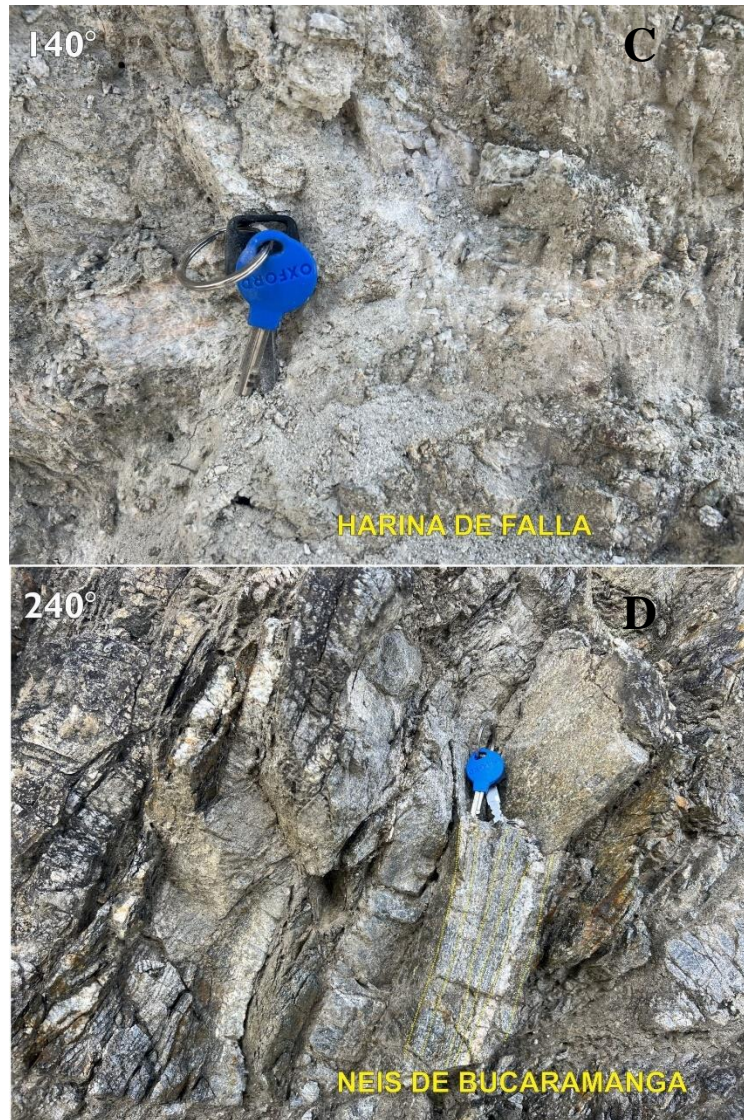
Se encuentra ubicado por la vía Cepitá – San Andrés, en el desvío a la Vereda La Chorrera. El geotopo es uno de los más destacables de la zona, gracias a los diversos estudios que se han hecho a lo largo de la Falla Bucaramanga, estos determinaron que su sistema de fallas tiene un movimiento sinistral, con dirección N15°W; (Boinet et al., 1989). La edad del sistema de fallas aún se encuentra en debate, ya que diversos actores consideran que es del Paleógeno (Montes et al., 2009; Tschanz et al., 1974; Young et al., 1956), mientras que otro grupo se inclina a pensar que la edad de es del Neógeno (Boinet et al., 1980; Campbell, 1968; Duque Caro, 1980; Paris, 2000).

Es una zona con un atractivo geo turístico muy importante debido a la panorámica que evidencia el carácter transcurrente regional, la cinemática sinistral (Figura 21 A.) y el basamento involucrado (pre-Cámbrico y Triásico-Jurásico del Macizo de Santander) (Figura 21. A). Las geoformas que ofrece van desde un lomo de presión elongado producto de salto a la derecha de la Falla de Bucaramanga (sector de La Chorrera); adyacentes se observan indicadores neotectónicos como facetas triangulares y valles alineados, con un componente de rumbo sinistral con formas de copa de vino; al fondo (izquierda de la imagen), desviación aguas abajo del cauce de la Quebrada Galeras producto del arrastre sinistral de la falla (Figura 21.B.) (García Santos y Villamizar Blanco , 2021). Se encontró Harina de falla (Figura 21. C.) en uno de los afloramientos cercanos al corredor de falla, consiste en roca molida compuesta de por pequeños fragmentos de roca (Van Der Pluijm, B.A. and Marshak, S., 2004; Fossen 2010), alledaño se observó el Neis de Bucaramanga, (Figura 21. D).

**Figura 21.**

A. Facetas triangulares que denotan la falla de Bucaramanga. B. Panorámica del paso de Falla Bucaramanga. C. Harina de falla. D. Neis (PCab).



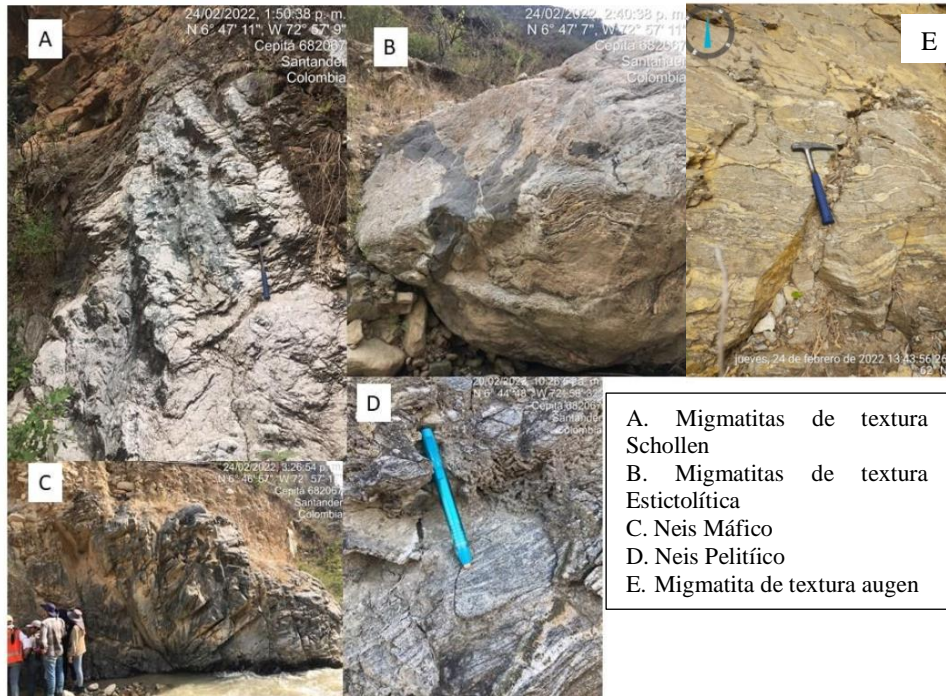


#### ***4.1.13 C\_013 Migmatita del río Perchiquez***

Este geotopo se encuentra en la zona noroccidental de Cepitá en la vereda de Pescadito, en este lugar hay presencia de migmatitas del gneis de Bucaramanga con variedades estructurales de migmatitas estromática, augen, schlieren y scholen. Así mismo aflora el gneis hornblendico de textura grano lepidoblástica, cuarzo+plagioclas+hornblenda, sillimanita. con foliación AzR 30/45, pertenece a la facie andalucita-almandino, zona de la epidota-anfibolita y tipo composicional máfico.

**Figura 22.**

*Variaciones composicionales de neises en la zona hacia el Río Perchiquez contaba con variaciones más máficas así como con variedades migmatíticas pertenecientes a esta misma unidad dentro de las cuales se encontraban migmatitas estromáticas, augen, flebíticas, plegadas y shlieren (Foto tomada del grupo de Campo II 2021-2).*



## 4.2 Valoración de Geotopos

Respecto a la metodología anteriormente mencionada, para cada geotopo se asignó un formulario según el SGC donde se le asignaron valores dependiendo de cada parámetro, se elaboró una hoja Excel donde se hicieron lo respectivos cálculos para obtener la Tabla 8-9, Figura 23.

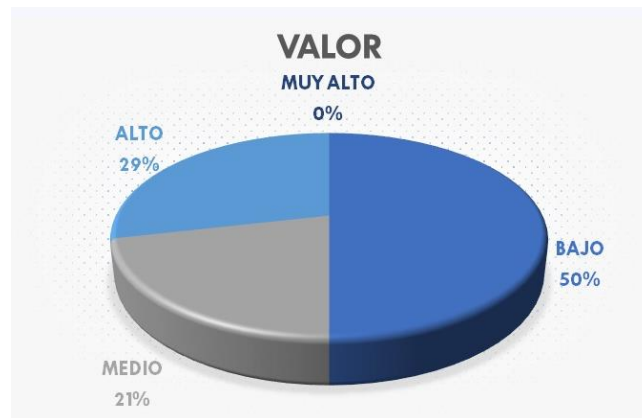
**Tabla 8.**

*Resultados de la valoración de los geotopos. Nota: VC: Valor Científico; PUE: Potencial de Uso Educativo; PUT: Potencial de Uso Turístico; SDN: Susceptibilidad de Degradación Natural; SDA: Susceptibilidad de Degradación Antrópica.*

<b>Código Geotopo</b>	<b>Nombre Geotopo</b>	<b>VC</b>	<b>PUE</b>	<b>PUT</b>	<b>SDN</b>	<b>SDA</b>
C_01	Bandas tipo kink	<b>7</b>	6,9	6,95	0,011	0,4
C_02	Boudins en esquistos granatíferos	2,5	5	4,25	0,75	2,25
C_03	Afloramiento de Tonalita	2,652	5	3,25	0,75	2,1
C_04	Lomo de presión	6,3	3,62	4,27	0,0125	0,4375
C_05	La Playita	3,25	6,37	9,75	0,1875	1,275
C_06	Mirador Loma Colorada	<b>6,62</b>	7,37	8,85	0,0625	0,4375
C_07	Abanicos recientes y subrecientes	3,75	5,37	4,21	0,1875	1,3875
C_08	Puente de San Miguel	2,12	4	1,75	0,37	1,0125
C_09	Suroriente de San Miguel	2,87	2,62	1,7	0,025	0,3375
C_10	La Variante	2,87	3,87	3,23	0,0125	0,35
C_11	Diques Diabasas	2,25	3	1,66	0,375	1,725
C_12	Falla de Bucaramanga	<b>7,25</b>	7,25	7,23	0,0125	0,4625
C_13	Migmatita	<b>6,5</b>	6,25	12,75	0,075	2,025

**Figura 23.**

*Gráfica del valor científico de los geotopos.*

**Tabla 9.**

*Gráfica del valor de potencial de uso educativo de los geotopos.*

Código Geotopo	Nombre Geotopo	Valor
C_01	Bandas tipo kink	<b>Alto</b>
C_02	Boudins en esquistos granatíferos	Bajo
C_03	Afloramiento de Tonalita	Bajo
C_04	Lomo de presión	Bajo
C_05	La Playita	Medio
C_06	Mirador Loma Colorada	<b>Alto</b>
C_07	Abanicos recientes y subrecientes	Medio
C_08	Puente de San Miguel	Bajo
C_09	Suroriente de San Miguel	Bajo
C_10	La Variante	Bajo
C_11	Diques Diabasas	Bajo
C_12	Falla de Bucaramanga	<b>Alto</b>
C_13	Migmatita	<b>Alto</b>

### 4.3 Geo Rutas

A partir del inventario de geotopos se proponen 3 georutas, teniendo en cuenta factores como su cercanía, fácil acceso y características geológicas a abordar. También se compararon

geoparques existentes y propuestas de geo rutas en diferentes fuentes bibliográficas (Tavera Escobar, Estrada Sierra; et al., 2017). La ventaja geográfica que presenta la zona permite que la georuta 1 sea adaptada y haga complemento con las demás rutas, como se muestra en la Figura 7 y Figura 24, este recorrido puede ser complementario con las georutas 2, y 3. Como se muestra desde la Figura 24 a la 27.

### Figura 24.

*Imagen satelital de las georutas que agrupan a los diferentes geotopos. (Tomada de Google Earth).*



El recorrido puede iniciar mediante vehículo o a pie ya que se desciende desde el desvío de la carretera nación 45<sup>a</sup> hacia el municipio de Cepita, como se ve en la Figura 25. En los primeros 3 km se encuentra el Geotopo C\_01 que presenta características petrológicas. En menos de un kilómetro del anterior se encuentra C\_02 los boudins que se pueden formar en distintos regímenes deformativos, desde frágil a dúctil. A 6 km del lugar anterior C\_03 afloramiento de roca ígnea

(Tonalita) a menos de 1km C\_04 se encuentra un excelente punto para apreciar la dinámica geomorfología de la zona, teniendo la ventaja que se alcanza a ver el abanico de la cabecera municipal de Cepitá. Finalmente, C\_05 se encuentra ubicado debajo del puente principal del municipio de Cepita donde el metamorfismo y tectónica hacen protagonismo en el afloramiento de esquistos, que está bordeando el río Chicamocha. El total del recorrido es de aproximadamente de 12 km a 35 min.

### Figura 25.

*Geo ruta 1, geotopos C\_01, C\_02, C\_03, C\_04 y C\_05. (Tomada de Google Earth).*



Como se muestra en la Figura 26. Se puede empezar el recorrido desde el punto final de la georuta 1 o iniciar desde las piscinas del municipio, desde ahí empieza el ascenso a pie hacia C\_06 el cual dura 35 min y es mediante un sendero, al final se encuentra el mirador loma colorada donde se puede apreciar una panorámica hacia Panachi y permite observar el cañón desde otro ángulo, se observa geomorfología denudativa y fluvial. Luego se toma el camino del indio que lleva a la

carretera que conduce a la vereda La Chorrera donde aproximadamente a 2 km se encuentra C\_10 el lugar es un punto de referencia para la comunidad, además de contar con una excelente panorámica y desde donde se puede observar el punto anterior C\_06, a 2km más adelante se encuentra C\_011 que presenta rocas ígneas con diferentes tamaños de diques. Finalmente, a 0.9 km se encuentra C\_012 el corredor de falla Bucaramanga, el lugar se presta para entender la dinámica estructural de la zona y notar la geomorfología conocida como “badlands”; son características de tierras áridas y de litologías ricas en lutitas.

Esta geo ruta cuenta con C\_013 que tiene el mismo trayecto y están conectadas hacia la vereda Pescadito, donde se encuentran las migmatitas. En este lugar cuenta con la facilidad de encontrarse con el río Perchiquez y el paso de falla con su mismo nombre.

### Figura 26.

*Geo ruta 2, geotopos C\_06, C\_010, C\_013, C\_011 y C\_012. (Tomada de Google Earth).*



En la Figura 27 el recorrido empieza desde la carretera que dirige hacia la vereda San Miguel o también desde C\_05. Desde el sur de la cabecera municipal alrededor de 2.5 km está el geotopo C\_07 donde se puede observar diferentes tipos de abanicos. Ya en la vereda de San Miguel, luego de 6 km esta la opción de dirigirse al oriente u occidente, al occidente se encuentra el C\_08 ubicado en el puente de San Miguel donde se puede apreciar el Batolito de Mogotes y la geomorfología fluvial del río Chicamocha, y al oriente esta C\_09 un camino ideal para los caminantes, estos dos últimos geotopos se encuentran a 0.5 km de distancia. Durante el recorrido se pueden apreciar distintos conos de escombros, conos de talud, abanicos aluviales de gran extensión ubicados en los frentes de falla sobre el Rio Chicamocha.

### Figura 27.

*Geo ruta 3. geotopos C\_07, C\_08 y C\_09. (Tomada de Google Earth).*

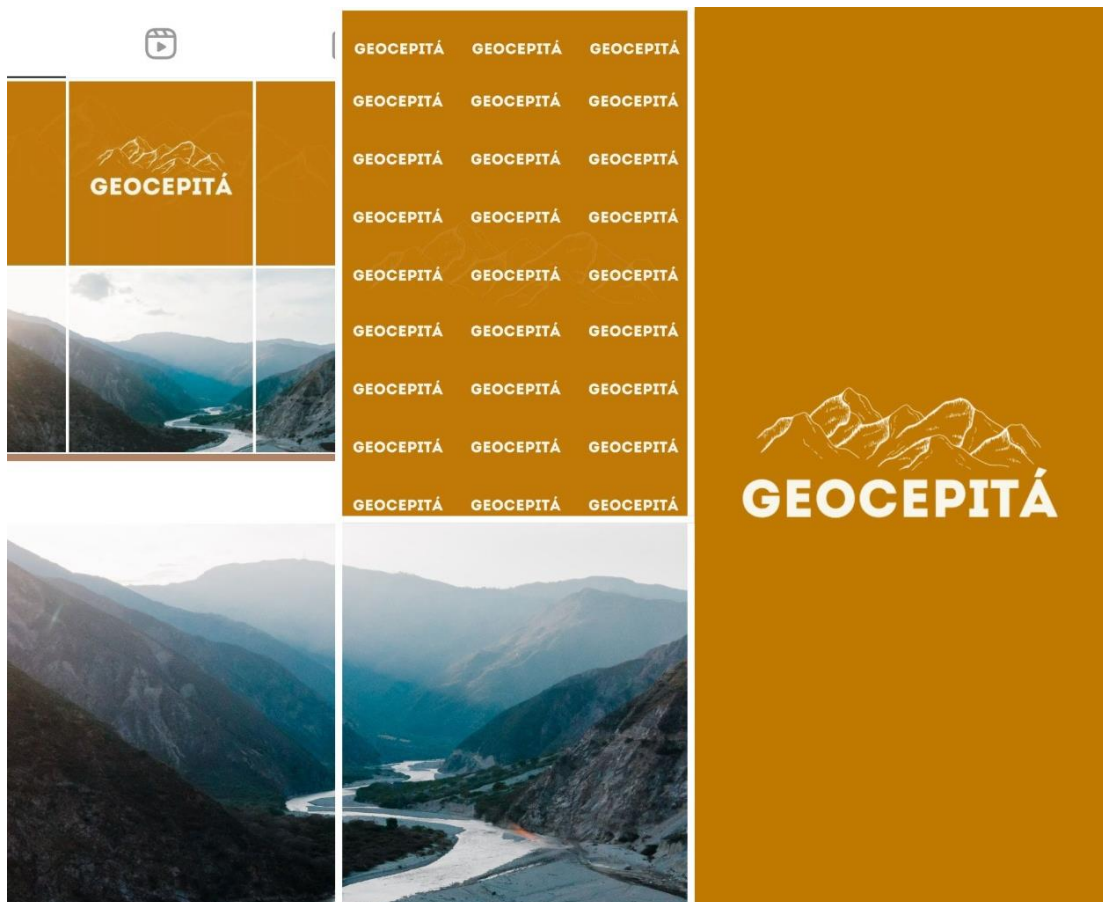


#### 4.4 Producción de infografías

Primero, se elaboró una marca digital que estuviera acorde y reflejara el trabajo que se desarrolló en la zona. Como se muestra en la Figura 28, se diseñó la identidad de la marca, para posteriormente adecuarla en la red social Instagram (@geocepita) y Youtube (<https://www.youtube.com/@geocepita>). Así mismo como se muestra en la Figura 29, se empezó a subir el contenido recopilado con el fin de transmitir el conocimiento geocientífico (Anexo A).

#### Figura 28.

*Marca digital de GeoCepita.*



**Figura 29.**

*Contenido audiovisual en las diferentes redes sociales.*



Se simplifico la información recolectada en este documento de manera clara y didáctica como se puede apreciar en la Figura 30 a la Figura 32, al ser un folleto que pueda ser distribuido en la población local y no local.

**Figura 30.**

*Folleto informativo para la comunidad en Cepita.*

# GEOTURISMO EN CEPITÁ

ELABORADO POR: PAOLA CALDERÓN - SEBASTIÁN GIL

### ¿QUÉ ES EL PATRIMONIO GEOLÓGICO?

"El conjunto de recursos naturales de valor científico, cultural, educativo y/o recreativo; ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, depósitos sedimentarios, minerales, rocas, fósiles, suelos y otras muchas manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente, y el origen y evolución de la vida sobre este planeta".

(CARCAVILLA, ET AL., 2007).

### ¿QUÉ ES UN GEOTOPO?

"Aquellas partes de la geósfera que están delimitadas en el espacio y que presentan una particular importancia geológica, geomorfológica o geoeológica. Son importantes testigos de la historia de la Tierra y de la evolución del paisaje y del clima".

(CARCAVILLA, ET AL., 2007).

### ¿POR QUÉ GEOTURISMO EN CEPITÁ?

CEPITÁ ES CONSIDERADO COMO UNO DE LOS SECTORES DE MAYOR RELEVANCIA GEOLÓGICA DEL CAÑÓN DEL CHICAMOCHA (EL CORAZÓN). CUENTA CON EXCELENTES PANORÁMICAS DE LA FALLA DE BUCARAMANGA Y DE LAS ROCAS MÁS ANTIGUAS DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE COLOMBIA.

### LA IMPORTANCIA DE LOS GEOTOPOS

¡La riqueza geológica y cultural del municipio de Cepitá es INVALUABLE. De los 13 geotopos que definimos en la zona, cuatro de ellos tienen un Valor Científico ALTO!

**Estos GEOTOPOS podrán ser considerados para impulsar la iniciativa del GEOPARQUE DEL CAÑÓN DEL CHICAMOCHA ante la UNESCO.**

### GEOTOPOS CON MAYOR RELEVANCIA

#### MIRADOR LOMA COLORADA

Este geotopo se ubica al oriente del casco urbano de Cepitá y su acceso principal es por la piscina municipal

Su principal atractivo son las panorámicas de paisajes a 360° y el CAMINO DEL INDIÓ que atraviesa una falla geológica que pone en contacto rocas metamórficas con rocas ígneas.

#### CULTURA

En la REGIÓN de CEPITÁ se manifiesta la RIQUEZA CULTURAL de Santander y del Cañón del Chicamocha. Podemos tener la EXPERIENCIA de degustar la gastronomía típica de la zona, como el CABRITO. El ecosistema seco del Cañón del Chicamocha alberga especies endémicas que se han convertido en un símbolo de la región, por ejemplo, podemos deleitarnos con la presencia de CEIBAS BARRIGONAS. También, la calidez de los habitantes hará sentir a CUALQUIER TURISTA COMO EN CASA.

#### MIRADOR FALLA DE BUCARAMANGA

El GEOTOPO tiene un VALOR CIENTÍFICO ALTO, debido a que ofrece una excelente visual de la zona de daño de la FALLA DE BUCARAMANGA, una de las estructuras geológicas más evidentes de la Cordillera Oriental de Colombia. Esta falla geológica regional se manifiesta en el paisaje con geoformas características de su movimiento oblicuo, tales como lomos de presión, drenajes deflectados, ganchos de flexión, facetas triangulares, espolones facetados, silletas de falla y copas de vino. El paisaje también permite observar la intensa erosión en estoraques, cárcavas y surcos, además de depósitos en conos de deyección y abanicos aluviales.


### COMUNICACIÓN

En la actualidad, el MUNDO lo mueven las REDES SOCIALES, es por esto, que por medio de la implementación del proyecto GEOCEPITÁ se desea captar la atención de turistas nacionales e internacionales, con el fin de generar un IMPACTO POSITIVO en las comunidades de la zona y VISIBILIZAR el CAÑÓN DEL CHICAMOCHA como UNO DE LOS SITIOS TURÍSTICOS MÁS IMPORTANTES DEL PAÍS.

Instagram

**SIGUENOS EN INSTAGRAM COMO GEOCEPITA**

Fuentes de Información: @GEOCEPITA-



Se acomodo la información recolecta para hacerla atractiva a la población, colocando ítems importantes que posee cada geo ruta (Figura 31).

**Figura 31.**

*Portada del folleto informativo sobre el inventario geológico de Cepitá.*



### Geo Ruta 2

En la cabecera municipal se encuentran las famosas piscinas, pero este recorrido empieza desde la parte de atrás de estas, hasta la vereda La Chorrera.



*1 de cada 10 turistas se llevará una foto para toda la vida*

### Los top 3 de sitios para visitar

#### Mirador Loma Colorada

Excelente lugar para observar las geoformas fluviales y denudativas, aprenderás a diferenciar algunas y tendrás diversas panorámicas del Cañón del Chicamocho

#### Mirador La Variante

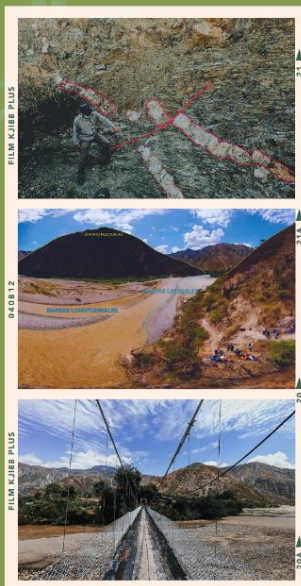
Sitio donde se ubica un monumento a la memoria del padre Jairo Cuevas. Desde este sitio aprenderás a distinguir aspectos geológicos a partir de los diferentes colores y tonalidades del paisaje.

#### Vereda La Chorrera

Tendrás la oportunidad de conocer lo que significa una zona de falla geológica con las evidencias litológicas y geomorfológicas de la famosa Falla Bucaramanga, una de las más extensas del territorio colombiano.

### Geo Ruta 3

Al sur occidente de la cabecera municipal, se encuentra el camino que conduce a la vereda de San Miguel, donde vas a encontrar diferentes tipos de abanicos.



*1 de cada 10 turistas volverían a la vereda de San Miguel*

### Los top 3 de San Miguel

#### Fallas

Aprenderás a identificar planos de fallas, estrias de falla, diaclasas, venas de cuarzo y diques.

#### Geoformas Fluviales

De los mejores lugares para hacer senderismo, mientras se camina bordeado el río Chicamocho. Conocerás las diferentes formas que puede generar la acción del río Chicamocho

#### Abanicos aluviales y formas de erosión

Conocerás los distintos tipos de conos de deyección y abanicos aluviales productos de la acumulación de materiales de arrastre y su edad relativa según se encuentren elevados o más cerca al nivel base del río, así como por la cubierta vegetal que presenten. También reconocerás las geoformas de erosión superficial tales como estoraques, surcos y cárcavas que afectan a las rocas ya deterioradas por el clima y a los depósitos inconsolidados.

Figura 32.

Guía para conocer el municipio de Cepita.



Escuela de Geología

## Contenido

Introducción	1
Mapa	3
Georuta #1	4
Georuta #2	5
Georuta #3	6



GEOCEPTA

## INTRODUCCIÓN

Ubicado en el departamento de Santander, en la Cordillera Oriental de Colombia, el Cañón del Chicamocha es considerado como el segundo accidente geográfico más grande del mundo en su tipo, después del Gran Cañón del Colorado., con una altura que varía entre 400 m y 220 m.

Según algunas versiones, el nombre Chicamocha significa para los indígenas Guane, "hilo de plata en noche de luna llena". Tendrás la oportunidad única de vivir experiencias inolvidables en el Corazón del Cañón del Chicamocha.



GEOCEPTA

## 3 GEORUTAS PARA VISITAR EL DEL CAÑÓN

GEORUTA 1

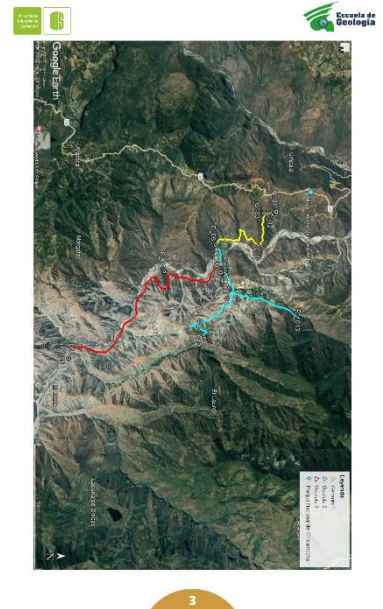
Por el borde del Cañón del Chicamocha con vista a lomos de presión, pliegues tipo kink, rocas metamórficas y más...

GEORUTA 2

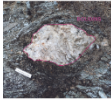
Un placentero recorrido por el Camino del Indio, donde se podrán observar las silletas de falla y los cambios litológicos al cruzar una falla geológica.

GEORUTA 3

En esta georuta podrás conocer las diferentes geomorfos fluviales del Río Chicamocha y entender la composición de los cuerpos ígneos de la zona.



**GEORUTA 1**



El camino es un viaje por distintas riquezas geológicas y culturales por un bosque seco tropical.



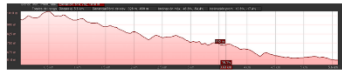
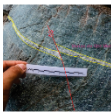
**¿QUÉ VISITAR EN CEPITÁ?**

- Mirador Loma Colorada.
- Lomo de presión Río Chicamocha.
- La playita y los procesos estructurales de la zona (Valle del Río Chimachocha).
- El encantador Parque Principal de Cepitá junto a sus dos capillas.



**¿QUÉ ATRACTIVOS GEOLÓGICOS TIENE CEPITÁ?**

- Falla de Bucaramanga
- Lomas de presión
- Pliegues tipo kink
- Estructuras por boudinage
- Abanicos aluviales
- Conos de deyección
- Barras de río trezado
- Formas de erosión

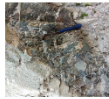


4

**GEORUTA 2**



En esta Georuta encontrarás uno de los atractivos geoturísticos más importantes de la zona, una de las panorámicas más visibles de la conocida Falla de Bucaramanga junto con migmatitas, diques y más riquezas geológicas.



**¿QUÉ VISITAR EN LA GEORUTA #2?**

- Mirador **Falla de Bucaramanga**.
- Diques Diabasicos.
- ¡Migmatitas en Cepitá!



**¿QUÉ ATRACTIVOS GEOLÓGICOS TIENE CEPITÁ?**

- Lomos de Presión.
- Falla de Bucaramanga.
- Cuencas transtensionales.
- Facetas triangulares.
- Copas de vino.



5

**GEORUTA 3**



Nuestra última Georuta por el majestuoso Cañón del Chicamocha culmina en el sector de San Miguel con las mejores panorámicas del río Chicamocha y su geomorfología fluvial en todo su esplendor



**¿QUÉ VISITAR EN LA GEORUTA #3?**

- Abanico de San Miguel.
- Diques diabasicos.



**¿QUÉ ATRACTIVOS GEOLÓGICOS TIENE CEPITÁ?**

- Barras de río trezado
- Abanicos aluviales antiguos, subrecientes y recientes



6

## 5. Discusión

La metodología expuesta anteriormente, fue tomada del Servicio Geológico Colombiano para la valoración de patrimonio geológico inmueble con los ajustes propuestos por Vargas (2018) y a su vez fue aplicada en este trabajo de investigación arrojando datos que fueron agrupados en las distintas gráficas y tablas. Para así poder clasificar y arrojar resultados que ayuden a la iniciativa del geoparque.

Los geotopos C\_05, y C\_012 fueron clasificados con un valor científico alto, el primer geotopo se encuentra en el área de estudios del artículo científico de García-Delgado, Villamizar-Escalante: et al., (2019), y el segundo se encuentra en el trabajo de grado de García Santos y Villamizar Blanco (2019). A pesar de no contar con bibliografía donde su ubicación sea específicamente en C\_06 es considerado con potencial de valor científico ya que el lugar es adecuado para observar las diferentes dinámicas del Cañón del Chicamocha, se puede conservar estructuras y los cambios litológicos del ambiente.

Se deberían hacer estudios científicos más detallados en la zona, por ejemplo, a lo largo de la carretera que conduce de Cepitá a la vereda San Miguel, donde se encontraron posibles “Strath Terraces” y depósitos de cantos rodados de rocas sedimentarias que no han sido cartografiados ni estudiados para definir su proveniencia.

Los Esquistos del Chicamocha tienen relevante protagonismo en el sector, un ejemplo son los geotopos C\_04, C\_05 y parte de la vía que conduce a la vereda La Chorrera, que cuentan con la ventaja de ser vía de acceso al municipio de San Andrés. Los habitantes suelen usar los esquistos como material ornamental, pero desconocen la información geológica, sobre su origen y evolución. Esta circunstancia se puede aprovechar para llevar a cabo campañas de geoeducación en doble vía

(apropiación social del conocimiento), ya que mientras profesionales y estudiantes de geología transmiten aspectos técnicos, los habitantes de Cepitá pueden compartir las ventajas que encuentran en estas rocas para usarlas como material de construcción

Varios documentos bibliográficos hechos en la zona fueron evaluados y registrados en campo para su posterior elección respecto a su representatividad, su carácter geológico en el territorio, conservación y accesibilidad, mediante estas características y la guía metodológica este documento recopila los geotopos más importantes.

El lugar permite la creación de contenido digital e infografías, ya que la cercanía de los geotopos facilita el manejo del equipo audiovisual que permite registrar las diferentes características que posee el territorio. La creación de canales de difusión ha sido de gran importancia para generar y mostrar una cara distinta del lugar, Cepita presenta atractivo turístico desde la gastronomía, ser el corazón del Cañón del Chicamocha y el senderismo; la poca intervención del geoturismo es algo que necesita ser impulsado para generar interés a la población regional y no regional.

## 6. Conclusiones

La mayoría de los geotopos están ubicados en zonas de poca infraestructura, que afecta directamente los resultados arrojando valores medios, esto abren la posibilidad a futuros estudios para evaluar su potencial y posible divulgación científica. Los geotopos mencionados anteriormente pueden aumentar su potencial si se invierte y estimulan los criterios que no permiten pasar a valores alto y más alto.

El municipio de Cepitá al estar inmerso en el Cañón del Chicamocha y ser un lugar de gran flujo de personas, presenta potencial para la creación de contenido audiovisual. Es un escenario de diferentes tipos de turismo, que permite la divulgación de informaciones en este caso de tipo geológica.

Es necesario que los estudiantes y demás profesionales en el área, se interesen por los municipios y las veredas aledañas, para así recolectar nuevos geotopos, generar nuevas fuentes de información que permita a la comunidad conocer su territorio, apropiarse y obtener beneficios de este.

Cepitá tiene una excelente panorámica del Cañón del Chicamocha y presenta rasgos geomorfológicos muy llamativos, se debería fomentar más el ecoturismo, senderismo, ciclismo y geo educación; para ser del municipio un destino obligatorio, que permita la población colombiana entender su origen, evolución, desarrollo y que a su vez se pueda disfrutar del lugar.

### Bibliografía

- Cediel, F. (1968). El grupo Girón, una molasa mesozoica de la Cordillera Oriental.
- Etayo-Serna, F. (1989). *Análisis facial del inicio del avance marino Cretácico en la región SW del Macizo de Santander. V Congreso Colombiano de Geología*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- 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.
- Urueña-Suárez, C. L., & Zuluaga, C. A. (2011). Petrografía del Neis de Bucaramanga en cercanías a Cepitá, Berlín y vetas - Santander.
- Alarcón Gómez, C. M., & Rodríguez Lizcano, J. G. (2019). *Estratigrafía, facies y paleoambiente de sedimentación de la Formación Jordán: un registro fluvio-lacustre con incidencia de actividad volcánica*. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander.
- 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.
- Arce, G. M. (15 de Enero de 2004). *Ecoportal*. Obtenido de El Desarrollo Humano Sostenible: [https://www.ecoportall.net/temas-especiales/energias/el\\_desarrollo\\_humano\\_sostenible/](https://www.ecoportall.net/temas-especiales/energias/el_desarrollo_humano_sostenible/)
- Archila Mendoza, A. J. (2021). *Inventario y cartografía de geotopos en el municipio de los Santos (Santander)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

- Ballesteros Ardila , J. C. (2002). *Estudio geomorfológico-paisajístico del cañón del río Chicamocha en el tramo cepita-pescadero-jordán: aporte al conocimiento del patrimonio geológico del departamento de Santander.*, Bucaramanga.
- Bayona, G., Rapalini, A., & Costanzo Álvarez, V. (2006). Paleomagnetism in Mesozoic rocks of the northern Andes and its implications in Mesozoic tectonics of northwestern South America Earth, planets and space.
- Bentley, C. (26 de Mayo de 2010). *AGU: Blogosphere*. Obtenido de Strath vs. terrace graphic: [blogs.agu.org/mountainbeltway/2010/05/26/strath-vs-terrace-graphic/](https://blogs.agu.org/mountainbeltway/2010/05/26/strath-vs-terrace-graphic/)
- Blanco Figueredo, M. N., & Rincón Ortiz, A. V. (2014). *Contacto entre la Formaciones Giron y los Santos (Tambor), en los alrededores de la Mesa de los Santos y Mesa de Ruitoque, Santander*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Boinet, T., Bourgois, J., Mendoza, H., & Vargas, R. (1989). La Falla de Bucaramanga (Colombia): su función durante la Orogenia Andina. *Geología Norandina*.
- C.A. Ríos, R. A. (2020). *Chicamocha Canyon Geopark project: A novel strategy for the socio-economic development of Santander (Colombia) through geoeducation, geotourism and geoconservation*. Bucaramanga: International Journal of Geoh heritage and Parks.
- Carcavilla Urqui, L., López Martínez , J., & Durán Valsero, J. (2007). *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.

- Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En MOPTMA. El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración protección, conservación y utilización.
- Chaparro, A., & Guerrero, A. (1991). Geología y Geotécnia de la Zona Oriental del Area Metropolitana de Bucaramanga. Escuela de Geología, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- Correa Martínez, A. M., Rodríguez G., G., Arango M. , M. I., Zapata G, G., & Bermúdez C., J. G. (2006). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de colombia: batolito de mogotes, Cordillera Oriental Departamento de Santander*. Medellin: GeoCiencias Basicas: SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO.
- Díaz Martínez , E. E., & Salcedo López , S. (2014). *Estudio estructural del granito de pescadero entre el sector de Pescadero y Cepitá, Santander,*. Bucaramanga.
- Dickey, P. (1941). Pre-Cretaceous sediments in Cordillera Oriental of Colombia. AAPG Bulletin, .
- 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). .
- Fossen, H. (2010). *Structural Geology s*. New York: Cambridge University Pres.
- Gallego, E., & García, A. (1996). Patrimonio geológico y espacios naturales protegidos. .

- 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.
- García Santos, J. F., & Villamizar Blanco, J. (2021). *Deformación y cinemática de la falla de Bucaramanga al sureste de Cepita, Santander: un estudio meso estructural y de tensores de esfuerzo*.
- García, A. (2006). La educación ambiental hacia el desarrollo sostenible. *Revista Futuros*, 12.
- García-Cortés, A., Carcavilla, L., & Díaz-Martínez, E. (2015). . Adaptación de la metodología del inventario español de Lugares de interés geológico a los inventarios locales de Patrimonio geológico.
- García-Delgado, H., Villamizar-Escalante, N., & Bernet, M. (2019). Recent tectonic activity along the Bucaramanga Fault System (Chicamocha River Canyon, Eastern Cordillera of Colombia): a geomorphological approach. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 199.
- Gobierno de Colombia. (2018). *GOV*. Obtenido de Decreto 1353 de 2018:  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87724>
- Goldsmith, R., & Marvin, R. &. (1971). Radiometric Ages in the Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombian Andes. US Geological Survey, Professional Paper, (750D): D44-D49. Denver.
- Gómez, P., & Martínez, M. (2021). Valoración del patrimonio geológico ex-situ en Colombia para la conformación del INGEP. Caso de estudio colecciones del sur del Alto Ricaurte.

- Guillen. (2001). El Patrimonio Geológico: Cultura, Turismo y Medio Ambiente. Conclusiones y recomendaciones de la V Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España.
- Guzmán, G. (2016). The Chicamocha River Canyon. *Landscapes and Landforms of Colombia*, 73.
- Jaramillo Zapata, J. E., Caballero-Acosta, J. H., & Molina-Escobar, J. M. (2014). *Patrimonio geológico y geodiversidad: bases para su definición en la zona andina de Colombia: caso santa fe de Antioquia. Boletín Ciencias de la Tierra. SANTA FE DE ANTIOQUIA.*
- Julivert, M. (1951). Geología de la Vertiente W de la Cordillera Oriental en el Sector de Bucaramanga. *Boletín de Geología/ Universidad Industrial de Santander. V. 4 (8): 1-17.*
- Langenheim, R. L. (1959). Preliminary report on the stratigraphy of the Giron formation in Santander and Boyaca.
- López Isaza, J. A., & Zuluaga, C. A. (2017). *Geoquímica de roca total de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, Macizo de Santander. Santa Marta: Conference: XVI Congreso Colombiano de Geología - III Simposio de ExploradoresAt: Santa Marta Colombia.*
- Molina, J. M., & Mercado, M. (2003). Patrimonio geológico, minero y geoturístico. Enfoque conceptual y de casos en Colombia. Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS).
- Nieto, L. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero.*

- Nolasco, T. (2017). *Elaboración de estudios básicos urbanos, arquitectónicos y paisajísticos y acompañamiento social de algunos proyectos estratégicos en el municipio de Bucaramanga*. Bucaramanga: informe geología y geomorfología sector norte de Bucaramanga.
- Ordóñez Calderón , L. C. (2001). *Historia hidrotermal de la formación Silgara a partir del estudio de inclusiones fluidas en al área de los municipios Cepitá y Aratoca (dpto. de Santander)*. Bucaramanga.
- Paris, G., Machette, M., Dart, R., & Haller, K. (2000). Map and database of Quaternary faults and folds in Colombia and its offshore regions. U.S. Geological Survey,.
- Pinto V., J., Clavijo Torres , J., Gómez Isidro , S., Gutiérrez Toledo , D., Mora Ortiz , J. P., Rojas Parra, N. R., . . . de Bermoudes , O. (2007). *Proyecto de investigación geológica e hidrogeológica en la Mesa de los Santos, sector noreste de Curití y borde occidental del Macizo de Santander, departamento de Santander*. Bucaramanga: Ministerio de Minas y Energías.
- Rabe, E. (1977). Zur Stratigraphie des ostandinien Raumes von Kolumbien. Giessener Geologische. 21.
- Restrepo Alvarez, J. J. (1982). Datacion de algunos plutones de antioquia por el metodo de trazas de fisión.
- Royero Gutierrez, J. M., & Clavijo, J. (2001). Memoria Explicativa del Departamento de Santander.

- SGC. (2018). *Guia Metodologia de Valoracion de Patrimonio Geologico y Paleontologico Inmueble*. Bogotá.
- Tavera Escobar, M., Estrada Sierra, N., Errázuriz Henao, C., & Hermelin, M. (2017). Georutas o itinerarios geológicos: un modelo de geoturismo en el Complejo Volcánico Glaciar Ruiz-Tolima, Cordillera Central de Colombia. *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*, vol. 26, núm. 2, pp. 219-240.
- Tellez, N. (1964). Geología de la Mesa de Barichara. *Boletín de Geología*.
- Torres, H., J.E, J., Molina, J. M., & Caballero. H. (2012). Patrimonio Geológico Y Geodiversidad En Santa Fe De Antioquia y Olaya, Departamento de Antioquia, Colombia, Libro Actas de XIII Congreso Internacional sobre patrimonio Geológico y Minero. 17ª Sesión científica de la SEDPGYM. 327-298.
- Uasapud, N. (2013). propone El cañón interandino del río Cauca al occidente de Medellín Colombia, como patrimonio geológico a escala departamental.
- UNESCO. (2016). UNESCO global geoparks: Celebrating earth heritage, sustaining local communities. Paris: UNESCO.
- Van Der Pluijm, B. A., & Marshak, S. (2004). *Earth Structure: An Introduction to Structural Geology and Tectonics*. New York.: WW Norton & Company Inc.
- Velandia, F. (2017). Cinemática de las fallas mayores del Macizo de Santander – énfasis en el modelo estructural y temporalidad al sur de la Falla de Bucaramanga.

- Velandia, F., & A. Bermúdez, M. (2018). The transpressive southern termination of the Bucaramanga Fault (Col), insights from geological mapping, stress tensors, and fractal analysis. *Journal of Structural Geology*.
- Velandia, F., García-Delgado, H., A. Zuluaga, C., A. Bermúdez, M., & A. Audemard M, F. (2020). Present-day structural frame of the Santander Massif and Pamplona Wedge, the interaction of the Northern Andes. *Journal of Structural Geology*.
- Villamizar Escalante, N. (2014). *Análisis micro tectónico y morfoestructural de la falla de Bucaramanga en el municipio de Cepita, Santander*. Bucaramanga.
- Villamizar Escalante, N., Velandia, F., & López Isaza, J. (2015). Texturas de deformación asociadas a la Formación Silgara, sector Pescadero-Cepitá. *XV Congreso Colombiano de Geología*. Bucaramanga.
- Ward, D. G. (1973). *Memoria explicativa: Escala 1:100.000 de Mapa geológico de Colombia (H-12 - H-13)*. Bogota: Servicio Geologico Colombiano.
- Ward, D., Goldsmith, R., J., A., C. J., Restrepo, H., & Gómez, E. (1973). Cuadrángulo h-12 Bucaramanga Planchas 109 rionegro - 120 Bucaramanga. *Boletin Geologico*.
- Wiedenbein, F. (1994). Origin and use of the term 'geotope' in German-speaking countries.
- Winbledon. (1996). Patrimonio Geologico 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*. Medellin: Servicio Geologico Colombiano.

