

Inventario del Patrimonio Geológico Inmueble de la Mesa de Los Santos (Santander)

Alan Jahir Archila Mendoza y Andrés Felipe Cañas Duarte

Trabajo de Grado para Optar el Título de Geólogo

Director:

Francisco Alberto Velandia Patiño

Geólogo MSc PhD

Codirector:

Jorge Enrique Gelvez Chaparro

Geólogo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Geología

Bucaramanga

2021

AGRADECIMIENTOS

Al Semillero de Patrimonio Geológico y Paleontológico de la Universidad Industrial de Santander. Al grupo de Vigías del Patrimonio Guane del municipio de Los Santos y al guía turístico Nelson Ramírez. Al profesor Francisco Velandia y al Proyecto 2534 VIE (Estudio integral del agua en la Mesa de Los Santos).

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Descripción del Proyecto de Investigación.....	14
1.1 Planteamiento del Problema	14
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo General.....	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 Justificación	15
2. Marco Teórico	17
2.1 Definiciones	18
2.2 Antecedentes	19
3. Localización del área de estudio	21
4. Marco geológico	22
4.1 Estratigrafía.....	23
4.2. Tectónica y Geología Estructural.....	29
5. Metodología	32
5.1 Metodología de Inventario del Patrimonio Geológico Inmueble para Colombia.....	33
5.2 Actividades del Proyecto de Investigación	45
5.2.1 Precampo.....	45
5.2.2 Campo	46

5.2.3	Análisis de datos	46
5.2.4	Informe final	47
5.3	Metodología Geoeducación	48
5.3.1	Reconocimiento de contexto.....	48
5.3.2	Generación de recursos didácticos.....	49
5.3.3	Presentación de resultados y talleres.....	49
6.	Resultados	49
6.1	Descripción de los Geotopos	49
6.1.1	Cascada Salto del Mico.....	51
6.1.2	Cascada Santa Rita.....	61
6.1.3	Salto del Duende	63
6.1.4	Salto Pilahonda	64
6.1.5	Abrigo Rocos El Burro	66
6.1.6	Senderos San Rafael	68
6.1.7	Piedra del Indio	70
6.1.8	Cueva de Las Tejedoras	73
6.1.9	Cascada El ArcoIris	77
6.1.10	La Mojarra	79
6.1.11	Hoyo de Las Pavas.....	82
6.1.12	Abrigos Rocosos Las Gachas.....	84
6.1.13	Georuta Los Santos-Jordán	86
6.1.14	Cueva El Borboso	91
6.1.15	Sendero y Cueva El Pozo-Tocaregua	92

6.1.16 Yacimiento Paleontológico El Diamante.....	98
6.1.17 Mirador El Cacique.....	101
6.1.18 Las Juntas.....	103
6.2 Valoración de Geotopos.....	106
6.3 Geoeducación.....	109
7. Discusión.....	116
8. Conclusiones	118
9. Recomendaciones	120
Referencias Bibliográficas	121

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Listado de los tipos de interés geológico principal con ejemplos de rasgos y procesos geológicos asociados a cada uno.....	35
Tabla 2. Parametros utilizados para la valoración de geotopos	36
Tabla 3. Pesos porcentuales utilizados para la valoración de geotopos.....	39
Tabla 4. Parametros utilizados para la valoración de la susceptibilidad de degradación natural .	41
Tabla 5. Parámetros utilizados para la valoración de la susceptibilidad de degradación antrópica	41
Tabla 6. Lista de geotopos identificados en La Mesa de Los Santos de Los Santos	50
Tabla 7. Valoración del potencial geotopo El Mico	53
Tabla 8. Resultados de la valoración de los geotopos.	106
Tabla 9. Eventos a representar en el taller “evolución del planeta y de la vida” y distancia para colocar en la “línea del tiempo.....	112
Tabla 10. Minerales o materiales geológicos y su correspondiente uso en la vida cotidiana.....	114

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.	21
Figura 2. Columna generalizada y geotopos de La Mesa de Los Santos.	27
Figura 3. Mapa geológico de La Mesa de los Santos.	32
Figura 4. Metodología para el desarrollo del inventario del patrimonio geológico inmueble en La Mesa de Los Santos.	47
Figura 5. Ubicación de los geotopos en el área de estudio.	50
Figura 6. Cascada Salto del Mico y pequeño abrigo rocoso en su parte inferior izquierda.	52
Figura 7. Estrías de falla en el techo del abrigo rocoso junto a la cascada.	53
Figura 8. Cascada Santa Rita.	62
Figura 9. Cascada Salto del Duende.	63
Figura 10. Pozos de Pilahonda.	65
Figura 11. Mirador Salto Pilahonda.	65
Figura 12. Abrigo rocoso El Burro.	66
Figura 13. Algunas de las pictografías en techo y paredes del abrigo rocoso.	67
Figura 14. Senderos de San Rafael.	69
Figura 15. Vista desde los Senderos de San Rafael.	70
Figura 16. Pictografías sobre areniscas de la Formación Los Santos.	71
Figura 17. Geotopo Piedra del Indio.	72
Figura 18. Panorámica observada desde el geotopo Piedra del Indio.	72

Figura 19. Cueva de las Tejedoras.....	74
Figura 20. Mapa espeleológico de la cueva de Las Tejedoras.....	75
Figura 21. Pictografías en las paredes externas de la cueva Las Tejedoras.....	76
Figura 22. Panorámica desde Las Tejedoras.....	76
Figura 23. Cascada el ArcoIris.....	77
Figura 24. La Mojarra.	79
Figura 25. Mirador y Sendero en la Mojarra.	80
Figura 26. Pictografías en La Mojarra.	81
Figura 27. Estrías de falla en areniscas de la Formación Los Santos, ubicadas en el primer afloramiento rocoso del sendero.	83
Figura 28. Hoyo de Las Pavas.	83
Figura 29. Marcas en el suelo producto del afilado de herramientas.....	85
Figura 30. Pictografías de diferentes motivos.....	85
Figura 31. Trayecto Georuta Los Santos-Jordán.	87
Figura 32. Discordancia angular vista desde el sendero Los Santos-Jordán.	88
Figura 33. Dique máfico visto desde el sendero Los Santos-Jordán.	89
Figura 34. Curso del Río Chicamocha en el Municipio de Jordán.	90
Figura 35. Salida de la Cueva El Borboso (caída vertical).	91
Figura 36. Mapa de la cueva El Borboso.....	91
Figura 37. Panorámica desde geotopo El Pozo-Tocaregua hacia el curso del Río Chicamocha..	93
Figura 38. Pared con pictografías.	94
Figura 39. Mapa de la cueva El Pozo.	95
Figura 40. Cueva El Pozo.	96

Figura 41. Restos óseos en la Cueva El Pozo.	96
Figura 42. Cuevas pseudokarsticas en fracturas abiertas.	97
Figura 43. Registro fósil recolectado en el geotopo Yacimiento El Diamante.	98
Figura 44. Fragmentos de pez con excelente preservación de sus escamas.	99
Figura 45. Material arqueológico hallado en el geotopo.	100
Figura 46. Vista desde el Mirador Cacique hacia el río Chicamocha.	101
Figura 47. Pictografía en el geotopo Mirador del Cacique.	102
Figura 48. Geotopo Las Juntas.	103
Figura 49. Litologías presentes en Las Juntas.	104
Figura 50. Geomorfología Estructural.	105
Figura 51. Gráfica del valor científico de los geotopos.	107
Figura 52. Gráfica del valor de potencial de uso educativo de los geotopos.	108
Figura 53. Colección geológica de la escuela rural La Laguna.	110
Figura 54. Geomaleta de la escuela rural La Laguna.	111
Figura 55. Materiales para los talleres de geoeducación.	114
Figura 56. Presentación de resultados del inventario de patrimonio geológico inmueble en la zona de Los Santos y la Mesa de Los Santos.	115

Lista de Apéndices

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

Apéndice A. Formulario de descripción y valoración del geotopo Salto del Mico.

Apéndice B. Formulario de descripción y valoración del geotopo Cascada Santa Rita.

Apéndice C. Formulario de descripción y valoración del geotopo Salto del Duende.

Apéndice D. Formulario de descripción y valoración del geotopo Salto Pilahonda.

Apéndice E. Formulario de descripción y valoración del geotopo Abrigo Rocos El Burro

Apéndice F. Formulario de descripción y valoración del geotopo Sendero San Rafael.

Apéndice G. Formulario de descripción y valoración del geotopo Piedra del Indio.

Apéndice H. Formulario de descripción y valoración del geotopo Cueva las Tejedoras.

Apéndice I. Formulario de descripción y valoración del geotopo Cascada El Arcoíris.

Apéndice J. Formulario de descripción y valoración del geotopo La Mojarra.

Apéndice K. Formulario de descripción y valoración del geotopo El Hoyo de Las Pavas.

Apéndice L. Formulario de descripción y valoración del geotopo Abrigos Rocosos Las Gachas.

Apéndice M. Formulario de descripción y valoración del geotopo Georuta Los Santos-Jordán.

Apéndice N. Formulario de descripción y valoración del geotopo El Borboso.

Apéndice Ñ. Formulario de descripción y valoración del geotopo Sendero y Cueva El Pozo-Tocaregua.

Apéndice O. Formulario de descripción y valoración del geotopo Yacimiento fosilífero El Diamante.

Apéndice P. Formulario de descripción y valoración del geotopo Mirador El Cacique.

Apéndice Q. Formulario de descripción y valoración del geotopo Las Juntas.

Resumen

Título: Inventario del Patrimonio Geológico de La Mesa de Los Santos, Santander*

Autores: Alan Jahir Archila Mendoza, Andrés Felipe Cañas Duarte

Palabras Clave: Inventario, Patrimonio Geológico, Geotopos, Valoración.

Descripción:

El inventario Nacional de patrimonio geológico es una necesidad académica y social que busca la gestión de los sitios que se destacan por la representación de la historia y evolución geológica del territorio. Se realizó un inventario del patrimonio geológico inmueble en la Mesa de Los Santos siguiendo la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano. La valoración fue aplicada a 18 potenciales geotopos, de los cuales tres (Georuta Los Santos Jordán, Yacimiento Paleontológico El Diamante y Las Juntas) se destacaron por su valor científico siendo potenciales geositos que estarían dentro del territorio del Geoparque Aspirante Cañón del Chicamocha. En la mayoría de los sitios se destaca su potencial de uso educativo por sus condiciones geológicas intrínsecas que podrían ser aprovechadas sosteniblemente con el desarrollo de actividades pedagógicas en niveles de educación superior, y básica secundaria. Tres sitios tienen un alto potencial turístico y 15 sitios presentan un potencial de uso turístico medio, lo que llama la atención ya que si se gestiona este renglón de la economía podría llegar a beneficiar mayormente el casco urbano y algunas veredas del SW del municipio.

Ocho de los geotopos identificados (44%) presentan una relación directa con el patrimonio arqueológico, ya que en estos sitios existe arte rupestre (pictografías) o hay algunos restos arqueológicos. Estos geotopos exhiben la relación sinérgica que puede llegar a tener el patrimonio geológico con el patrimonio cultural.

Adicionalmente, se diseñó un material denominado como “geomaleta” para su uso en geoeducación, el cuál fue donado a una sede rural de una institución educativa, en una zona donde en cercanías hay presencia de elementos del patrimonio geológico (fósiles).

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Francisco Alberto Velandia Patiño. Geólogo MSc PhD. Codirector: Jorge Enrique Gelvez Chaparro. Geólogo.

Abstract

Title: Inventory of Geoheritage of the Mesa of Los Santos (Santander)

Author: Alan Jahir Archila Mendoza, Andrés Felipe Cañas Duarte **

Key Words: Inventory, geological heritage, geotopes, assessment.

Description:

The geoheritage national inventory is a requirement academic and social need that seeks the management of sites that stand out for representing the history and geological evolution of the territory. An inventory of the immovable geological heritage in the Mesa of Los Santos Municipality was carried out following the methodology proposed by the Colombian Geological Service. The assessment was applied to 18 geotopes of which 3 (Georuta Los Santos Jordán, Yacimiento Paleontológico El Diamante and Las Juntas) stood out for their scientific value, being potential geosites that would be within the territory of the Candidate Cañón del Chicamocha Geopark. In most of the sites their pedagogical potential use stands out due to their intrinsic geological conditions that could be used sustainably with the development of educational activities at higher education levels, and basic secondary. Three sites have a high tourism potential use and 15 sites present a potential for medium tourist use, which is striking since if this line of the economy is strengthened, it could benefit the urban area and some sidewalks in the SW of the municipality.

Eight of the identified geotopes (44%) have a direct relationship with the archaeological heritage, since in these sites there is rock art (pictographs) or there are some archaeological remains. These geotopes show the synergistic relationship that geological heritage can have with cultural heritage.

Additionally, a material called "geomaleta" was designed for use in geoeducation and donated to a rural headquarters of an educational institution, in an area where nearby there are elements of the geological heritage (fossils).

** Faculty of Phisico-chemical Engineering. School of Geology. Director: Francisco Alberto Velandia Patiño. Geologist MSc PhD. Codirector: Jorge Enrique Gelvez Chaparro. Geologist.

Introducción

El patrimonio geológico constituye una parte importante del patrimonio natural ya que incluye formas, elementos y estructuras originadas por cualquier proceso geológico, pero además se enmarca en un contexto complejo resultado de su relación con otras disciplinas, por las implicaciones científicas, culturales y didácticas que posee (Carcavilla, 2007).

Conocer el territorio e identificar rasgos destacables que permitan la transmisión del conocimiento geológico y paleontológico a futuras generaciones, es el primer paso para fomentar la conservación, protección y rehabilitación de las áreas o sitios de interés.

Un paso importante para la identificación de geotopos y geositios en Colombia, es la definición de una metodología de inventario del patrimonio geológico que sea aplicable a las condiciones naturales, culturales, científicas y económicas del país, que genere una mejor gestión y posicionamiento del patrimonio geológico mediante el fomento de proyectos regionales que busquen el desarrollo sostenible de las comunidades (Vargas, 2018).

Parte del patrimonio geológico inmueble de la Mesa de Los Santos o Mesa de Xerira -en toponimia Guane- ya ha sido destacado en trabajos anteriores (Villabona & Mantilla, 2013; Yepes & Daza, 2017), el inventario de geotopos de La Mesa de los Santos además de su aporte al inventario nacional y al inventario de la iniciativa de Geoparque del Chicamocha, es un recurso que puede ser aprovechado para la geoeducación de la población, la apropiación y conservación del territorio, buscando impulsar el desarrollo sostenible por medio de propuestas como el geoturismo.

El proyecto de inventario geológico realizado en el área de la Mesa de Los Santos es un estudio llevado a cabo con el Semillero de Patrimonio Geológico de la Universidad Industrial de Santander y el apoyo del Proyecto 2534 VIE (Estudio integral del agua en la Mesa de Los Santos).

1. Descripción del Proyecto de Investigación

1.1 Planteamiento del Problema

No identificar la geodiversidad y el patrimonio geológico de una región es el principal condicionante para la conservación del medio natural, la legislación colombiana establece la necesidad de la gestión integral del patrimonio geológico para su protección y para la transmisión de conocimiento a las generaciones venideras. La Mesa de los Santos ostenta en su paisaje destacadas cualidades geológicas que por medio de un inventario pueden ser identificadas y evaluadas para definir sus características y así conocer su estado y potencial de uso. Aunque en la zona existe un inventario del patrimonio geológico preliminar, es necesario actualizar el mismo, añadiendo algunos lugares recientemente conocidos y reevaluando los ya identificados, esto con la aplicación de una metodología de valoración del patrimonio geológico inmueble que se adapte a las particularidades del territorio (geológicas, culturales y socio-económicas) y sustente la importancia local, regional, nacional o internacional que pueda llegar a tener el patrimonio geológico inmueble de la zona. La iniciativa de una propuesta de Geoparque para la región de la cuenca baja del río Chicamocha tiene como primer reto el realizar un inventario del patrimonio geológico de la región, donde por medio de este se sustente la importancia del patrimonio presente en cada uno de estos municipios.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Identificar, describir y evaluar potenciales geotopos en la Mesa de Los Santos, como aporte al inventario del patrimonio geológico en el área de la iniciativa “Geoparque Cañón del Chicamocha”.

1.2.2 Objetivos Específicos

Identificar potenciales geotopos y geositios a partir de la recopilación de la información geocientífica y patrimonial que ha sido generada en la Mesa de Los Santos.

Georreferenciar y describir los geotopos identificados.

Valorar cuantitativamente los potenciales geotopos en la Mesa de Los Santos con la metodología de valoración del Servicio Geológico Colombiano.

Diseñar un material didáctico para fomentar la geoeducación en torno al patrimonio geológico de la zona.

1.3 Justificación

El patrimonio geológico inmueble de una región es un recurso que comprende aquellos lugares que son claves para el estudio y la comprensión de la historia geológica de la Tierra. Su importancia, además del valor científico ya mencionado, también puede ser de índole cultural, ya que la geología condiciona el entorno natural en el que las poblaciones se desarrollan. Además, el patrimonio geológico puede aportar al desarrollo sostenible de una región, a partir del establecimiento de estrategias de turismo sostenible en estos lugares. La Mesa de Los Santos (Santander), abarca el municipio de Los Santos y parte del municipio de Piedecuesta, en donde

hospeda un importante patrimonio geológico documentado en diferentes trabajos geocientíficos e inventarios preliminares (Villabona y Mantilla, 2013; Yepes y Daza, 2017), además de un importante patrimonio biótico, asociado entre otros a la presencia de distintas especies endémicas en la zona; y un rico patrimonio cultural, asociado a la desaparecida civilización Guane. Adicionalmente, el municipio de Los Santos es una de las zonas más importantes dentro del propuesto proyecto “Geoparque Cañón del Chicamocha”, una iniciativa que busca postular esta área geográfica ante el programa de Geoparques Mundiales de la UNESCO (Ríos et al., 2020). Según Brilha (2015, 2018) cualquier geoparque de la red global (GGN) debe demostrar que la geodiversidad de su territorio está representada por geositos de relevancia internacional. Para cumplir con este requisito, se debe realizar un inventario sólido de lugares de interés geológico en el territorio, destacando los lugares con mayor valor científico (Geositos). Para Colombia según el decreto 1353 de 2018, el geotopo es un segmento o una porción espacial, que es definida por sus valores patrimoniales geológicos o paleontológicos, y el geosito es definido como un geotopo de interés científico mundial. De igual manera, la identificación de geositos y los resultados de un inventario también proporcionarán parte de los datos necesarios requeridos 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, 2018). El desarrollo de un inventario del patrimonio geológico inmueble con una sólida base metodológica en La Mesa de Los Santos, contribuirá al diseño de estrategias para la conservación y la activación económica de estos lugares a través de estrategias como el Geoturismo, además de ser un insumo importante para el conocimiento del territorio y

que podría incluirse en los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios, ya que constituye un recurso para el desarrollo sostenible y la generación de identidad territorial.

2. Marco Teórico

Dentro de las geociencias y dado a su extrema relación con el espacio natural surge la necesidad y objetivo de preservarlo a través de las iniciativas de patrimonio geológico y geodiversidad, disciplinas que desde el conocimiento geológico buscan promover la conservación y la adecuada gestión de los recursos naturales (Carcavilla, 2007). Lugares claves para descubrir y comprender la historia geológica, son conocidos como patrimonio geológico. Muchos datos relevados por algún área pertinente a las geociencias provienen de lugares con atributos geológicos específicos y destacados que pueden ser vistos como laboratorios in situ. El valor científico de los componentes geológicos está relacionado con el conocimiento que ofrecen para entender el funcionamiento de la geosfera y su relación implícita con los otros sistemas terrestres, como la biosfera, hidrosfera y atmosfera. El valor científico es clave para que un área determinada sea considerada como patrimonio geológico (Brilha, 2015).

La evidencia geológica que ha apoyado los estudios e investigaciones científicas puede desaparecer dado a que generalmente son materiales no renovables, por lo tanto, los geocientíficos deben asumir la responsabilidad social de velar por la conservación de este patrimonio natural de suma importancia para el avance de las geociencias y para el conocimiento del planeta Tierra (Brilha, 2015). La gestión del patrimonio geológico parte de su identificación utilizando como medio el inventario, seguido de una normalización o legislación para su conservación y posible utilización. Los principales objetivos del patrimonio geológico son preservar sus bienes

asegurando el legado geológico para las futuras generaciones y el aprovechamiento del recurso para el beneficio social, en su uso educacional, económico y didáctico (Carcavilla, 2007).

2.1 Definiciones

Geodiversidad: son elementos geológicos representativos (minerales, rocas, fósiles, suelos, geoformas, etc.) que aportan datos necesarios para la investigación. Son los elementos abióticos del espacio natural que son recursos importantes para la educación, el turismo, la cultura y para la ciencia (Brilha, 2015).

Patrimonio geológico: en Colombia es definido como un conjunto de lugares con características científicas, culturales y educativas, donde se pueda conocer la evolución del paisaje de la tierra, y el origen y evolución de la vida (Decreto 1553, 2018). El patrimonio geológico son todos aquellos elementos que son de origen natural y resultado de un proceso geológico, en su mayoría son recursos no renovables que explican la evolución geológica de un lugar y sirven para entender el nexo entre la historia del hombre y de la tierra (Carcavilla, 2007).

Geotopo: Una zona de la geosfera bien delimitada, definida por sus valores patrimoniales geológicos y paleontológicos existentes en los elementos que la componen (Decreto 1553, 2018). Son lugares que muestran fenómenos y procesos geológicos, que son importantes para conocer la historia de la tierra y evolución del paisaje (Carcavilla, 2007).

Geositio: Es un tipo de geotopo que tiene un interés global, donde bienes patrimoniales individuales o en conjunto constituyen registros que permiten la correlación mundial para el estudio de la historia del planeta o de la vida (Decreto 1553, 2018). Los geositios son aquellas áreas que muestran características geológicas de aspecto global fundamentales

para poder entender la historia de la evolución de la tierra. No se trata de aspectos geológicos representativos de un país sino contextos esenciales para comprender la historia geológica terrestre (Carcavilla, 2007).

Geoparque: Son territorios con una estrategia de desarrollo sostenible basada en el patrimonio geológico y otros bienes naturales y culturales, a través de la oferta de acciones educativas y de geoturismo con el fin de atraer visitantes (Brilha, 2018).

Inventario de patrimonio geológico: Es una herramienta que aporta información sobre las características geológicas de una zona, y acerca del valor de un territorio por su diversidad geológica. Además de reunir información de sitios o regiones, el objetivo del inventario es permitir el análisis y valoración de datos para la gestión del patrimonio geológico (Carcavilla, 2007).

Zonas de Protección Patrimonial Geológica y Paleontológica (ZPPGP): figura legal para las áreas de protección y aplicación de consideraciones especiales en virtud de la presencia de patrimonio geológico y/o paleontológico (Decreto 1553, 2018).

2.2. Antecedentes

Si bien Colombia se caracteriza por ser un país minero-energético donde el patrimonio geológico es visto como una rama de la geología aun en desarrollo, a inicios de los 2000 comienzan a gestarse una serie de estudios de carácter local sobre la identificación y valoración de este patrimonio que dan como resultado inventarios *ad hoc* en diferentes partes del territorio colombiano, en especial en zonas centrales del país como el eje cafetero (Antioquia y Caldas) y el departamento de Santander, los cuales han sido producto de propuestas académicas promovidas

principalmente por universidades como la Nacional, Industrial de Santander y Caldas, entre otras (Restrepo & Rodríguez, 2005).

Teniendo en cuenta los lineamientos legales para la gestión del patrimonio geológico establecidos en el Decreto 1353 de 2018 (donde se destaca la necesidad de desarrollar una metodología de inventario adaptado a las características del territorio nacional) Vargas (2018) evalúa el trabajo de inventario piloto realizado por el Servicio Geológico Colombiano en el departamento de Boyacá. Aplicando además un método de inventario aportado por el Instituto Geológico y Minero de España, y teniendo en cuenta otros métodos usados en otros países, Vargas (2018) propone un método de inventario para el patrimonio geológico inmueble en Colombia en el que se abordan desde los pasos principales para el proceso de inventario, hasta para la valoración de los sitios geológicos.

Para el departamento de Santander, Colegio et al. (2002) establecen que la metodología para definir el patrimonio geológico se compone de un inventario general, una clasificación y selección de geotopos, además de una catalogación que incluye la evaluación y valoración para finalmente darle un uso recomendado al geotopo en su manejo y conservación. Igualmente, resalta la necesidad de identificar el patrimonio geológico con base en una metodología nacional que reúna criterios comunes y con ello estrategias de desarrollo.

En La Mesa de Los Santos, por sus características geológicas, paisajísticas y arqueológicas, Yepes y Daza (2017) definen 25 puntos de interés en once georutas según la metodología de patrimonio modificada de García y Carcavilla (2009), incluyendo aspectos científicos, didácticos y turísticos. De estas georutas destacaron cinco, debido a la evaluación basada en la misma metodología: El Diviso, Salazar, El Toro, El Diamante y La Mojarra, las cuáles resaltan son las rutas de mayor proyección para ser consideradas patrimonio geológico, siendo el valor principal

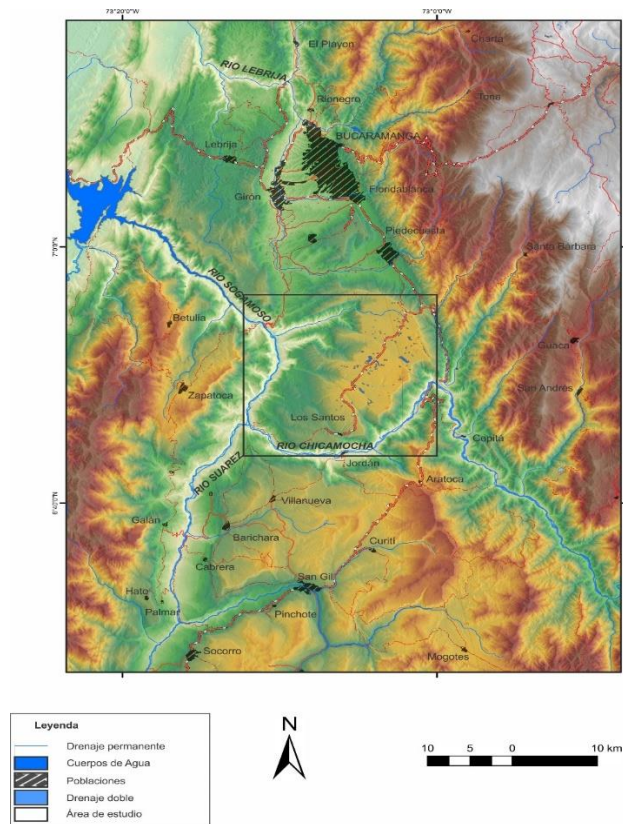
de tipo científico dado a que la mayoría son sitios inexplorados. Su información llega a ser casi nula, por ende, pueden ser fuente de estudios para generar nuevo conocimiento en la zona. Solo una ruta se destaca por su alto valor turístico, concluyendo que esto se debe a la poca gestión de proyectos de desarrollo en el municipio.

3. Localización del área de estudio

La Mesa de Los Santos se encuentra en el departamento de Santander, en el costado occidental de la Cordillera Oriental, tiene una extensión de unos 470 km² y está en jurisdicción principalmente del municipio de Los Santos y en su parte más norte en Piedecuesta, al este limita con el río Manco, al Sur con el río Chicamocha y al este con el río Sogamoso. La Mesa de Los Santos tiene una altitud que varía entre los 300 y 1800 m.s.n.m.

Figura 1

Ubicación de la zona de estudio.



4. Marco geológico

La Mesa de Los Santos se encuentra sobre la Cordillera Oriental Colombiana, ubicándose sobre la zona de mesas. Geomorfológicamente corresponde a una mesa marginal profundamente disectada por la erosión que le causan los ríos Chicamocha, Suarez y Sogamoso. Estos ríos han generado cañones con grandes escarpes, paredes que superan los 600 m (Cruz, 1972). La zona de mesas y más específicamente la Mesa de Los Santos o Mesa de Xerira en toponimia Guane (Navas & Angulo, 2010), está controlada estructuralmente por dos fallas, la Falla Bucaramanga y la Falla del Río Suarez, generando en medio una superficie que es relativamente plana. Geológicamente

está formada por un basamento ígneo-metamórfico del Paleozoico en contacto discordante con formaciones del Mesozoico que lo suprayacen (Julivert, 1958).

La Mesa de Los Santos cuenta con una alta geodiversidad representada en una múltiple gama de unidades litológicas, geoformas, fósiles y minerales presentes en toda su extensión. Los geotopos estudiados abarcan diferentes etapas de la evolución geológica de la zona (Figura 2).

4.1 Estratigrafía

Formación Silgará (OSs): rocas metamórficas de origen sedimentario compuestas por filitas, cuarcitas, esquistos, metareniscas y en menores cantidades pizarra y filita calcárea, Ward y otros (1973) la ubican temporalmente edad de Cámbrico a Ordovícico (Clavijo y Royero, 2001).

Granito de Pescadero (J1gp): plutón alargado que se encuentra intruyendo a la Formación Silgará, aflora en la zona del río Chicamocha y en el municipio de Los Santos, su edad es Triásico-Jurásico. Se define como un granito leucocrático, de pocos máficos e incluye diques de pegmatita y riolita (Ward et al., 1973). “Grupo Plutónico de Santander” han dado edades U-Pb en circones que van de ~210 Ma a ~196 Ma y calcoalcalinos, geoquímica de arco continental, la formación de esos granitoides se interpreta como resultado de subducción de corteza oceánica bajo un arco continental, y son más viejos que los granitoides de arco en la Cordillera Central (~189 Ma; Van der Lelij, 2013; Spikings et al., 2015).

Formación Jordán: su sección tipo se encuentra en la pendiente norte del cañón del río Chicamocha, al Sur de la Mesa Los Santos fue descrita por Cediell (1968) como areniscas gris verdosas, de grano grueso a ligeramente conglomeráticas, intercaladas con niveles de arcillolitas del mismo color y limolitas rojas a grises en la parte superior, con capas delgadas de tobas que definen un ambiente de depósito continental. Está en contacto inconforme, con la infrayacente

Formación Silgará (Clavijo y Royero, 2001). En su sección tipo presenta un espesor aproximado de 500 m (Suárez & Díaz, 2016), el componente volcánico explosivo félsico dentro de la unidad se encuentra restringido y su distribución en el área es relativamente pequeña, concentrándose principalmente en su localidad tipo y en zonas adyacentes a la Mesa de Los Santos. En la Mesa de Los Santos la Formación Jordán está compuesta principalmente de limolitas intercaladas con areniscas lodosas y en menor proporción conglomerados. En su base tiene conglomerados rojizos, en su parte media se encuentran areniscas grises verdosas ligeramente conglomeráticas y en su parte superior intercalación de limolitas y capas medianas de areniscas limosas (Morales et al., 2010). Los datos geocronológicos en rocas volcánicas de la Formación Jordán aportados por Alarcón et al. (2019) apuntan a que la actividad volcánica registrada en la unidad ($199,37 \pm 0,34$ Ma y $198,49 \pm 0,33$ Ma) coincidió con el evento magmático de retro-arco que dio origen a los granitoides del Grupo Plutónico de Santander, el cual se manifestó entre finales del Triásico Tardío e inicios del Jurásico Temprano. Hacia el cañón de los ríos Chicamocha y Sogamoso, se encuentra infrayaciendo la Formación Los Santos con una discordancia angular que varía entre 10° y 30° (Alarcón & Rodríguez, 2019).

Formación Girón (J3g): compuesta por areniscas de color rojo principalmente, grises y verdosas, estratificación cruzada, con intercalación de limolitas y lodolitas, reposa en discontinuidad sobre la Formación Jordán e infrayace en una discontinuidad estratigráfica a la Formación Los Santos. Pons (1982), define una edad Jurásico-Cretácico (Clavijo y Royero, 2001). En la Mesa de Los Santos la Fm. Girón aflora hacia la zona NE y al NW, en el Municipio de Piedecuesta, se encuentran areniscas conglomeráticas de color violeta a rojo, zonas donde tiene un espesor máximo de 50 m (Pinto et al., 2007; Osorio-Afanador y Velandia, 2021).

Formación Los Santos (K1ls): constituida por areniscas conglomeráticas, lodolitas rojo grisáceas y cuarzoareniscas gris amarillentas, presenta estratificación cruzada. La Formación Los Santos es considerada de edad Berriasiano por Cediel (1968) y su espesor en la localidad tipo es de unos 218 m, sus facies son interpretadas como depósitos fluviales acumulados por corrientes trenzadas (Clavijo y Royero, 2001). En la Mesa de Los Santos la formación se divide en tres miembros: el miembro inferior constituido por conglomerados arenosos y areniscas conglomeráticas, el miembro medio constituido por limolitas y arcillolitas, con intercalaciones de arenisca de grano fino a medio y el miembro superior de areniscas cuarzosas, con estratificación cruzada, plano paralelo y en artesa (Pinto et al., 2007).

Formación Rosa Blanca (K1r): nombrada y descrita por Wheeler, (1929), la edad comprende el intervalo Valanginiano - Hauteriviano inferior (Etayo, 1968), su sección tipo está ubicada en el cañón del Río Sogamoso, en este lugar la sección tiene un espesor de 450 m, actualmente se encuentra inundado por el embalse Topocoro. La formación está compuesta en su parte inferior por capas de caliza y yeso, con oolitos, ostrácodos y dolomías, y hacia la parte superior areniscas y lodolitas calcáreas (Clavijo y Royero, 2001). Según Moreno-Sanchez (2019), la formación Rosa Blanca está constituida por varias facies tanto horizontales como verticales definidas en su composición, textura y contenido fósil. Se proponen cinco miembros: el Miembro Lagunetas en la base de la formación, correspondiente a calizas y dolomías hasta una capa oolítica del nivel de micritas fosilíferas, seguido está el Miembro Carrizal, que consiste en capas de caliza wackestone con abundantes fósiles, bivalvos, equinodermos, amonoideos, foraminíferos, gasterópodos, braquiópodos, vertebrados y también con icnofósiles principalmente Thalassinoides. El Miembro Zo que suprayace al anterior, se compone de capas de calizas wackestone y en menor cantidad packstone, con bivalvos, equinodermos, serpulidos y

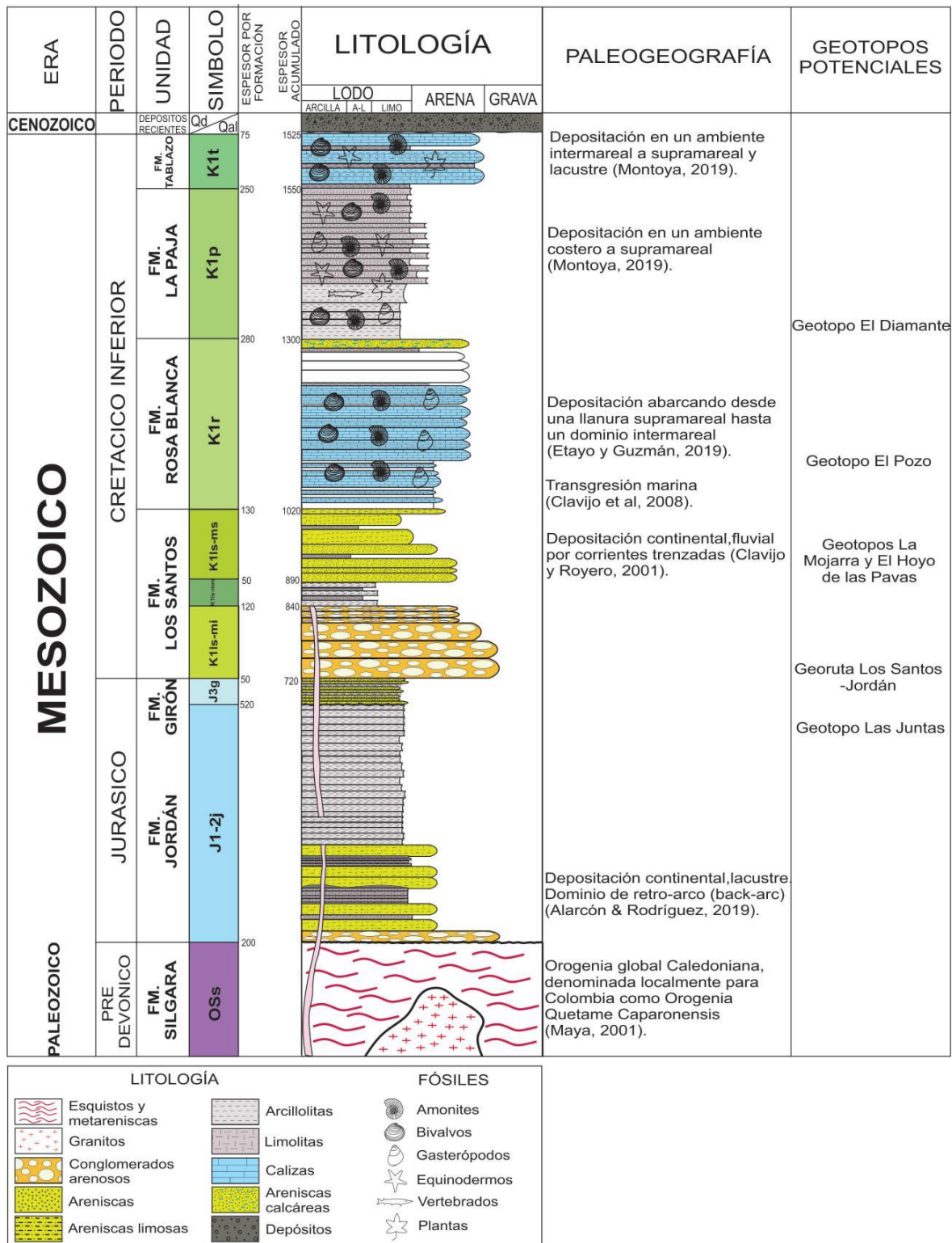
foraminíferos, se distinguen también zonas con cuarzo. En secuencia estratigráfica ascendente está el Miembro Sapo, correspondiente a capas métricas de mudstone intercaladas con capas menores de wackestone, se presentan principalmente bivalvos, equinodermos, gasterópodos, foraminíferos y crustáceos. En la parte superior de la formación se encuentra el Miembro Zapatoca que se compone en un intervalo inferior de arcillolitas rojizas y arenisca lodosa ferruginosa, y en uno superior de caliza packstone y wackestone, sobre este techo calcáreo está el contacto disconforme con la Formación La Paja. La depositación se desarrolló abarcando desde una llanura supramareal hasta un dominio intermareal. (Etayo y Guzmán, 2019).

Formación La Paja (K1p): está constituida por lutitas y shales gris oscuros a azulosos, fosilíferos, con intercalaciones de areniscas gris amarillentas, de grano fino, con algunas intercalaciones de shales grises, localmente arenosos, calcáreos, fosilíferos, o limosos a arenosos, también pequeñas intercalaciones de calizas grises fosilíferas o a veces arenosas. La edad ha sido determinada del Barremiano inferior al Aptiano inferior, con un espesor variable entre 125 - 625 m y se estima que su depósito tuvo lugar en un ambiente epicontinental (Clavijo y Royero, 2001). En su sección tipo la Formación La Paja mide 288m, se compone de calizas mudstone de colores grises, con variaciones en contenidos de carbonatos, de arcillas y de materia orgánica, y en algunas zonas la caliza esta recristalizada. Se destacan buena cantidad de concreciones subesferoidales a elipsoidales de diámetro variable, en partes de la secuencia hay intercalación con láminas de yeso o pirita y se presentan hidrocarburos que rellenan espacios. La Formación La Paja tiene contenido fósil de foraminíferos, dinoflagelados, amonitas, bivalvos, ostrácodos, equinodermos, restos de peces y de vegetales. Su ambiente de depositación es costero a supramareal y el contacto con la suprayacente Formación Tablazo es transicional (Montoya, 2019).

Formación Tablazo (K1t): compuesta por calizas gris a negras, fosilíferas, localmente glauconíticas y arcillosas de color negro, con niveles intercalados de arcillolitas grises a gris azulado, calcáreas, fosilíferas, en capas medianas a gruesas, con intercalaciones de areniscas grises, grano fino a medio, arcillosas, levemente calcáreas, en capas delgadas, es una sección de espesor variable entre 150 y 325 m y correspondiente a un ambiente de depósito marino de condiciones neríticas, poco profundas, su edad es considerada del Aptiano superior - Albiano inferior (Clavijo y Royero, 2001). En sus primeras capas la Formación Tablazo es muy similar en litología y contenido fósil a la Formación La Paja. Son rocas mudstone calcáreas con materia orgánica y rocas caliza recristalizadas con ostrácodos, dinoflagelados, peces, algas y hongos. Luego en la secuencia se encuentran intercalaciones de calizas mudstone calcáreas con arcilla, con presencia de equinodermos y abundantes gasterópodos, limolitas y arenitas de cuarzo a veces con Thalassinoides, y calizas wackestone y packstone con bivalvos. Además, también hay presencia de fósiles de grifeidos, serpulidos, esponjas calcáreas, foraminíferos bentónicos, espículas silíceas e intraclastos de fosfatos. El ambiente de depósito define los cambios constantes en el nivel del mar, intermareal a supramareal con ingresos del mar e instalación de dominio lagunar (albufera), su exhumación y cambios en la línea costera (Montoya, 2019).

Figura 2

Columna generalizada y geotopos de La Mesa de Los Santos.



Nota: Modificado de Pinto et al, (2007).

4.2. Tectónica y Geología Estructural

La zona de mesas está definida en la provincia tectónica Cordillera Oriental según la caracterización tectónica hecha por Clavijo (1993) para el departamento de Santander, correspondiente a una provincia constituida por un bloque oriental y uno central hundidos conformados por rocas sedimentarias de edades Mesozoicas y Cenozoicas. La zona de la mesa de Los Santos está ubicada en la región estructural Central que está limitada al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta y al occidente por la Falla la Salina (Clavijo y Royero, 2001).

La Mesa de Los Santos limita al este por la Falla Bucaramanga que eleva el Macizo de Santander y al oeste por la Falla del Suarez que va paralela al río Suarez y parte del Sogamoso. Para Clavijo y Royero (2001), la Falla del Suarez es inversa de alto ángulo con una componente vertical importante y con dirección N-E, y según Julivert (1958) divide dos regiones estructurales de segundo orden, una oriental donde se ubica la Mesa de Los Santos de una occidental competente a Zapatoca y Lebrija.

En un estudio de análisis estructural, Vargas (2008) divide la Mesa de Los Santos en cuatro bloques estructurales: Montes, Tabacal, Mojarra y Minas, y a su vez, determina una dirección preferencial de planos de fractura, N80-90W. En base a este anterior estudio, Tarazona y Vargas (2020) complementan el procesamiento de datos y reportan que además de esa dirección preferencial hay otra dirección N0-10E; definen que la dirección preferencial del bloque la Mojarra, pasa de N70-80W a N50-60W. Tarazona y Vargas (2020) concluyen que las rocas areniscas cuarzosas del miembro superior de la Formación los Santos registran la mayor intensidad y densidad de fracturamiento, y por el contrario las capas de roca caliza intercaladas con yeso y lodolitas calcáreas de la Formación Rosa Blanca presentan menor fracturamiento.

Por los aspectos estructurales en un estudio de cartografía geológica de la Mesa de Los Santos, Morales et al. (2010) propone tres sistemas de fallas según características geométricas y cinemáticas:

Sistema de fallas longitudinales: presentan una dirección predominantemente N-W, son paralelas en su mayoría y están espaciadas en un promedio de 4 km. Afectan la secuencia sedimentaria de Jurásico y Cretácico, y el basamento (Morales et al., 2010).

Falla La Lejía: falla normal con componente principal de rumbo dextral, con dirección N-W y vergencia N-E. Tiene un trazo de unos 11 km. Afecta las areniscas de la Formación Los Santos principalmente, también las formaciones Silgará y Jordán y al Granito de Pescadero (Morales et al., 2010).

Falla Honda: falla de rumbo sinistral con componente normal y vergencia al N-E. Afecta rocas de las formaciones Los Santos, Jordán y Silgará, así como del Granito de Pescadero (Morales et al., 2010).

Falla El Aljibe: falla de rumbo dextral con componente normal, con dirección N-W y vergencia S-E. Afecta al Granito de Pescadero y las formaciones Silgará, Jordán y Los Santos, controlando además intrusiones localizadas hacia el escarpe del río Chicamocha (Morales et al., 2010).

Falla Los Potreros: falla de rumbo sinistral con componente normal en el buzamiento (transtensiva) de orientación NW-SE (Tarazona y Vargas, 2020).

Falla Las Calaveras: falla de comportamiento sinistral con componente inverso en el buzamiento (transpresiva), con dirección NW-SE (Tarazona y Vargas, 2020).

Falla La Mojarra: falla de rumbo sinistral con componente inverso en el buzamiento (transpresiva) (Tarazona y Vargas, 2020).

Falla Los Santos: falla de rumbo sinistral con componente inverso en el buzamiento (transpresiva), dirección NW-SE y buzando hacia el NE. En el último tramo occidental de la falla el comportamiento es únicamente sinistral. Implica el levantamiento de la Formación Los Santos en el bloque colgante y la Formación Rosa Blanca en el bloque yacente (Tarazona y Vargas, 2020).

Falla La Chivatera: falla de rumbo sinistral con componente normal en el buzamiento (transtensivas) (Tarazona y Vargas, 2020).

Sistema de fallas transversales: tienen una dirección preferencial N-E, muestran paralelismo entre ellas y con un espaciamiento aproximado de 3 km. Estas fallas presentan una continuidad limitada a trazos cortos enmarcadas entre fallas del sistema longitudinal principalmente. Estas fallas afectan rocas sedimentarias y en algunas zonas basamento (Morales et al., 2010).

Falla Los Montes: falla de rumbo dextral con componente inversa con dirección N-E y vergencia al S-E. Tiene un trazo de una longitud aproximada de 9 km. Afecta litologías de las formaciones Jordán y Los Santos (Morales et al., 2010).

Falla San Javier: falla de rumbo dextral con componente inversa, con dirección N-E y vergencia N-W. Tiene una longitud aproximada de 3 km. Afecta rocas de las formaciones Silgará, Jordán y Los Santos, y del Granito de Pescadero (Morales et al., 2010).

Sistema de fallas menores y pliegues: las fallas menores se observan en dirección E-W y son producto de la acomodación de materiales después de eventos tectónicos. Los pliegues son evidencia de los esfuerzos que han tenido las rocas en la zona, principalmente son pliegues de arrastre y pliegues en capas de roca incompetentes, principalmente en formaciones del Cretácico Inferior y en la formación Jordán (Morales et al., 2010).

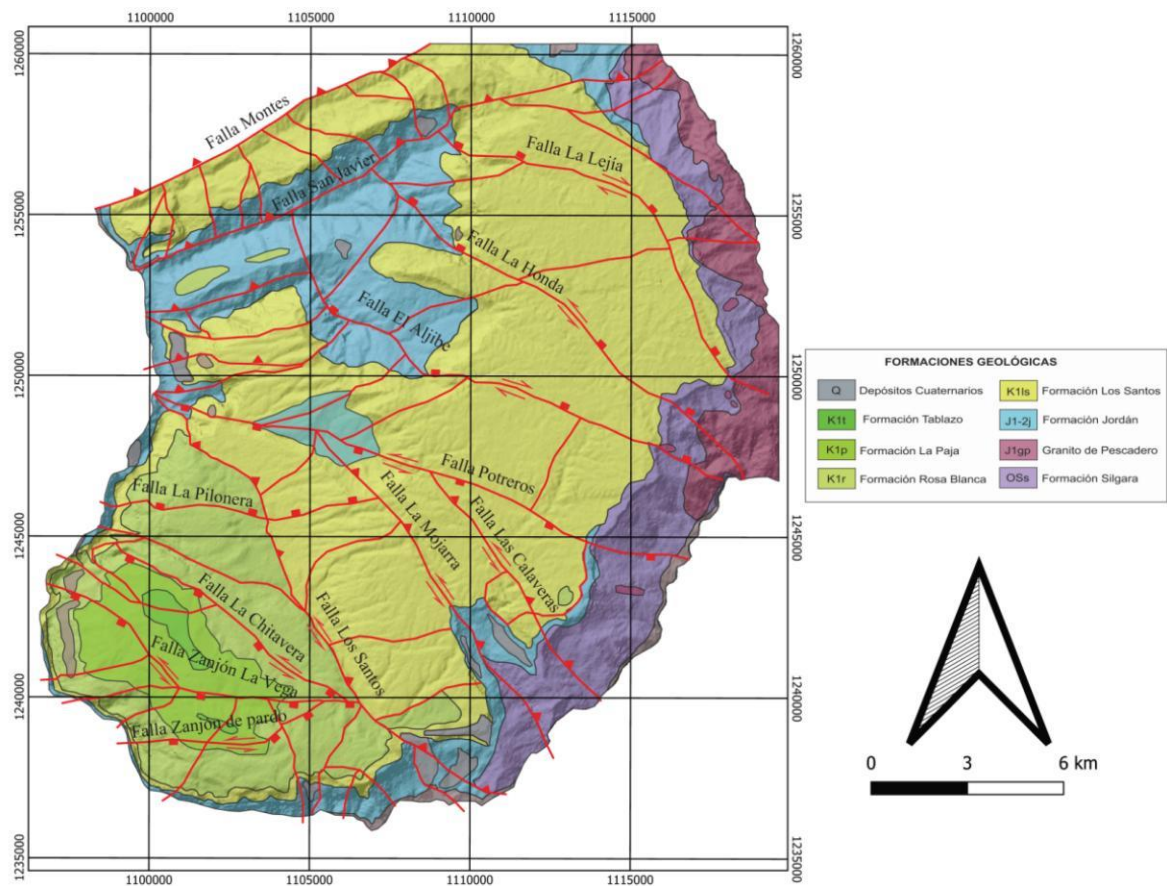
Falla La Pilonera: falla de cinemática normal (Tarazona y Vargas, 2020).

Falla Zanjón La Vega: falla de rumbo sinistral con componente normal en el buzamiento (transtensiva) para el tramo izquierdo y de comportamiento normal para el tramo derecho (Tarazona y Vargas, 2020).

Falla Zanjón de Pardo: falla subparalela a la Falla Zanjón La Vega, su cinemática es normal (transtensiva) (Tarazona y Vargas, 2020).

Figura 3

Mapa geológico de La Mesa de los Santos.



Nota: Modificado de Tarazona y Vargas (2020).

5. Metodología

5.1 Metodología de Inventario del Patrimonio Geológico Inmueble para Colombia

La metodología de inventario geológico a usar es la propuesta por Vargas (2018), para el inventario nacional de patrimonio geológico inmueble. Propuesta que surge a partir de las necesidades de ajuste encontradas por el Servicio Geológico de Colombia (SGC) al aplicar el documento de inventario de patrimonio geológico del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (García-Cortés et al., 2015) en territorio colombiano, entre los años 2016 y 2017. Esta propuesta de metodología de inventario busca concordancia con la realidad geográfica, científica y socioeconómica del país, además de seguir la normatividad establecida en el Decreto 1353 de 2018, que regula la consolidación del Inventario de Patrimonio Geológico y Paleontológico (INGEP) de Colombia.

Para la generación de un inventario sistemático es necesario establecer una metodología de valoración de los geotopos, la cual posee las bases conceptuales para la identificación, clasificación y valoración de patrimonio geológico de relevancia regional nacional (geotopos) e internacional (geositos). La evaluación de los lugares se hace considerando su valoración científico, educativo y turístico, con el fin de identificar los geotopos para que se justifique y establezca su prioridad de protección y su uso. La protección de estos geotopos responde a la clasificación por su valor científico independiente del uso que puedan tener. Geotopos con potencial uso educativo o turístico tendrán una justificada protección solo si son utilizados para estos propósitos. La metodología también tiene como fin definir el riesgo de degradación de los geotopos y establecer si existen condiciones favorables para llevar estrategias divulgativas y didácticas entorno a éstos (Vargas, 2018).

Vargas, 2018 plantea quince pasos para el desarrollo del método de inventario geológico colombiano, desde la fase previa a valoración de los lugares en campo, hasta el establecimiento de

Zonas de Protección Patrimonial Geológica y Paleontológica (ZPPGP). Además, se sugiere las publicaciones científicas de geotopos destacados a medida que va avanzando el inventario nacional, para que constituyan un soporte científico y sea insumo no solo para iniciativas de geoconservación, sino también para la elaboración de planes de ordenamiento territorial, estudios de impacto ambiental, etc.

1) Elección del área de estudio

El inventario debe partir de un marco geológico que permita ponderar la representatividad de los geotopos a escala regional y nacional. Para ellos se recomienda la ubicación de los geotopos en dominios geológicos basados en trabajos representativos de la cartografía geológica de Colombia.

2) Elección del equipo de trabajo

Dado el carácter universal y pluridisciplinar del patrimonio geológico, el equipo de trabajo estará conformado por un coordinador científico junto a un equipo de trabajo conformado por expertos en temas relacionados a las geociencias y demás disciplinas involucradas para las diferentes funciones de valoración, recopilación de datos, etc. Además de contar con el apoyo de instituciones educativas y centros de investigación, así como de administraciones y organismos públicos.

3) Recopilación bibliográfica

El objetivo es el de crear una base de información documental sobre los lugares potenciales que abordaría el inventario, donde se lleve a cabo una revisión de literatura investigativa del área de estudio, ya que resultará importante para aportar en el listado potencial de geotopos. Además, se incluye un proceso de consulta a expertos por medio de formularios en plataformas virtuales o entrevistas, que permitan consolidar los conceptos para la evaluación de los posibles geotopos.

4) Listado potencial de geotopos

Con base en la recopilación bibliográfica y en el análisis de la información, se organiza un listado de potencial de geotopos según su grado relativo de relevancia.

5) Preparación de la fase de campo

Consta mínimo de tres pasos clave: primero es necesario un Sistema de Información Geográfica (SIG) soportado con cartografía geológica y con la localización aproximada de los lugares, también se debe tener un estimado previo del área de los potenciales geotopos. Segundo, la consolidación previa de información no geológica como planes de ordenamiento territorial o información referente a figuras de protección presentes en la zona de estudio. Tercero, la comunicación con las administraciones y los entes territoriales con el fin de dar a conocer la información pertinente a la realización del estudio de inventario.

6) Valoración de geotopos en campo

La valoración está basada en un formulario a diligenciar. Dentro de los campos se encuentran datos básicos a suministrar donde se incluye información referente a la identificación, denominación, localización, justificación y descripción de cada geotopo, además de aspectos clave a tener en cuenta en su posible utilización para fines científicos, educativos y turísticos. El formulario destaca los intereses principales de los potenciales geotopos ya sean geológicos o no geológicos, para los primeros la metodología define los intereses: estratigráfico, sedimentológico, geomorfológico, paleontológico, tectónico-estructural, petrológico, vulcanológico, mineralógico, pedológico e hidrogeológico (Tabla 1).

Tabla 1.

Listado de los tipos de interés geológico principal con ejemplos de rasgos y procesos geológicos asociados a cada uno.

Interés geológico	Ejemplos
Estratigráfico	Localidad tipo de una formación, columna o sección estratigráfica, entre otras.
Sedimentológico	Secciones con estructuras sedimentarias.
Geomorfológico	Geoformas producto de procesos de erosión o acumulación de diferente origen (glaciar, kárstico, fluvial, costero, eólico, entre otras).
Paleontológico	Registro fósil, yacimientos paleontológicos, localidades tipo
Tectónico-Estructural	Estructuras tectónicas (fallas, pliegues, estructuras deformacionales) de escala variable.
Petrológico	Afloramientos de carácter ígneo-metamórfico. Litologías, composiciones y texturas particulares.
Vulcanológico	Edificios y estructuras de origen volcánico.
Mineralógico	Minerales, paragénesis, cristalizaciones, estructuras o texturas, yacimientos minerales.
Pedológico	Secciones tipo de suelos.
Hidrogeológico	Fuentes, manantiales, surgencias, sumideros, entre otros.

Nota: Modificado de Vargas (2018).

Para el análisis cuantitativo del valor científico, del posible uso educativo y del posible uso turístico, así como de la susceptibilidad de degradación de geotopos, la metodología plantea unos parámetros importantes a tener en cuenta ya que proveen la información pertinente para el eventual cálculo. Cabe resaltar que el formulario de valoración en campo también puede ser diligenciado de manera digital y que no toda la información es recolectada durante la fase de campo.

Los parámetros utilizados para el cálculo del valor científico, del potencial de uso educativo y del potencial uso turístico se encuentran especificados en la tabla 2.

Tabla 2.

Parámetros utilizados para la valoración de geotopos.

PARAMETRO DE VALORACION		DESCRIPCION
I.	<i>Representatividad (R)</i>	Informa sobre la cualidad del lugar para ilustrar adecuadamente las características de un determinado rasgo o proceso geológico en relación al área de estudio considerada.
II.	<i>Carácter de localidad de referencia</i>	Informa sobre la cualidad del lugar como referencia estratigráfica, paleontológica, mineralógica, etc. A nivel regional, nacional e internacional.
III.	<i>Grado de conocimiento científico</i>	Indica que la relevancia geológica e interés geocientífico del lugar lo hacen objeto de publicaciones y estudios científicos.
IV.	<i>Potencial de investigación relevante para las geociencias</i>	Informa si el lugar presenta potencial de investigación para fines geocientíficos, de acuerdo con el grado de experticia de las personas consultadas.
V.	<i>Estado de conservación</i>	Informa de la existencia del deterioro físico del rasgo o proceso geológico.
VI.	<i>Condiciones de uso</i>	Indica la existencia de obstáculos físicos o legales para el uso del lugar.
VII.	<i>Rareza</i>	Informa sobre la escases de lugares con rasgos similares al descrito en relación al área de estudio considerada.
VIII.	<i>Diversidad geológica</i>	Informa de la existencia de varios rasgos o procesos de interés geológico.
IX.	<i>Contenido/Uso didáctico</i>	Indica si el lugar ilustra rasgos o procesos geológicos que pueda ser aplicado en la docencia a estudiantes de distintos niveles educativos, o ya se utiliza para este fin.
X.	<i>Infraestructura logística</i>	Informa sobre la existencia de alojamientos y almacén de suministros básicos en un radio determinado.
XI.	<i>Seguridad</i>	Informa sobre la existencia de infraestructura segura en el lugar, acceso a redes móviles, condiciones de orden público, así como de la presencia de centros de salud en un radio determinado.
XII.	<i>Densidad de población</i>	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.
XIII.	<i>Accesibilidad</i>	Ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes, pero proporcional a una mayor de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados.

XIV.	<i>Espectacularidad belleza</i>	o	Informa el atractivo visual del rasgo o proceso geológico.
XV.	<i>Tamaño</i>		Orienta sobre la capacidad de carga del lugar, en función de su extensión y su vulnerabilidad respecto a las visitas.
XVI.	<i>Resistencia degradación</i>	a la	Indica sobre la dificultad de degradarse del rasgo o proceso geológico, de acuerdo con sus características intrínsecas frente a las condiciones físico-químicas del entorno.
XVII.	<i>Uso tradicional</i>		Informa sobre el uso que puede tener el lugar para grupos étnicos o comunidades religiosas.
XVIII.	<i>Simbolismo</i>		Informa sobre la importancia simbólica que pueda tener el lugar para las personas a nivel local, regional o nacional.
XIX.	<i>Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural</i>		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.
XX.	<i>Contenido/Uso divulgativo</i>		Indica la facilidad con la que el lugar ilustra la importancia o utilidad de la geología al público general (sin conocimientos en geología).
XXI.	<i>Turismo y actividades recreativas</i>		Informa si el lugar tiene potencial para la realización de actividades de turismo y recreación, o si ya se utiliza para este fin.
XXII.	<i>Entorno socioeconómico</i>		De acuerdo con el porcentaje de necesidades básicas insatisfechas – NBI de 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.
XXIII.	<i>Proximidad recreativas</i>	a zonas	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.

Nota: Tomado de Vargas (2018).

Cada parámetro es cuantificado con un peso porcentual que permitirá finalmente el cálculo valorativo para cada geotopo. Los pesos porcentuales otorgados a cada parámetro son consignados en la Tabla 3.

Tabla 3.

Pesos porcentuales para cada parámetro utilizado para la valoración de geotopos.

Valor y potencial de uso		Valor científico	Potencial de uso educativo	Potencial de uso turístico
Parámetros de valoración		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	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
Total pesos	100	100	100

Nota: Tomado de Vargas (2018).

Las fórmulas relacionan los parámetros definidos en cada geotopo y establecen su valor científico, así como su potencial educativo y de uso turístico.

Valor científico

$$(Vc) = \frac{25(R) + 15(K + A) + 10(L + P + C + D) + 5(U)}{40}$$

Potencial de uso educativo

$$(P\varepsilon) = \frac{20(Cd) + 15(Ac) + 10(U + D) + 5(R + L + C + A + IL + Se + Dp + B + T)}{40}$$

Potencial de uso turístico

$$(P_T) = \frac{15(Cv) + 10(B + Ut + S) + 5(U + IL + Se + Dp + Ac + T + Re + NC + Tr + Es + Zr)}{40}$$

Con base en el resultado de la valoración científica de 1 a 10, los geotopos serán clasificados de acuerdo con los siguientes rangos:

- Geotopo de valor muy alto $Vc \geq 7,5$
- Geotopo de valor alto $6,5 \leq Vc \leq 7,4$
- Geotopo de valor medio $3,3 \leq Vc \leq 6,4$
- Geotopo de valor bajo $Vc \leq 3,2$

Solo los geotopos que reciban un puntaje mayor a 7,5 serán susceptibles a ser declarados como ZPPGP, según la prioridad de protección que éstos requieran y las condiciones jurídico-administrativas que les competerían.

La valoración de susceptibilidad de degradación se establece ante la necesidad de protección de los geotopos y es definida teniendo en cuenta la susceptibilidad de degradación natural (S_{DN}) y la susceptibilidad de degradación antrópica (S_{DA}). La susceptibilidad de degradación de un geotopo debe evaluarse de forma independiente al valor científico del mismo, dado a que la capacidad de degradarse un geotopo no depende directamente de su valor.

Los parámetros de valoración para la susceptibilidad de degradación natural se encuentran descritos en la Tabla 4.

Tabla 4.

Parámetros utilizados para la valoración de la susceptibilidad de degradación natural.

PARAMETRO DE VALORACION	DESCRIPCION
<i>I. Tamaño (T)</i>	Orienta sobre la capacidad de carga del lugar, en función de su extensión y su vulnerabilidad respecto a las visitas.
<i>II. Fragilidad (F)</i>	Indica sobre la facilidad de degradarse del rasgo o proceso geológico, de acuerdo con sus características intrínsecas frente a las condiciones físico-químicas del entorno.
<i>III. Amenazas naturales (An)</i>	Informa sobre la existencia de amenazas naturales y su intensidad, que pueden afectar los rasgos o procesos geológicos relevantes.

Nota: Tomado de Vargas (2018).

La S_{DN} es definida con valores entre 0 y 10, y se realiza con la siguiente formula:

$$S_{DN} = T \times F \times An$$

Donde T, F y An toman el valor del puntaje asignado en el respectivo formulario de valoración.

Los parámetros de valoración para la susceptibilidad de degradación antrópica son definidos y se relacionan con pesos porcentuales (tabla 4).

Tabla 5.

Parámetros utilizados para la valoración de la susceptibilidad de degradación antrópica

PARAMETRO DE VALORACION	DESCRIPCION	PESO PORCENTUAL
IV. <i>Interés para explotación minera o para la captación de agua (MH)</i>	Informa acerca de la vulnerabilidad del lugar por el interés que puede tener para la explotación minera o hídrica.	25
V. <i>Vulnerabilidad al expolio (Ex)</i>	Indica la vulnerabilidad del lugar de acuerdo con el valor, abundancia y facilidad de extracción del lugar de origen de los elementos geológicos allí presentes.	25
VI. <i>Proximidad a infraestructuras (Urb)</i>	Informa sobre la existencia de amenazas antrópicas por infraestructuras en general.	15
VII. <i>Accesibilidad (Ac)</i>	Ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes, pero proporcional a una mayor facilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados.	10
VIII. <i>Titularidad del suelo y régimen de acceso (Ts)</i>	Informa sobre el régimen de propiedad del lugar (privado o público) y el acceso libre o restringido al mismo.	5
IX. <i>Régimen de protección del lugar (Rp)</i>	Informa sobre la posible protección del lugar en función de su ubicación dentro o fuera de un área protegida.	5
X. <i>Protección física o indirecta (Pf)</i>	Informa acerca de las dificultades físicas y/o indirectas de acceso al lugar.	5
XI. <i>Densidad de población (Dp)</i>	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
XII. <i>Proximidad a zonas recreativas (Zr)</i>	Indica la cercanía de zonas recreativas o turísticas al lugar, ligado tanto al número potencial de visitas, pero proporcional a una mayor	5

probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados.	
TOTAL	100

Nota: Tomado de Vargas (2018).

La valoración de la S_{DA} se realiza multiplicando el factor tamaño (T) por la suma ponderada de los parámetros relacionados en el formulario de valoración respectivo, con los puntos que correspondan, según la siguiente fórmula:

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

7) Consolidación del listado final de geotopos

Luego de la valoración se debe consolidar un listado final de los geotopos ordenados de acuerdo con su valor científico y con la susceptibilidad de degradación que estos presentan. A partir de esta lista se definirán cuales geotopos tienen las condiciones esenciales para ser propuestos como objetos de declaratoria bajo la figura de ZPPGP.

8) Análisis de resultados

El listado final de geotopos deberá ser revisado y analizado por el coordinador científico del dominio junto al comité de expertos científicos conocedores del territorio geológico en cuestión o también por un comité nacional de patrimonio geológico.

9) Elaboración de documento sobre los geotopos recomendados para declaratoria

El coordinador científico del dominio, en colaboración con el comité nacional de patrimonio, debe emitir un concepto sobre los geotopos que considere deben ser declarados como ZPPGP, mediante un documento que incluya el listado de geotopos sugeridos para declaratoria, así como observaciones y recomendaciones.

10) Inclusión en el catálogo nacional de geotopos

Los geotopos que no sean declarados como ZPPGP se incluirán en un catálogo nacional de geotopos que estaría disponible para actividades investigativas, educativas, turísticas y recreativas, entre otras.

11) Análisis de las condiciones jurídicas y administrativas

Los geotopos que puedan ser declarados como ZPPGP y por ejemplo estar ubicados en títulos mineros adjudicados o al interior del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) tendrán algunas limitaciones o restricciones para ser declarados según lo estipulado en el Decreto 1353 de 2018, donde dispone que el SGC debe “... *generar recomendaciones en torno a la protección del Patrimonio Geológico y Paleontológico de la Nación a la autoridad ambiental administradora del área protegida, quien a su vez, las deberá incorporar en el plan de manejo ambiental de dicha área, en caso de que a ello hay lugar, y siempre y cuando las mismas no riñan con el régimen de usos del área protegida*”.

12) Gestionar el acercamiento y armonizar con las partes interesadas

En casos en los que alguna autoridad territorial, entidad pública o comunidad especial pueda tener interés o parte en la declaratoria de uno o varios geotopos, se debe gestionar la consulta a las partes involucradas de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Decreto 1353 de 2018.

13) Estudio de la solicitud por parte del Ministerio de Minas y Energía

El Ministerio de Minas y Energía es la entidad nacional encargada de emitir las conclusiones finales frente al proceso de declaratoria de una ZPPGP, en base al resultado del estudio realizado.

14) Firma de la resolución

De ser positivos los requerimientos para la declaratoria, el SGC deberá proceder a evaluar la información recolectada y efectuar la firma en la resolución que confiere oficialmente el estatus

como ZPPGP. También debe establecer las condiciones para la conservación y protección de las ZPPGP.

15) Inclusión oficial en el INGEP

Ya declaradas las ZPPGP entrarán a ser parte del INGEP y dado a que este inventario es considerado dinámico estará sujeto a cambios, es decir, además de incorporar geotopos también existe la posibilidad de eliminarlos. La actualización del INGEP se propone hacerse en ciclos de diez años y se puede comportar bajo dos mecanismos según García-Cortés et al. (2015). El primero puede ser permanente y ser llevado por iniciativa de una persona natural o institución que aporte propuestas concretas de geotopos, donde diligencien el formato descriptivo de valoración de geotopos y posteriormente sea analizado por el SGC. El segundo plantea un procedimiento institucional y consiste en reevaluar los geotopos de cada uno de los dominios geológicos, esto puede dar como resultado eliminación o inclusión de geotopos.

5.2 Actividades del Proyecto de Investigación

Un inventario, una vez que se ha delimitado el área de estudio y se han definido sus objetivos, se suele realizar siguiendo las siguientes fases: 1) recopilación bibliográfica y documental, 2) síntesis geológica previa, 3) identificación de Lugares de Interés Geológico, y 4) clasificación, valoración y selección (Carcavilla, 2007).

5.2.1 Precampo

La primera fase consiste en la revisión de los datos geológicos que han sido publicados para el área de estudio (mapas geológicos, reportes, tesis, inventarios preliminares, etc.). También se debe consultar la información referida a otros aspectos del patrimonio natural (áreas protegidas,

reservas, etc.) y cultural (cuevas, sitios con arte rupestre, 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 ayuda de miembros de la comunidad, guías turísticos del municipio.

Es indispensable diseñar una ficha descriptiva en donde se ordenará y registrará la información para cada sitio de interés. La utilización de estas fichas asegura una recopilación relativamente homogénea de la información de cada punto, y facilita el análisis y la valoración posterior.

5.2.2 Campo

La posterior etapa consiste en la fase de campo en donde se identificarán y caracterizarán todos los sitios incluida en la lista preliminar de sitios, y se reconocerán nuevos potenciales geotopos. Completada esta fase tendremos una lista final de sitios, con una completa caracterización de cada uno de estos.

5.2.3 Análisis de datos

Esta fase consiste en la elección de una metodología de valoración que se ajuste a las características propias del territorio. Según Vargas (2018) cada sitio se evaluará su valor científico, su potencial de uso educativo y su potencial de uso turístico, así como, su riesgo de degradación. Con estas valoraciones se catalogarán los sitios de acuerdo con su prioridad; por ejemplo, un sitio con un alto valor científico y con un alto riesgo de degradación justifica una prioridad urgente en un plan de acción de manejo del patrimonio geológico.

5.2.4 Informe final

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

Figura 4

Metodología para el desarrollo del inventario del patrimonio geológico inmueble en La Mesa de Los Santos.



5.3 Metodología Geoeducación

En la educación colombiana, las Geociencias no se concibe como un campo específico de la propuesta curricular, siendo un campo inmerso en la educación en Ciencias Naturales y en Ciencias Sociales (Claret et al., 2019). Para Claret et al. (2009): "Las Ciencias de la Tierra se presentan como invisibles en el contexto curricular colombiano, se hace necesario hacerlas visibles en dicho contexto por la importancia que juegan en el progreso del país por hacer saber, que es la Tierra en nuestro país, sus procesos geológicos, su evolución a través del tiempo, su relación con el desarrollo de la sociedad y la biodiversidad, su significado cultural, ejemplos la cosmovisión de otros habitantes propios del territorio colombiano, su significado político".

El establecimiento de un proyecto de geoparque en el territorio requiere de un proyecto educativo en el que los habitantes de la zona, especialmente los más jóvenes, conozcan su territorio, su historia geológica, sus recursos naturales (incluido el patrimonio natural) y sus riesgos geológicos; buscando en la población la adopción de actitudes positivas en relación con la conservación de la naturaleza.

Para este trabajo, se escogió la Institución Educativa La Laguna Sede B, una escuela rural en la Vereda La Laguna del municipio de Los Santos para el desarrollo de esta propuesta de Geoeducación que consistió en las siguientes fases: 1) Reconocimiento de contexto, 2) Generación de recursos didácticos y 3) Presentación de resultados y talleres.

5.3.1 Reconocimiento de contexto

En la vereda La Laguna, se realiza el acercamiento con el docente del área de Ciencias Sociales de la Institución Educativa La Laguna, Sede B. En la institución el docente manifiesta que cuentan con una colección de muestras geológicas (rocas, fósiles) que durante años se ha ido nutriendo con la donación de las diferentes piezas que los estudiantes han encontrado fortuitamente

en los alrededores de la zona o que encontraban en sus casas. En esta primera fase se hará una identificación y organización de este patrimonio geológico mueble con el que se cuenta en la escuela.

5.3.2 Generación de recursos didácticos

Después de la identificación de las muestras con las que cuentan en la institución, esta fase consiste inicialmente en la organización de las muestras de tal manera que lleven un orden lógico y se pueda diferenciar fácilmente entre los principales tipos de rocas, fósiles y minerales.

Además de la colección geológica, también se pretende diseñar algunos recursos didácticos que permitirán al docente la realización de pequeños talleres en los que los estudiantes comprenderán algunos de los principales temas referentes a las Geociencias.

5.3.3 Presentación de resultados y talleres

En esta última fase se le hará entrega al docente de la colección geológica organizada y de los recursos didácticos diseñados, para su uso correcto se le dará orientación al docente para el correcto desarrollo de los diferentes talleres.

Adicionalmente, se presentarán los resultados de este trabajo de investigación en torno al patrimonio geológico inmueble con los estudiantes y con el grupo de vigías del patrimonio del municipio.

6. Resultados

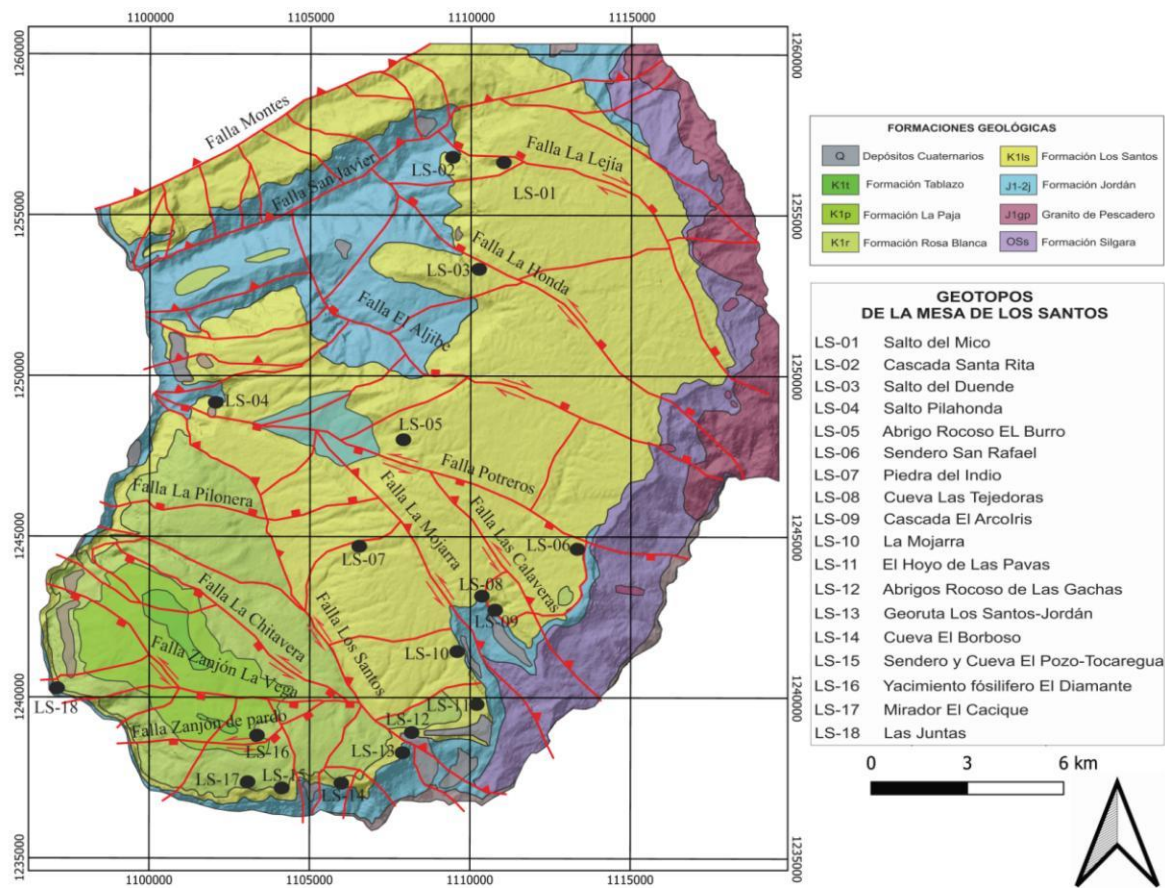
6.1. Descripción de los Geotopos

Se identificaron, caracterizaron y valoraron 17 potenciales geotopos presentes en La Mesa de Los Santos, los cuáles se encuentran distribuidos en el área de estudio tal y como muestra la

Figura 5, concentrados más de la mitad en la zona S relativamente cerca al casco urbano del municipio de Los Santos. En su mayoría, los geotopos identificados presentados presentan un interés geológico principal de carácter geomorfológico. Para su descripción los geotopos se localizan aproximadamente de sur a norte y de oriente a occidente (Tabla 6, Fig. 5), además se indica una ubicación estratigráfica de algunos de ellos (Figura 2).

Figura 5

Ubicación de los geotopos en el área de estudio.



Nota: Modificado de Tarazona & Vargas (2020).

Tabla 6.

Lista de geotopos identificados en La Mesa de Los Santos de Los Santos

Nº	Nombre del Geotopo	Ubicación	Interés Geológico principal
1	Salto del Mico	Vda Mesitas de San Javier	Geomorfológico y Tectónico-Estructural
2	Cascada Santa Rita	Vda Mesitas de San Javier	Geomorfológico
3	Salto del Duende	Vda La Esperanza	Geomorfológico
4	Salto Pilahonda	Vda Llanadas	Geomorfológico
5	Abrigo Rocos El Burro	Vda Majadal	Geomorfológico
6	Sendero San Rafael	Vda San Rafael	Geomorfológico
7	Piedra del Indio	Vda Rosa Blanca	Geomorfológico
8	Cueva Las Tejedoras	Vda La Mojarra	Geomorfológico
9	Cascada El Arcoíris	Vda La Mojarra	Geomorfológico
10	La Mojarra	Vda La Mojarra	Geomorfológico
11	El Hoyo de Las Pavas	Vda La Mojarra	Geomorfológico
12	Abrigos Rocosos de Las Gachas	Casco Urbano	Geomorfológico
13	Georuta Los Santos-Jordán	Vda La Peña	Estratigráfico
14	Cueva El Borboso	Vda El Pozo	Geomorfológico
15	Sendero y Cueva El Pozo-Tocaregua	Vda El Diamante	Geomorfológico
16	Yacimiento fosilífero El Diamante	Vda El Diamante	Paleontológico
17	Mirador El Cacique	Vda El Diamante	Geomorfológico
18	Las Juntas	Vda Las Juntas	Geomorfológico

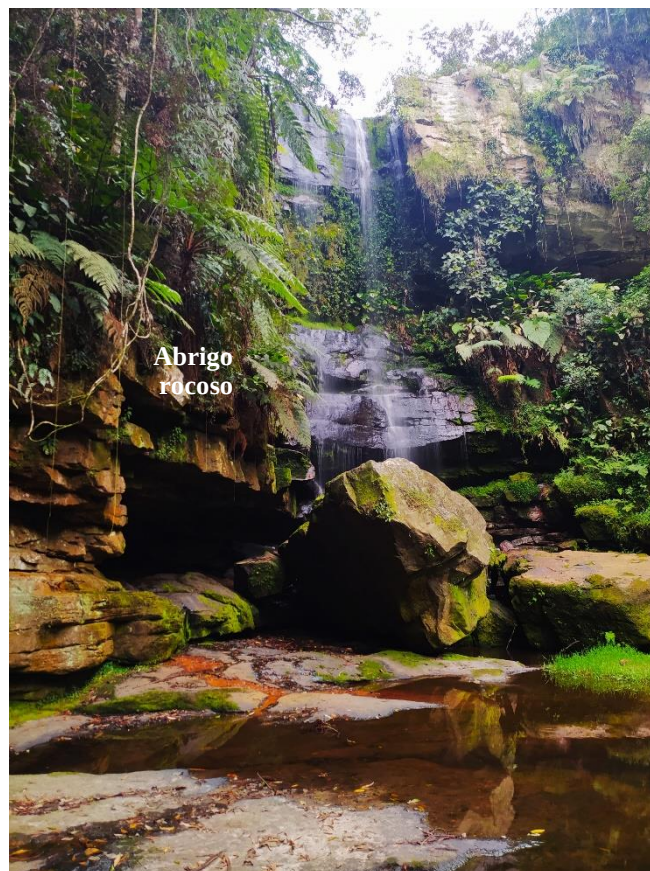
6.1.1. Cascada Salto del Mico

El potencial geotopo está ubicado en la zona norte de la Mesa de Los Santos, en el municipio de Piedecuesta aproximadamente a 5 km del peaje de la Mesa de Los Santos. Es un lugar turístico ofertado para la práctica de senderismo y deportes extremos como el torrentismo,

su principal atractivo es una caída de agua con una altura aproximada de unos 50 m la cuál presenta fluctuaciones constantes en su caudal debido a los cambios bruscos en las condiciones de precipitación de la zona. En su zona inferior se ha formado un pequeño abrigo rocoso de aproximadamente 13 m de profundidad.

Figura 6

Cascada Salto del Mico y pequeño abrigo rocoso en su parte inferior izquierda.



Geológicamente está sobre areniscas cuarzosas con estratificación cruzada, altamente fracturadas pertenecientes a la Formación Los Santos, y su génesis está relacionada al control estructural de la zona, evidencia de esto son estrías en el techo del abrigo rocoso que están paralelas al buzamiento en planos de fractura casi paralelos al plano de estratificación (Figura 7). La

quebrada que transcurre por la zona de cascada está sobre el trazo de una falla que se desprende de la falla La Lejía.

Figura 7

Estrías de falla en el techo del abrigo rocoso junto a la cascada.



El geotopo Salto del Mico presenta un interés geológico principal de carácter geomorfológico y en su valoración (Tabla 7, Apéndice A) se da su valor más alto en el potencial de uso turístico, concordando con las actividades ya practicadas en el sitio.

Tabla 7.

Valoración del potencial geotopo El Mico.

DATOS GENERALES			
1. IDENTIFICACIÓN			
*Código LS01			
*Denominación Salto, en la vereda Mesitas de San Javier			
*Confidencialidad de los datos			
☒ Público	☐ Restringido	☐ Confidencial	
2. LOCALIZACIÓN			
*Topónimo Salto del Mico			
*Dominio/sub-dominio geológico Cordillera Oriental			
*Departamento(s) Santander			
*Municipio(s) Piedecuesta			
*Plancha 1:25.000			
*Plancha 1:100.000 120-135			
Coordenadas del lugar (coordenadas geográficas decimales)			
*Datum 1111318E 1256461N			
*Latitud		*Longitud	
Altitud: 1421m	Max.	Min.	*Media
Coordenadas del punto óptimo de observación (coordenadas geográficas decimales)			
Latitud		Longitud	
Altitud			
3. SITUACIÓN GEOLÓGICA			
*Unidad(es) Geológica Formación Los Santos			
Edad del rasgo			
Edad absoluta Berriasiano			
*Edad relativa:	Límite inferior Fm. Jordán	Límite superior Fm. Rosa Blanca	
Edad de las rocas encajantes			
Edad absoluta			
*Edad relativa:	Límite inferior	Límite superior	
4. INTERÉS			
*Interés geológico principal(una sola opción)			
☐ Estratigráfico	☐ Sedimentológico	☒ Geomorfológico	☐ Paleontológico
☐ Tectónico-Estructural	☐ Petrológico	☐ Vulcanológico	☐ Mineralógico
☐ Pedológico	☐ Hidrogeológico	☐ Otro:	
*Justificación Geológicamente está sobre areniscas cuarzosas altamente fracturadas, y su génesis está relacionada al control estructural de la zona. Es una caída de agua con una altura aproximada de unos 50m la cuál presenta fluctuaciones constantes en su caudal. En su zona inferior se ha formado un pequeño abrigo rocoso de aproximadamente 13 m de profundidad.			

Interés geológico secundario (puede ser más de uno)			
☐ Estratigráfico	☐ Sedimentológico	☐ Geomorfológico	☐ Paleontológico
☒ Tectónico-Estructural	☐ Petrológico	☐ Vulcanológico	☐ Mineralógico
☐ Pedológico	☐ Hidrogeológico	☐ Otro:	
Justificación: Su génesis está relacionada al control estructural de la zona, evidencia de esto son estrías paralelas al buzamiento en planos de fractura paralelos al plano de estratificación.			
Interés NO geológico del lugar (puede ser más de uno)			
☐ Minero-industrial	☐ Medicinal	☐ Botánico/faunístico	☐ Paisajístico
☐ Arquitectónico	☐ Arqueológico	☐ Etnológico	☐ Histórico o cultural
☐ Ecológico	☐ Gestión del riesgo	☐ Ninguno	☐ Otro:
Justificación del interés no geológico: 			
Interés cultural o recreativo (justificación): Es un lugar turístico ofertado para la práctica de senderismo y deportes extremos como el torrentismo.			
Interés educativo (justificación): 			
5. SUSCEPTIBILIDAD DE DEGRADACIÓN			
Propiedad del terreno			
Pública (%)		Privada (%) 100	
Uso actual del suelo			
Area verde			
Proyección del uso del suelo en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial			
Vulnerabilidad Intrínseca: ¿Los procesos geodinámicos que provocan la alteración o deterioro del lugar son los mismos que lo han generado o que lo caracterizan?		☐ Si	☒ En parte
			☐ No
Comentarios sobre las amenazas antrópicas actuales o potenciales La actividad avícola pone en peligro al contaminación de las fuentes de agua de este sector.			
5.1. PROTECCIÓN			
Instrumentos jurídicos de protección existentes			
Referencia y fecha:			
Enlace URL:			

6. USO Y RECOMENDACIONES DE SEGUIMIENTO		
☒ Sin problemas para su utilización didáctica		
☐ Con incidencias para su utilización didáctica (comentario):		
☒ Sin problemas para su utilización turística o recreativa		
☐ Con incidencias para su utilización turística o recreativa (comentario):		
Si se dispone de datos, nº de visitantes al año:		
Recomendaciones para la preservación del lugar como valor patrimonial		
Recomendaciones para la recuperación del lugar como valor patrimonial (de especial interés para las canteras y minas abandonadas)		
Seguimiento:		
7. DATOS ADICIONALES PARA LA ORGANIZACIÓN DE VISITAS		
☐ Mirador	☐ Mesas, bancos, etc.	☒ Itinerarios señalizados
¿Existe peligro para el visitante? Sí ☐ No ☒		Especificar el peligro, si procede.
¿Existe fuente de hidratación (agua potable u otras bebidas) en las inmediaciones (< 250 m)? Sí ☒ No ☐		
Dificultad física del itinerario:	☒ Baja	☐ Media ☐ Alta
Tipo de acceso (una sola opción)		
☐ Acceso sin camino ni senda	☐ Camino o senda. Acceso a pie	
☐ Vía sin asfaltar. Es posible el acceso en vehículo todo terreno	☒ Vía sin asfaltar. Es posible el acceso en vehículos livianos.	
☐ Vía asfaltada, sin parqueaderos	☐ Vía asfaltada, con parqueaderos para vehículos livianos y pesados	
☐ Vía asfaltada, con parqueaderos para vehículos livianos y pesados	☐ Tren turístico	
☐ Barco		
Accesos adaptados a discapacitados:		
	Si ☐	No ☒
*Descripción del itinerario de acceso		
Salida en automóvil desde el peaje del municipio de Los Santos en dirección W, por la vereda Mesitas de San Javier.		
Distancia del lugar a carretera asfaltada (en km): 3 km		
Duración aproximada en horas y minutos del itinerario para un recorrido normal: 30 minutos		
8. DOCUMENTOS		
☐ Fotos con comentarios	☐ Croquis con itinerarios, si procede	
☐ Esquema Geológico	☐ Ortofoto o plano mapa topográfico de delimitación	
☐ Plano topográfico de situación a escala adecuada (1:25.000 a 1:100.000)		
☐ Adquisición de datos en campo	☐ Adquisición de datos por bibliografía	
Autor(es) de la propuesta del lugar		
Autor del formulario		
Fecha de diligenciamiento o de la última modificación del formulario		
9. BIBLIOGRAFÍA (seguir normas APA)		

PARÁMETROS E INDICADORES PARA EL CÁLCULO DEL VALOR CIENTÍFICO, EDUCATIVO Y CULTURAL DEL LUGAR	
Puntos	I. Representatividad (R)
0	☐ Poco útil como ejemplo para representar, aunque sea parcialmente, un rasgo o proceso
1	☐ Útil como ejemplo en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique) para representar parcialmente un rasgo o proceso
2	☒ Uno de los mejores ejemplos conocidos del área de estudio (dominio geológico cuando aplique) para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso
4	☐ Mejor ejemplo conocido del área de estudio (dominio geológico cuando aplique) para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso
Puntos	II. Carácter de localidad de referencia (L)
0	☒ No es una localidad de referencia
1	☐ Localidad de referencia a nivel regional
2	☐ Localidad de referencia a nivel nacional
4	☐ Localidad de referencia reconocida por alguna asociación internacional
Puntos	III. Grado de conocimiento científico (K)
0	☐ No existen trabajos publicados sobre el lugar
1	☒ Lugar objeto de tesis de pregrado o de trabajos publicados en revistas nacionales o internacionales no indexadas o de informes técnicos internos de instituciones científicas o instituciones públicas o de resúmenes presentados en algún evento académico
2	☐ Lugar objeto de tesis de maestría o doctorales o de publicaciones científicas realizadas por instituciones u organizaciones reconocidas o de trabajos publicados en revistas científicas internacionales o nacionales indexadas
4	☐ Lugar objeto de tesis de maestría o doctorales o de publicaciones científicas realizadas por instituciones u organizaciones reconocidas y de trabajos publicados en revistas científicas internacionales o nacionales indexadas
Puntos	IV. Potencial de investigación relevante para las geociencias (P)
0	☐ El lugar no ha sido estudiado ni tiene potencial de investigación relevante para las geociencias
1	☒ El evaluador y un experto consultado consideran que el lugar presenta potencial de investigación relevante para las geociencias
2	☐ Al menos dos expertos consultados consideran que el lugar presenta potencial de investigación relevante para las geociencias
4	☐ Al menos un experto especializado en el interés geológico principal del lugar considera que este presenta potencial de investigación relevante para las geociencias
Puntos	V. Estado de conservación (C)
0	☐ Degradado: el lugar está parcial o totalmente destruido
1	☐ Alterado: el lugar presenta deterioros que impiden apreciar algunas características de interés

2	☐ Favorable con alteraciones: el lugar presenta algunos deterioros que no afectan de manera determinante sus rasgos relevantes
4	☒ Favorable: el lugar se encuentra bien conservado, prácticamente íntegro
Puntos	VI. Condiciones de uso (U)
0	☐ Con elementos y condiciones físicas o legales que impiden el uso del lugar
1	☐ Con elementos y condiciones físicas o legales que dificultan el uso del lugar
2	☐ Con algún elemento que limita moderadamente el uso del lugar
4	☒ No existen limitantes para el uso del lugar
Puntos	VII. Rareza (A)
0	☐ Existen bastantes ejemplos similares en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique)
1	☒ Existen pocos ejemplos (no más de 5) similares en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique)
2	☐ Uno de los escasos ejemplos (no más de 3) conocidos en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique)
4	☐ El mejor ejemplo conocido en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique)
Puntos	VIII. Diversidad geológica (D)
0	☐ El lugar solo presenta un rasgo geológico distintivo y relevante
1	☒ El lugar presenta dos rasgos geológicos distintivos y relevantes
2	☐ El lugar presenta tres rasgos geológicos distintivos y relevantes
4	☐ El lugar presenta más de tres rasgos geológicos distintivos y relevantes
Puntos	IX. Contenido/Uso didáctico (Cd)
0	☐ El lugar no ilustra ni está siendo utilizado para explicar rasgos o procesos geológicos
1	☐ El lugar ilustra o está siendo utilizado para explicar rasgos o procesos geológicos como parte de contenidos curriculares universitarios en geociencias
2	☒ El lugar ilustra o está siendo utilizado para explicar rasgos o procesos geológicos como parte de contenidos curriculares en educación superior
4	☐ El lugar ilustra o está siendo utilizado para explicar rasgos o procesos geológicos en todos los niveles educativos
Puntos	X. Infraestructura logística (IL)
0	☐ Alojamiento para grupos de hasta 20 personas y almacén de suministros básicos a más de 25 km del lugar
1	☐ Alojamiento para grupos de hasta 20 personas y almacén de suministros básicos a menos de 25 km del lugar
2	☐ Alojamiento para grupos de hasta 20 personas y almacén de suministros básicos a menos de 15 km

4	☒ Alojamiento para grupos de hasta 20 personas y almacén de suministros básicos a menos de 5 km
Puntos	XI. Seguridad (Se)
0	☐ El lugar no cuenta con condiciones mínimas de seguridad
1	☐ El lugar no cuenta con infraestructura segura (cercas, barandas, etc.), existe un centro de salud a menos de 25 km y se presentan ocasionalmente problemas de orden público en la zona
2	☒ El lugar no necesariamente cuenta con infraestructura segura (cercas, barandas, etc.), existe un centro de salud a menos de 20 km y no se presentan mayores problemas de orden público en la zona
4	☐ El lugar cuenta con infraestructura segura (cercas, barandas, etc.) y con cobertura de redes móviles, existe un centro de salud a menos de 15 km y no se presentan problemas de orden público en la zona
Puntos	XII. Densidad de población (Dp)
0	☐ Menos de 500 habitantes en un radio de 15 km
1	☒ Entre 500 y 5.000 habitantes en un radio de 15 km
2	☐ Entre 5.000 y 20.000 habitantes en un radio de 15 km
4	☐ Más de 20.000 habitantes en un radio de 15 km
Puntos	XIII. Accesibilidad (Ac)
0	☐ Lugar prácticamente inaccesible
1	☐ Lugar con restricciones significativas en el medio de transporte o a más de 3 km caminando desde la vía de acceso más cercana
2	☒ Lugar con restricciones en el medio de transporte terrestre o entre 800 m y 3 km caminando desde la vía de acceso más cercana
4	☐ Lugar sin restricciones en el medio de transporte o a menos de 800 m desde la vía de acceso más cercana
Puntos	XIV. Espectacularidad o belleza (B)
0	☐ El lugar no presenta ninguna de las siguientes características: 1) formas de relieve atractivas; 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo); 3) variedad cromática notable; 4) fósiles, rocas y/o minerales de belleza notable
1	☐ El lugar posee una de las siguientes características: 1) formas de relieve atractivas; 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo); 3) variedad cromática notable; 4) fósiles, rocas y/o minerales de belleza notable
2	☒ El lugar posee dos (2) de las siguientes características: 1) formas de relieve atractivas; 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo); 3) variedad cromática notable; 4) fósiles, rocas y/o minerales de belleza notable
4	☐ El lugar posee tres (3) o más de las siguientes características: 1) formas de relieve atractivas; 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo); 3) variedad cromática notable; 4) fósiles, rocas y/o minerales de belleza notable
Puntos	XV. Tamaño (T)
0	☐ Rasgo o proceso geológico métrico (vulnerable por las visitas, el pisoteo o la respiración, como tobas, espeleotemas, etc.)

1	☐ Rasgo o proceso geológico decamétrico (no vulnerable por las visitas, pero sensible a actividades antrópicas más agresivas, como una sección estratigráfica, etc.)
2	☒ Rasgo o proceso geológico hectométrico (podría sufrir cierto deterioro por actividades antrópicas)
4	☐ Rasgo o proceso geológico kilométricos (difícilmente deteriorable por actividades antrópicas)
Puntos	XVI. Resistencia a la degradación (Re)
0	☐ Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven fuertemente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
1	☐ Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven considerablemente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
2	☐ Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven moderadamente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
4	☒ Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico no se ven afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
Puntos	XVII. Uso tradicional (Ut)
0	☒ Lugar carente de cualquier uso tradicional
1	☐ Lugar esporádicamente utilizado como centro de rituales, celebraciones, ceremonias, romerías, peregrinaciones por la comunidad local
2	☐ Lugar muy frecuentado como centro de rituales, celebraciones, ceremonias, romerías, peregrinaciones por la comunidad local
4	☐ Lugar muy frecuentado como centro o destino de rituales, celebraciones, ceremonias, romerías, peregrinaciones tanto por la comunidad local como por el resto de la población colombiana
Puntos	XVIII. Simbolismo (S)
0	☒ Lugar carente de valores simbólicos
1	☐ Lugar con ciertos valores simbólicos para la población local
2	☐ Lugar especialmente simbólico para la población regional o departamental
4	☐ Lugar especialmente simbólico para la población nacional en general
Puntos	XIX. Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural (NC)
0	☐ No existen elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km
1	☒ Presencia de un único elemento del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km
2	☐ Presencia de varios elementos del patrimonio natural y/o cultural en un radio de 5 km
4	☐ Asociación directa con uno o varios elementos del patrimonio natural y/o cultural
Puntos	XX. Contenido/Uso divulgativo (Cv)
1	☐ Debido a la enorme dificultad de interpretación que presenta el lugar, se requiere de conocimientos muy especializados para poder entender la importancia o utilidad de la geología

2	☐ Debido a la elevada dificultad de interpretación que presenta el lugar, se requiere de formación académica en geociencias para poder entender la importancia o utilidad de la geología
3	☐ Debido a la moderada dificultad de interpretación que presenta el lugar, se requiere de nociones básicas en geociencias para poder entender la importancia o utilidad de la geología
4	☒ Ilustra con facilidad la importancia o utilidad de la geología a un público general
Puntos	XXI. Turismo y actividades recreativas (Tr)
0	☐ Sin posibilidades de realizar actividades turísticas ni recreativas en el lugar
1	☐ Existe potencial para realizar turismo y actividades recreativas en el lugar
2	☐ Existen actividades recreativas con potencial para el desarrollo de turismo organizado en el lugar
4	☒ Existe turismo organizado en el lugar
Puntos	XXII. Entorno socioeconómico (Es)
0	☐ Región con Necesidades Básicas Insatisfechas inferior al 10%
1	☐ Región con Necesidades Básicas Insatisfechas entre el 10% y el 25%
2	☒ Región con Necesidades Básicas Insatisfechas entre el 25% y el 50%
4	☐ Región con Necesidades Básicas Insatisfechas superior al 50%
Puntos	XXIII. Proximidad a zonas recreativas (Zr)
0	☐ Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)
1	☐ Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas
2	☐ Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa
4	☒ Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa

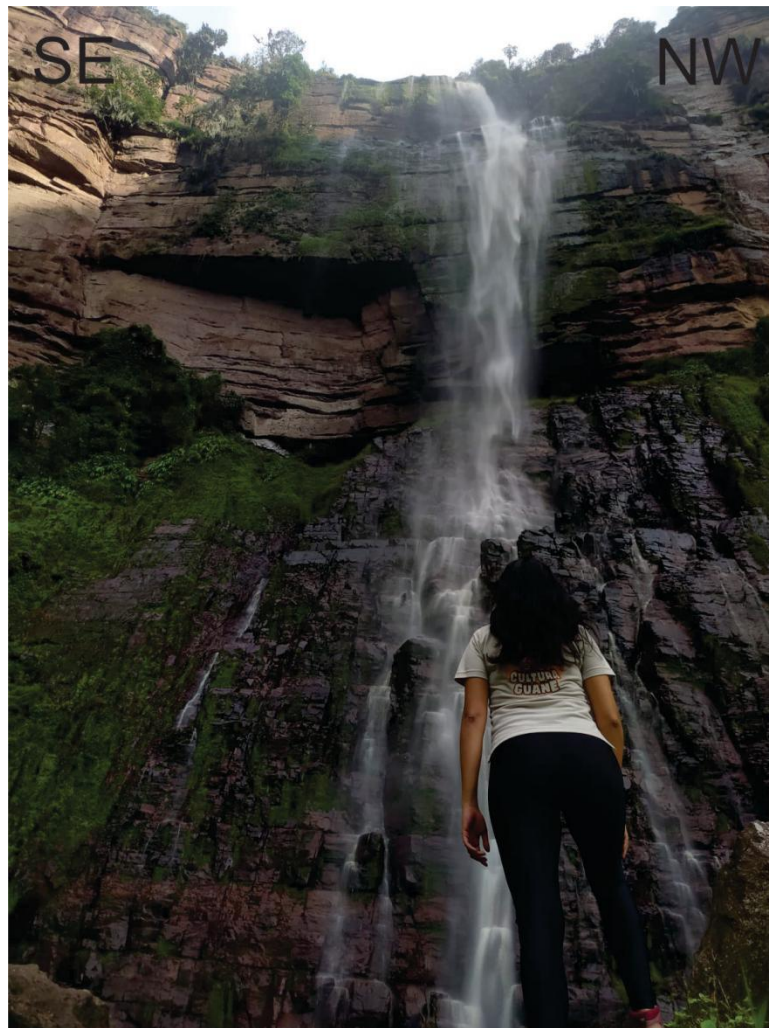
6.1.2. Cascada Santa Rita

La Cascada Santa Rita está ubicada al Norte de la Mesa de los Santos en el municipio de Piedecuesta por la vereda Mesitas de San Javier a unos 9 km del peaje de la Mesa de Los Santos. Es una de las cascadas más reconocidas como sitio turístico, por su inmensidad dado a que está

sobre un escarpe de unos 125 m en la vertical. Además, hace parte de una de las quebradas más importantes de la Mesa de Los Santos, dado a la cantidad de caudal que se percibe en comparación con las otras cascadas.

Figura 8

Cascada Santa Rita.



El escarpe donde está la caída de agua consta principalmente de paquetes de areniscas amarillas a rojizas de diferentes espesores, y que hacia la mitad se intercalan con capas métricas de areniscas conglomeráticas y conglomerados. En la base de la cascada de encuentran grandes

bloques conglomeraticos caídos y el curso de la quebrada retoma un curso de pendiente no tan inclinado. Este cambio de pendiente a su vez también se destaca por un cambio de litología donde predominan capas de areniscas lodosas y lodolitas rojizas. Las características geomorfológicas y litológicas del sitio exponen lo que sería un contacto entre el miembro inferior conglomeratico de la Formación Los Santos y las capas de lodolitas y areniscas de la parte superior de la Formación Jordán.

La Cascada Santa Rita tiene como interés geológico principal la geomorfología dadas las cualidades de su paisaje y además también se destacan los intereses estructural e hidrogeológico por su condición como curso hídrico destacable de la zona. En su valoración (Apéndice B) es importante su potencial de uso turístico y es acorde con las actividades de turismo que se desarrollan con frecuencia, principalmente el senderismo.

6.1.3. Salto del Duende

Es un mirador ubicado en un escarpe al NW de la Mesa de Los Santos en el límite entre los municipios de Los Santos y Piedecuesta, muy popular en actividades turísticas por la caída de agua de aproximadamente 120 m que se puede apreciar desde este sitio. La actividad de la corriente hídrica es estacional, permaneciendo la mayor parte del tiempo seca y solo en épocas de muy altas precipitaciones se reactiva (Figura 9). Estos fuertes cambios en la dinámica de la corriente de agua están asociados a las sequías que suelen afectar la zona y muy posiblemente a las presiones que causan sobre las fuentes de agua las actividades económicas de producción avícola y ganadera presentes en la zona.

Figura 9

Cascada Salto del Duende.



Nota: A) Caída de agua activa, fenómeno que no se veía desde aproximadamente noviembre del 2018. Foto tomada en octubre de 2020. B) Caída de agua inactiva. Foto tomada en abril del 2021.

Este salto debe su génesis a la fuerte influencia de la geología estructural sobre esta parte de la Mesa de Los Santos, pues la zona se encuentra bajo la influencia de la Falla La Honda paralela a este escarpe de areniscas de la Formación Los Santos.

Su interés geológico principal es geomorfológico y en la valoración (Apéndice C) se destaca por su potencial de uso turístico principalmente, concordando con el actual uso turístico que tiene este mirador, el cual se podría potenciar con una mejor infraestructura que brinde seguridad al visitante y apoye gráficamente en la interpretación del paisaje.

6.1.4. Salto Pilahonda

El potencial geotopo Salto Pilahonda está ubicado en el costado W de la Mesa de Los Santos, en la vereda Llanadas del municipio de Los Santos. Es un sendero donde se transita junto a una corriente de agua la cual ha dejado erosión en el lecho rocoso de la Formación Los Santos. La quebrada presenta fluctuaciones considerables en su caudal a lo largo del año, cuando hay

temporada de lluvias la quebrada se recarga y forma grandes pozos de agua en zonas de cascadas principalmente (Figura 10).

Figura 10

Pozos de Pilahonda.



Al final del sendero de aproximadamente 350 m se encuentra un mirador conocido como el Salto de Pilahonda. En este escarpe cae la quebrada y se concentran ráfagas de viento en esta zona entrecañonada, lo que causa en algunos momentos el ascenso del agua por las corrientes de aire, fenómeno particular y llamativo. La disección es controlada por el trazo de una falla geológica que se desprende de la Falla El Aljibe. Desde el mirador es posible ver el río Sogamoso y los cambios litológicos entre las formaciones Jordán, Los Santos y Rosa Blanca (Figura 11).

Figura 11

Mirador Salto Pilahonda.



El Salto Pilahonda dado a su interés geomorfológico, el lugar es aprovechado para actividades turísticas, además los intereses estructural e hidrogeológico son importantes dado a las condiciones de sequía que presenta esta zona de la Mesa de Los Santos. En su valoración (Apéndice D) destacan el potencial para su uso turístico, confirmando que las cualidades del sitio pueden ser aprovechadas de mejor manera.

6.1.5. Abrigo Rocoso El Burro

Este abrigo rocoso se encuentra ubicado en la zona centro de la Mesa de Los Santos, en la vereda Majadal del municipio de Los Santos, exactamente en la granja La Pintada y consta en promedio de unos 13 m de ancho por 1,5 m de alto. Su desarrollo se debe al fracturamiento de las rocas de la Formación Los Santos, fracturas que se dan paralelas y perpendiculares al plano de estratificación que tiene dirección N30E/6NW. En el abrigo rocoso se puede notar la estratificación cruzada característica de las areniscas cuarzosas que componen la Fm. Los Santos.

Figura 12

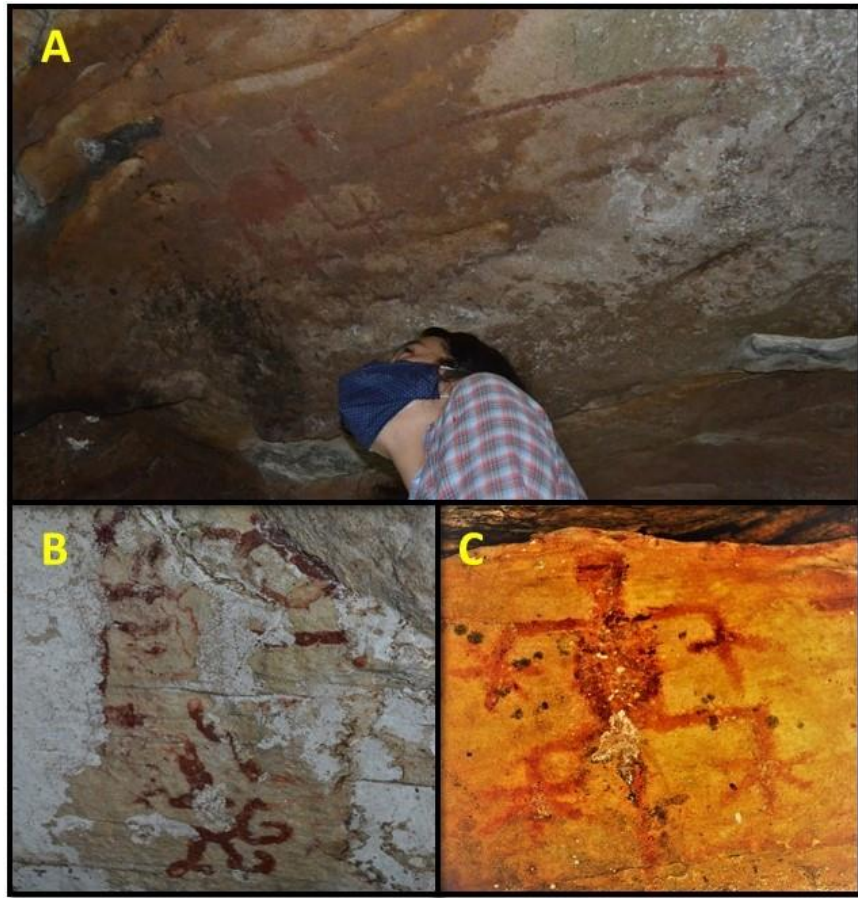
Abrigo rocoso El Burro.



En el abrigo rocoso se encuentra evidencia de arte rupestre, pictografías de tamaños variados muchas de ellas de carácter zoomorfo. Estas pinturas pueden presentar un interés geoarqueológico y por ende es importante su conservación.

Figura 13

Algunas de las pictografías en techo y paredes del abrigo rocoso.



La valoración del Abrigo Rocosó El Burro-Majadal (Apéndice E) expone su potencial para uso turístico dado a las características del sitio como su ubicación, su interés geomorfológico y principalmente un interés geoarqueológico.

6.1.6. Senderos San Rafael

Está ubicado en la zona de escarpes al SE de la Mesa de Los Santos, corresponde a dos senderos de aproximadamente 200 m con afloramientos de unos 25 a 30m de altura. Se encuentra cerca de las instalaciones del Parque Nacional del Chicamocha (Panachi) en la vereda San Rafael, el acceso al geotopo es por senderos abandonados de aproximadamente 100 m. Litológicamente corresponde a cuarzoarenitas que tienen intercalaciones con capas de areniscas lodosas y limolitas

de tonos rojizos y verdes pertenecientes a la Formación Los Santos. Las rocas se encuentran altamente fracturadas y su estratificación tiene una dirección de N70E/5NW.

Esta zona de escarpes es el lugar con mayor cantidad de muestras de arte rupestre en la denominada Mesa de Xerira. En los diferentes estratos de la pared rocosa que mira hacia el río Chicamocha al SE, existe variedad de motivos rupestres representando figuras estelares, antropomorfas, fitomorfas y zoomorfas, que fueron pintados con diferentes tonos de color: rojo, amarillo, verde, blanco, naranja y ocre (Figura 14) (Navas & Angulo, 2010).

Figura 14

Senderos de San Rafael.



Nota: A, B) Areniscas C, D, E, F) Pictografías de diferentes coloraciones presentes en los senderos.

Desde el geotopo se puede observar el cauce del río Chicamocha y el flanco sur del cañón, se pueden distinguir por su expresión geomorfológica las formaciones Silgará, Jordán y Los Santos.

Figura 15

Vista desde los Senderos de San Rafael.



En la valoración de los Senderos San Rafael (Apéndice F) destaca su potencial para su uso turístico dado a su ubicación cercana a zonas altamente turísticas, y su geomorfología se destaca como el interés geológico principal, con un alto valor geoarqueológico y cultural añadido por el gran número de pictografías que hay en el sitio.

6.1.7. Piedra del Indio

Este potencial geotopo se encuentra ubicado en la vereda Rosa Blanca del municipio de Los Santos, aproximadamente a 300 m de una vía terciaria vehicular ya en desuso. Sobre la vía

antes de iniciar el camino a la Piedra del Indio, se encuentra un afloramiento de areniscas que también sirve como soporte rocoso para algunas pictografías (Figura 16).

Figura 16

Pictografías sobre areniscas de la Formación Los Santos.



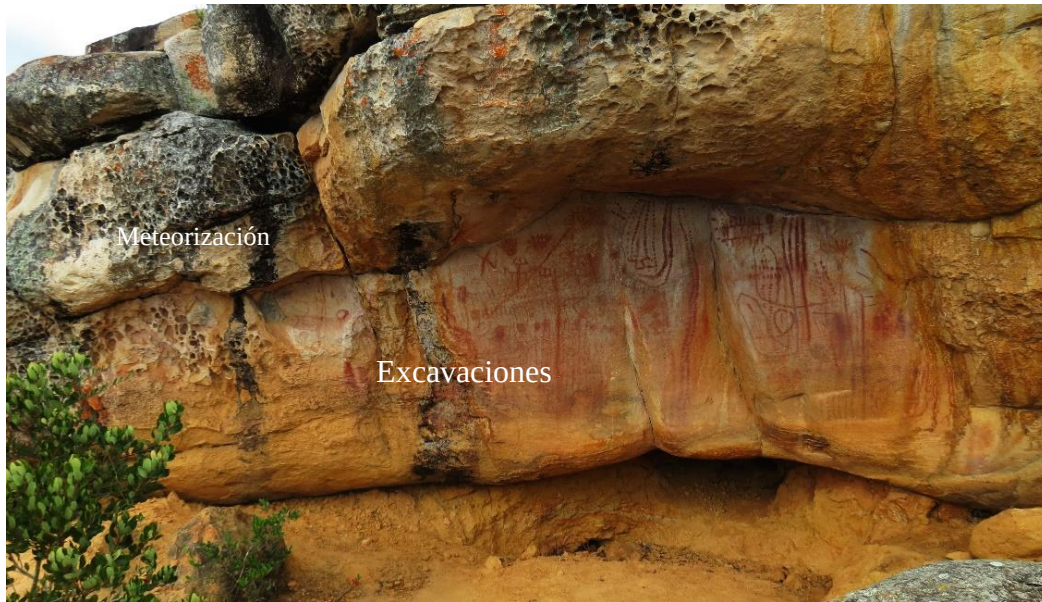
Nota. En la parte superior izquierda se pueden observar algunas oquedades circulares producto de la meteorización que afecta las partes más expuestas del soporte rocoso.

La Piedra del Indio es un bloque de cuarzoareniscas de la Formación Los Santos de dimensiones métricas, relictos de los procesos de erosión de la zona. Las partes más expuestas del bloque presentan desarrollo de ciertas oquedades o alveolos conocidos como tafoni o “nidos de abeja” por su similitud en la morfología. Un estudio más riguroso de este proceso de meteorización podría aportar importantes datos para la comprensión de la geología y climatología local, además de poder proponer algunas medidas para que el proceso natural no impacte en el patrimonio arqueológico presente en la roca. En la parte inferior de la roca se evidencia que algunas personas han excavado bajo la zona de pictografías, en una posible búsqueda de oro indígena, impactando negativamente la integridad del lugar (Navas & Angulo, 2010). En la Figura 16 se

observa la amenaza natural y antrópica que afecta la integridad de este geotopo y el patrimonio arqueológico del que sirve de soporte.

Figura 17

Geotopo Piedra del Indio.



Desde la Piedra del Indio en dirección W se puede distinguir el trazo de la Falla Los Santos, ubicándose la piedra del indio en la Formación Los Santos a mayor altitud en el bloque levantado, y después de la Falla Los Santos se encuentra en el bloque hundido a menor altitud la Formación Rosa Blanca (suelos más blancos), y en algunos parches más ocre-naranjas en partes distales se puede distinguir la Formación La Paja. En la zona más distal se puede distinguir la disección causada por el río Sogamoso, que sirve también de división político-administrativa de los municipios de Los Santos y Zapatoca.

Figura 18

Panorámica observada desde el geotopo Piedra del Indio.



Para Sánchez & Solano (2017) este es uno de los sitios con arte rupestre mejor conservados en la zona, pero uno de los que presenta mayor riesgo de deterioro, principalmente por: la alta cobertura liquénica (que aprovecha el tafoni), el uso actual del terreno (agrícola) y la fácil accesibilidad de visitantes.

La Piedra del Indio tiene como principal interés geológico su geomorfología, y en su valoración (Apéndice G) se destacan los potenciales para su uso educativo y turístico, siendo este último ratificado por las actividades turísticas actualmente realizadas en el sitio.

6.1.8. Cueva de Las Tejedoras

La cueva de Las Tejedoras se encuentra en la vereda La Mojarra del municipio de Los Santos, aproximadamente a 3,6 Km de la vía principal Piedecuesta-Los Santos, caminando unos

800 m. Es una gruta pseudokárstica con un desarrollo cercano a los 70 m que se ha desarrollado en la Formación Los Santos producto del fracturamiento de las rocas, y el colapso de algunos bloques. En la zona las diaclasas son notorias y por su ubicación en zona de escarpe presenta bloques caídos en su periferia. Esta gruta es usada en actividades turísticas por parte de algunas operadoras que ofrecen la actividad de espeleísmo, dentro de la gruta se pueden encontrar algunos restos óseos que han sido removidos de su posición original. Según Navas & Angulo (2010) en la cueva se han encontrado restos óseos, al parecer pertenecientes a los nativos Guanes y gran cantidad de objetos para hilar, como agujas y algunos volantes de uso, flechas, tiraderas, totumos, collares y trozos de cerámica.

Figura 19

Cueva de las Tejedoras.

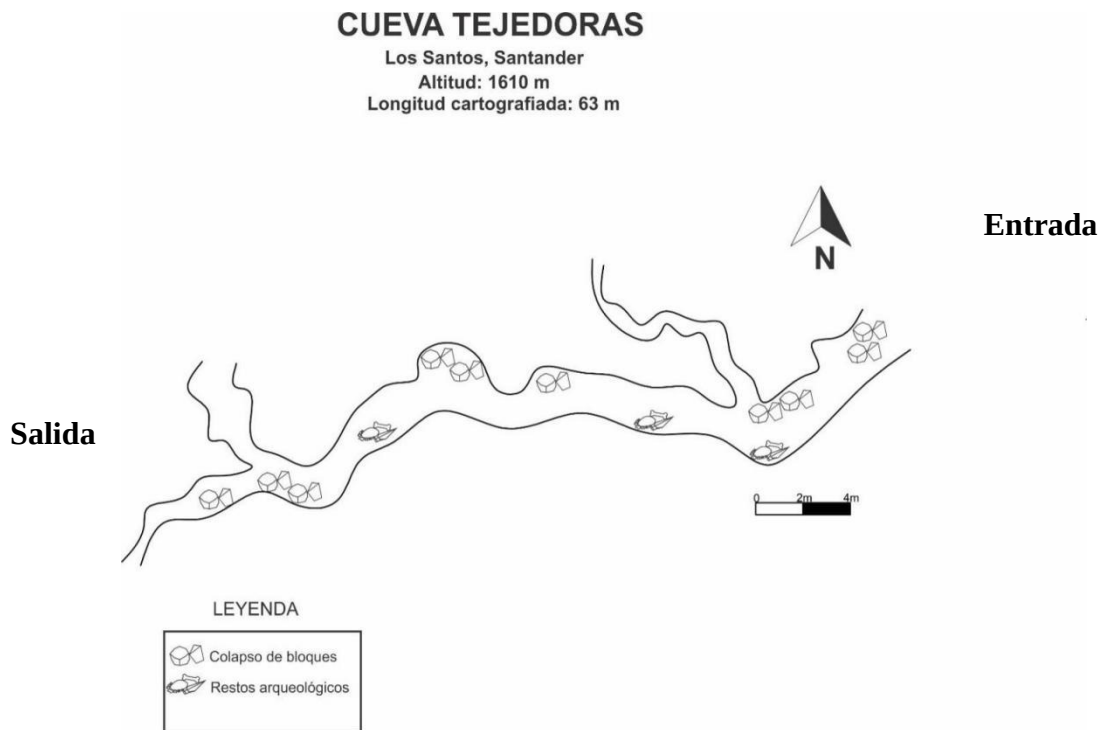


Nota. A) Ingreso a la cueva donde se observa la fractura principal en la cual se desarrolla. B) Bloques caídos producto de la inestabilidad de la cueva y algunos restos óseos. C) Salida de la cueva.

La gruta en su zona más baja presenta poca inclinación y dos brazos, uno con pendiente considerable y otro prácticamente vertical que puede ser relacionado a lo que se conoce en geomorfología kárstica como una sima.

Figura 20

Mapa espeleológico de la cueva de Las Tejedoras.



Además, las paredes exteriores a una de las entradas de la cueva sirven de soporte para pictografías en tonos ocre-rojizas de gran tamaño (Figura 21). Para Navas & Angulo (2010) estas líneas continuas y punteadas podría representar un mapa del lugar, resaltando las fuentes hídricas (quebradas y cascadas) y accidentes geográficos visibles desde el lugar. Las pictografías pueden estar representando algunas fuentes hídricas que ya han desaparecido por dinámicas naturales o

acción antrópica. Hacia el SE es posible distinguir una intermitente caída de agua conocida como cascada el Arcoíris.

Figura 21

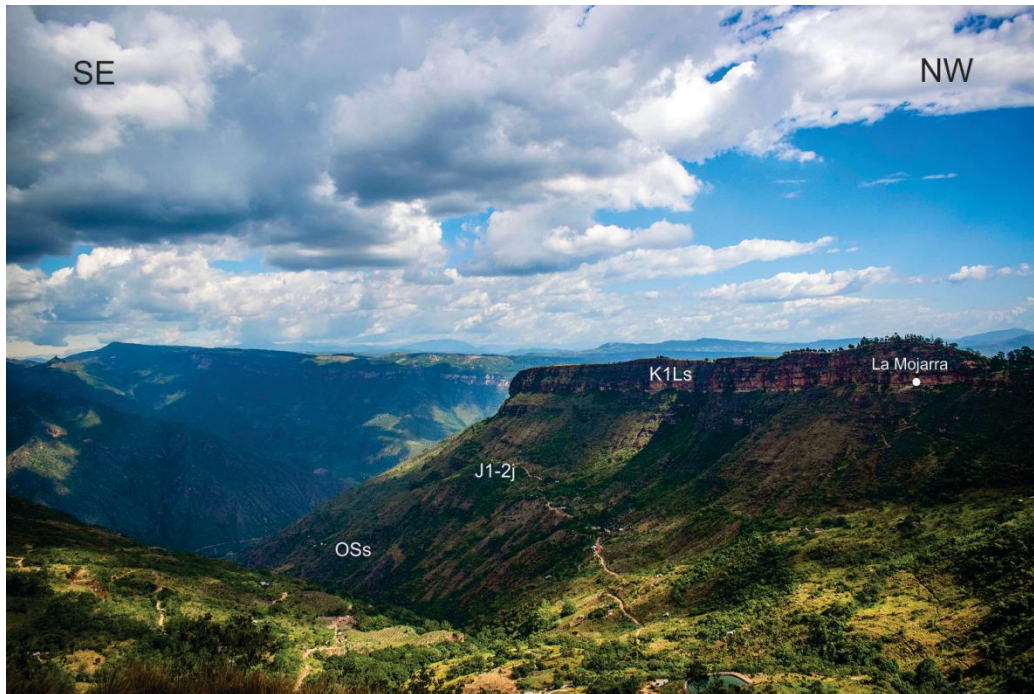
Pictografías en las paredes externas de la cueva Las Tejedoras.



En el exterior de la cueva hacia el SW se tiene una vista de una disección controlada por el paso de la Falla La Mojarra y sobre el escarpe del potencial geotopo La Mojarra por sus condiciones físicas y geomorfológicas se distingue la secuencia estratigráfica de las Formaciones Silgará, Jordán y Los Santos.

Figura 22

Panorámica desde Las Tejedoras.



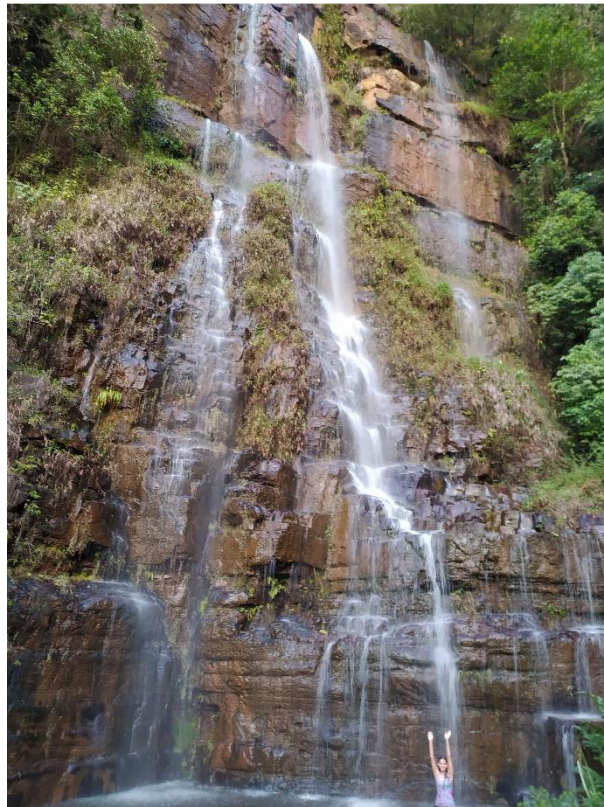
La Cueva de Las Tejedoras representa dentro de su valoración (Apéndice H), que su potencial de uso educativo es considerable, principalmente por sus rasgos geomorfológicos que son el interés geológico del potencial geotopo.

6.1.9. Cascada El ArcoIris

La cascada El ArcoIris se encuentra en la vereda La Mojarra, a unos 6,7 km de distancia de la vía Piedecuesta-Los Santos, Esta cascada tiene unos 90 m y expone rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Los Santos. Se pueden observar areniscas compactas en la parte superior altamente fracturadas y capas delgadas de lodolitas.

Figura 23

Cascada el ArcoIris.



La cascada hace parte de los pocos puntos de aguas superficiales que se mantienen, y puede ser representativo para estudios hidrogeológicos. Actualmente su uso como sitio turístico tiene varios condicionantes, entre ellos su acceso, dado a que se encuentra en propiedad privada. Además, sus condiciones naturales como fuente hídrica pueden estar siendo afectadas de alguna manera por las infraestructuras avícolas en las zonas cercanas al cauce.

En la valoración de la Cascada El ArcoIris (Apéndice I) los potenciales de uso turístico y educativo tienen los puntajes más altos. Sin embargo, sus intereses geomorfológicos e hidrogeológicos pueden tener mayor representatividad en el contexto hídrico de la zona.

6.1.10. La Mojarra

Este potencial geotopo tiene el nombre de la Vereda “La Mojarra” donde se encuentra ubicado y está a unos 5 km desde el Municipio de Los Santos, cerca de la vía principal hacia Piedecuesta. Consta de unos senderos sobre uno de los escarpes al SW de la Mesa de Los Santos, el sendero principal tiene una longitud de unos 1500 m sobre la orilla de paredes de roca arenisca que en tramos superan los 50 m de alto. Las cuarzoareniscas de la Formación Los Santos son paquetes gruesos de roca con laminación cruzada intercaladas con pequeñas capas lodosas. La Fm. Los Santos se encuentra aflorando en esta zona como grandes escarpes asociados con el fallamiento transpresivo local. Toda la zona está altamente fracturada, la mayoría de sus fracturas tienen dirección N80W/75SW y están casi perpendicular al plano de estratificación en dirección N15E/5NW.

Figura 24

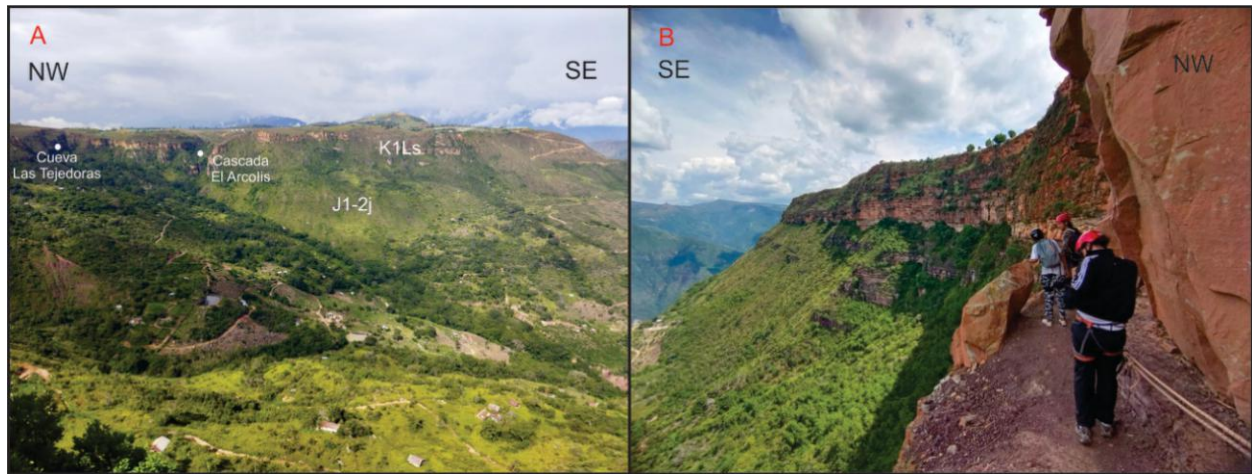
La Mojarra.



Desde estas paredes de roca, hacía el NE se observa además donde están ubicados los potenciales geotopos de La Cueva de Las Tejedoras y la Cascada El ArcoIris. Se encuentran sobre un escarpe similar casi paralelo al de La Mojarra, separados por una depresión que se aproxima al nivel del Río Chicamocha (Figura 25, A). Estas cualidades geológicas le dan los atributos para que este sitio sea uno de los más completos parques de escalada en roca del país, con más de 200 rutas ofreciendo a sus visitantes alta diversidad para la práctica del turismo deportivo.

Figura 25

Mirador y Sendero en la Mojarra.



En el potencial geotopo La Mojarra se encuentran manifestaciones rupestres sobre las rocas de la Formación Los Santos. Un sitio está por el sendero del escarpe aproximadamente a 1 km, pictografías con color blanco reportadas por Navas & Angulo (2010) como antropomorfas (Figura 26, A y B) y otro sitio por el sendero hacía la parte baja de La Mojarra de pictografías de color rojizo con características antropomorfas y otras zoomorfas (Figura 26, C y D), que resaltan también el valor cultural y arqueológico de La Mojarra.

Figura 26

Pictografías en La Mojarra.



Por sus características geomorfológicas la valoración del potencial geotopo La Mojarra (Apéndice J) es precisa en destacar su valor alto en el potencial de su uso turístico ya que sus condiciones actuales lo destacan principalmente en su uso para el desarrollo de turismo deportivo. Además, también es alto su potencial para uso educativo resaltando lo importante que puede ser el sitio para el estudio de las geociencias.

6.1.11. Hoyo de Las Pavas

El potencial geotopo Hoyo de Las Pavas, consta de un sendero aproximadamente de 570 m desde la granja avícola que lleva el mismo nombre y se encuentra sobre un desvío a unos 3 km sobre la carretera que va desde municipio de Los Santos hasta Piedecuesta. Se encuentran afloramientos rocosos extensos y escarpados correspondientes a areniscas cuarzosas con intercalaciones de areniscas lodosas pertenecientes a la Formación Los Santos. Las areniscas se encuentran altamente fracturadas y estas fracturas principalmente son perpendiculares al plano de estratificación que tiene dirección N5W/19SW, además abundan estrías de falla en los bloques

fracturados. Estas paredes de roca son utilizadas para realizar deporte de escalada que por sus condiciones permite un desarrollo muy completo de la actividad.

Figura 27

Estrías de falla en areniscas de la Formación Los Santos, ubicadas en el primer afloramiento rocoso del sendero.



Desde el geotopo se puede ver el curso del río Chicamocha, y en el escarpe del flanco sur del cañón se distingue geomorfológicamente la secuencia estratigráfica correspondiente a las formaciones Silgará, Jordán y Los Santos.

Figura 28

Hoyo de Las Pavas.



Nota. A) Vista de escarpe de unos 40 m de la Formación Los Santos. B) Fractura abierta.

Estas paredes de roca son utilizadas para realizar deporte de escalada que por sus condiciones permite un desarrollo muy completo de la actividad. El Hoyo de Las Pavas en su valoración (Apéndice K) destaca por su potencial turístico que si bien ya se está explotando podría llegar a tener una mayor influencia, además de su potencial educativo que podría llegar a ser aprovechado.

6.1.12. Abrigos Rocosos Las Gachas

Este potencial geotopo se encuentra en el casco urbano del municipio de Los Santos, hacia el occidente del parque principal. Junto al curso de la quebrada Las Gachas, en areniscas de la

Formación Los Santos se han formado abrigos rocosos producto del fracturamiento y desprendimiento de bloques, y la erosión fluvial causada por el curso del agua.

En el primer abrigo rocoso junto a la quebrada se encuentran algunos restos óseos y pequeños canales en el piso de corta longitud y con orientaciones aleatorias, Navas & Angulo (2010) creen que estos pequeños canales son producto del acto de afilar instrumentos varios como las flechas, lanzas y hachas (Figura 29), por lo que este lugar ha sido reconocido por algunos como un antiguo “taller” Guane.

Figura 29

Marcas en el suelo producto del afilado de herramientas.



A unos 50 m al NE del primer abrigo, se encuentran otra serie de abrigos rocosos con múltiples motivos rupestres, algunos de ellos parecen representar motivos del paisaje como algunas corrientes de agua. Para Sánchez & Solano (2017) es uno de los sitios con arte rupestre más deteriorados y vulnerables que necesita de intervención inmediata.

Figura 30

Pictografías de diferentes motivos.

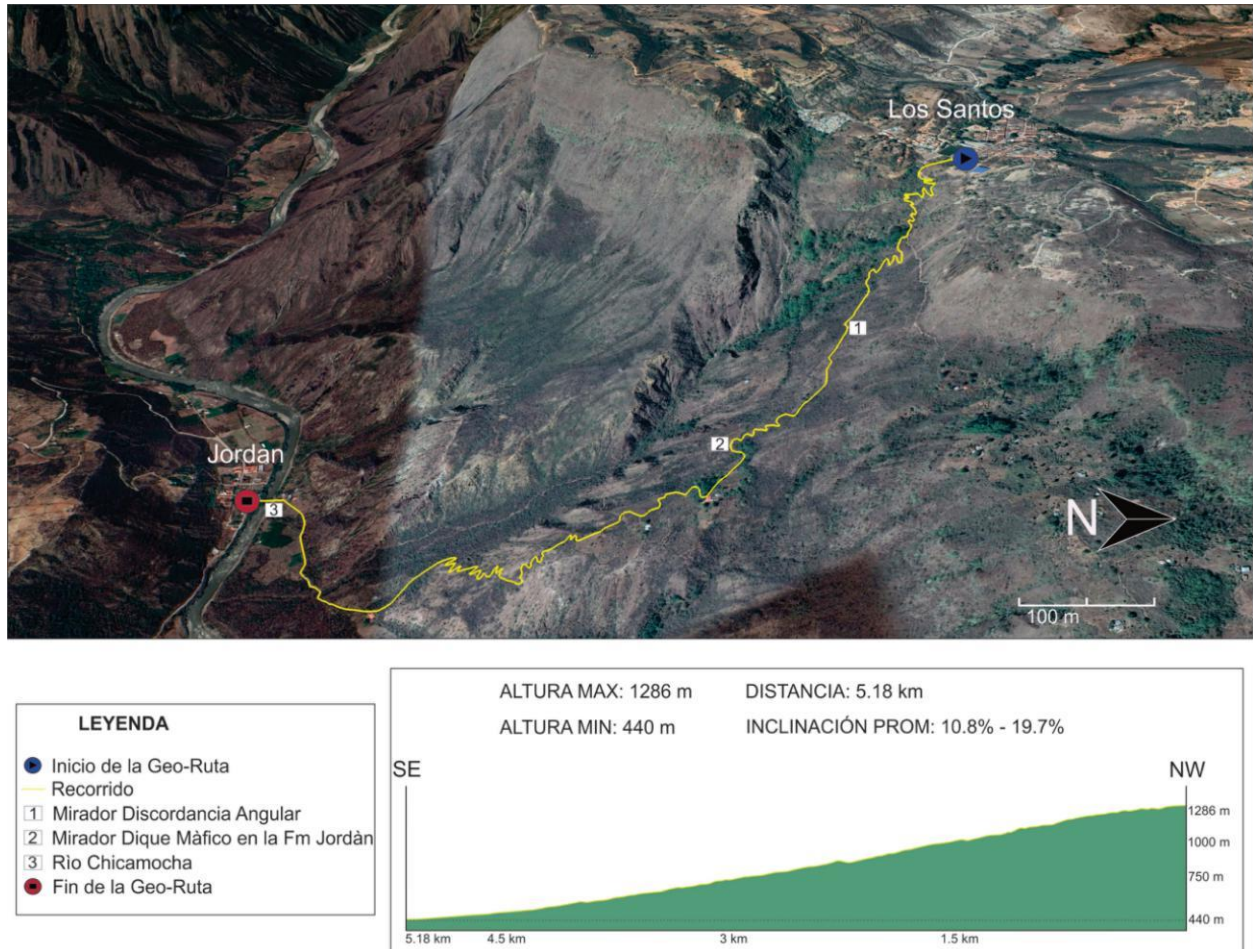


Nota. Se encuentran pictografías (fitomorfas, zoomorfas) de colores ocres sobre las rocas de la Formación Los Santos.

La valoración de Los Abrigos Rocosos Las Gachas (Apéndice L) expone su potencial para uso turístico dado a las características del sitio como su ubicación y su fácil accesibilidad.

6.1.13. Georuta Los Santos-Jordán

La georuta consta de un sendero de 5 km al sur de la Mesa de los Santos, que inicia desde el casco urbano del municipio de Los Santos y termina en el casco urbano del municipio de Jordán. En este sendero se desciende desde una altura de unos 1300 m.s.n.m en el municipio de Los Santos hasta el nivel del cauce del río Chicamocha sobre los 440 m.s.n.m en el municipio de Jordán. Se trata de un camino real que hace parte de la red de senderos construidos en el siglo XIX por el alemán Geo von Lengerke, que son patrimonio cultural de Santander. En el trayecto de la georuta se pueden visualizar la geomorfología asociada al río Chicamocha, geoformas tales como planicies de inundación, barras y terrazas, además sobre los flancos del cañón se aprecian las capas de rocas correspondientes a esta zona de la cuenca baja del Chicamocha.

Figura 31*Trayecto Georuta Los Santos-Jordán.*

En el trayecto de la georuta, también se desciende estratigráficamente desde las rocas cuarzoareniscas correspondientes Formación Los Santos (Cretácico Temprano) a rocas areniscas rojizas típicas de la Formación Jordán (Jurásico Superior), las cuáles se encuentran en contacto discordante. La Formación Jordán predomina, exponiendo paquetes de areniscas lodosas, de grano fino a muy fino intercaladas con lodolitas (Suárez & Díaz, 2016).

Desde la parte media de la georuta hacia el oeste se puede observar el contacto de las unidades, una discordancia angular entre los conglomerados basales del Miembro Camino del Roto

de la Formación Los Santos y las areniscas rojas de grano fino con limolitas o red beds características de la Formación Jordán (Alarcón & Rodríguez, 2019).

Figura 32

Discordancia angular vista desde el sendero Los Santos-Jordán.



Las rocas de la Formación Jordán se encuentran intruidas por diques de composición riolítica y diabásica. Cerca al sendero Los Santos-Jordán y en la Vereda Mesitas de Jerira de Piedecuesta, se exponen diques diabásíticos de color gris intenso, afaníticos con plagioclasa cálcica, óxidos, y clorita y sericita como minerales de alteración, y en la Vereda San Rafael de Los Santos cerca a la quebrada El Cobre se exponen diques riolíticos de color rosado pálido, con cristales idiomórfos de plagioclasa, cuarzo, feldespatos potásico, biotita, óxidos y minerales de alteración como sericita y clorita (Vargas, 2008). Estas capas red beds en esta zona de la localidad

tipo son cortadas casi perpendicularmente por un dique que expone unos 130 m de longitud y unos 2 m de espesor (Vargas, 2008; Morales et al., 2010; Suárez y Díaz 2016; Alarcón y Rodríguez, 2019). El dique atraviesa las capas superiores de la Formación Jordán hasta la zona de discordancia y presenta un corte por fallamiento normal en un tramo, que le genera un desplazamiento de unos 10 m (Figura 33). Las rocas ígneas de la Formación Jordán confirman la presencia de actividad volcánica sinsedimentaria y por su composición son relacionadas al mismo evento magmático donde ocurrió el emplazamiento de los cuerpos plutónicos graníticos y granodioríticos del denominado “Grupo Plutónico de Santander” (Alarcón & Rodríguez, 2019).

Figura 33

Dique máfico visto desde el sendero Los Santos-Jordán.



La georuta termina en el río Chicamocha, el cuál sirve de limite político-administrativo entre los municipios de Los Santos y Jordán. Sobre este, hay un puente colgante que permite atravesar con seguridad el río y es uno de los principales atractivos turísticos del municipio. Al igual que el municipio de Cepitá, Jordán se encuentra en el valle del río Chicamocha y son los tramos del cauce en donde el clima es más árido (García y Añez, 2017).

Figura 34

Curso del Río Chicamocha en el Municipio de Jordán.



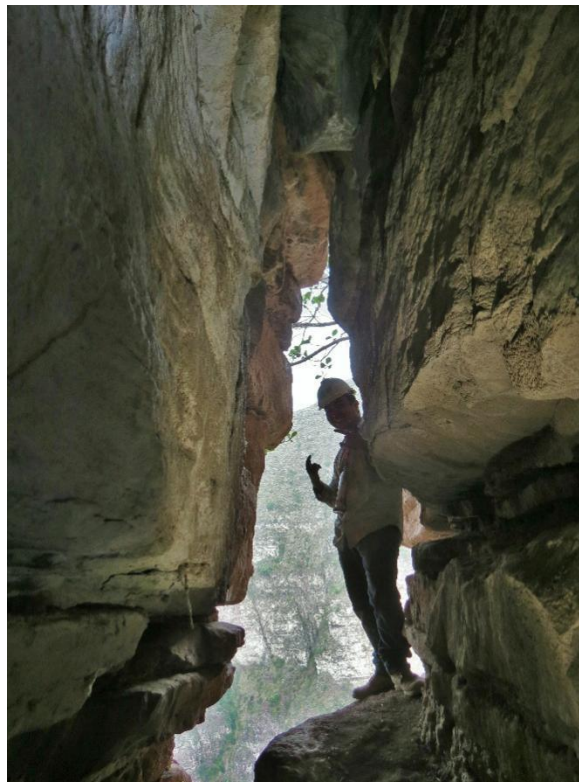
La Georuta Los Santos-Jordán tiene como interés geológico principal la estratigrafía asociado al contacto discordante entre las Formaciones Jordán y Los Santos. En su valoración (Apéndice M) destaca sus condiciones para tener altas probabilidades de ser considerado como geositio ya que las características geológicas que reúne le dan un muy alto valor científico, además de sus potenciales para uso educativo y uso turístico, que, pese a que este último ya se da, podría tener un mejor aprovechamiento.

6.1.14. Cueva El Borboso

Se encuentra ubicada en la vereda El Pozo a unos 5 km de la cabecera municipal de Los Santos, es una cueva pseudokarstica en cuarzoareniscas de la Formación Los Santos con una extensión de 96 m. Presenta única entrada y sus tramos son estrechos varían de pocos metros a centímetros,

Figura 35

Salida de la Cueva El Borboso (caída vertical).



La cueva presenta interés arqueológico ya que en las paredes verticales que están a menor altura han encontrado arte rupestre, y en la cueva fueron los primeros descubrimientos y hallazgos arqueológicos que se reportaron en el municipio de Los Santos (Navas & Angulo, 2010).

Figura 36

Mapa de la cueva El Borboso.



La Cueva El Borboso presenta poca valoración en sus intereses científico, educativo y turístico (Apéndice N). Esto dado principalmente a sus condiciones de difícil acceso. Pero en este estudio consideramos un interés Geoarqueológico el cual puede llevar a tener un potencial considerable.

6.1.15. Sendero y Cueva El Pozo-Tocaregua

Este potencial geotopo se encuentra ubicado en la vereda El Pozo sobre una zona de escarpe al sur de la Mesa de Los Santos, aproximadamente a 5 km de la cabecera municipal. Consiste aproximadamente en la exposición de un afloramiento rocoso de unos 120 m de largo por unos 5 m de alto perteneciente a la Formación Rosa Blanca en los cuales se distingue su litología de calizas dispuestas en capas con dirección N45W/15SW, las capas están altamente fracturadas por lo que también hay presencia de bloques caídos.

Esta zona se conoce actualmente como Mirador El Pozo-Tocaregua, haciendo referencia al topónimo específico, antiguamente se conocía como “Mirador de Bárcenas”, porque era propiedad antiguamente de los hermanos Bárcenas (Navas & Angulo, 2010).

El sendero tiene hacia el sur la vista al río Chicamocha, donde se evidencian geoformas como barras longitudinales, transversales, terrazas y planicies de inundación, permitiendo observar los procesos geomorfológicos de erosión y deposición típicos asociados a este cauce. Sobre el flanco del cañón correspondiente a la mesa de Barichara y Villanueva se puede observar parte de la secuencia sedimentaria Jurásico - Cretácica correspondiente a las formaciones Jordán, Los Santos, Rosa Blanca, La Paja, El Tablazo y posiblemente la Formación Simití. Esta distinción en la secuencia se puede distinguir principalmente por los rasgos geomorfológicos y los tonos de color a lo largo del escarpe.

Figura 37

Panorámica desde geotopo El Pozo-Tocaregua hacia el curso del Río Chicamocha.



El sendero de El Pozo se caracteriza por la gran cantidad de motivos rupestres (pictografías) que hay en sus paredes, considerándose el segundo lugar con mayor cantidad de motivos pictográficos (Navas & Angulo, 2010).

Navas & Angulo (2010) creen que arqueológicamente es uno de los lugares más interesantes de la mesa de Xerira, basados en las diversas evidencias (pinturas, ubicación geográfica, cuevas, abrigos, relatos, etc.), por lo que proponen que fue un sitio de gran importancia para la cultura Guane, ya que muy cerca pudo estar el asentamiento del Cacique Guanentá (máximo líder de los Guane).

Figura 38

Pared con pictografías.

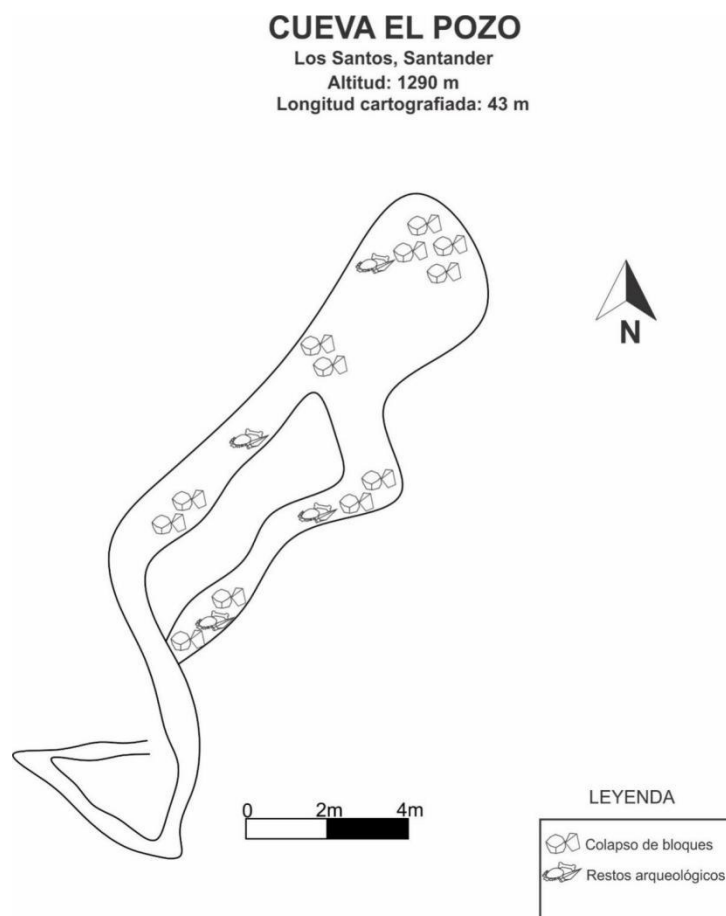


Nota. El geotopo El Pozo, presenta abundancia de este arte rupestre con diferentes formas y tonalidades.

El sendero termina en una cueva ubicada en rocas de la Formación Rosa Blanca, pero se clasifica como una cueva pseudokárstica, debido a que la principal causa de su génesis está relacionada con fracturas. Tiene una longitud de unos 43 m aproximadamente y una inclinación considerada que en promedio supera los 30°.

Figura 39

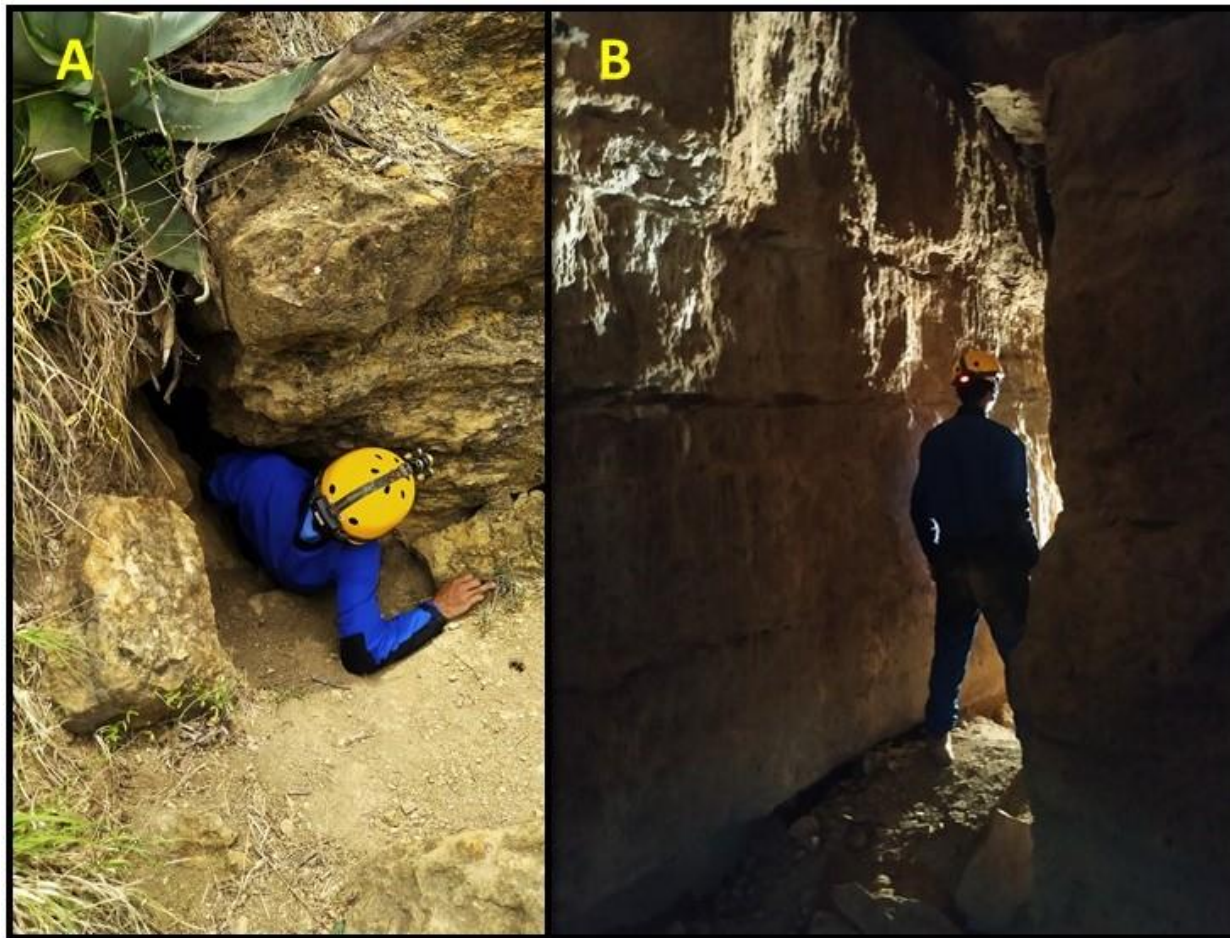
Mapa de la cueva El Pozo.



En su interior se presentan bloques caídos de tamaños variados producto de la inestabilidad de la gruta y de la sismicidad de la zona. En la Figura 39 se puede observar las dimensiones de la gruta y la ausencia de evidencias de disolución en la formación de la gruta.

Figura 40

Cueva El Pozo.



Nota. A) Estrecha entrada a la cueva. B) Sección transversal de un pequeño pasillo, donde se evidencia la ausencia de formas kársticas de disolución-erosión o precipitación.

Presenta un importante interés arqueológico dado a que en esta cueva se encuentran restos óseos y elementos posiblemente relacionados a la etnia Guane, los cuales han sido removidos de su posición original por las prácticas de la gaaquería.

Figura 41

Restos óseos en la Cueva El Pozo.



Desde el mirador del sendero es posible observar una ventana de la Cueva de El Borboso. En esta vista se puede observar que la cueva es una grieta ancha que está causando inestabilidad y el desprendimiento de bloques.

Figura 42

Cuevas pseudokarsticas en fracturas abiertas.



El Pozo-Tocaregua se destaca en su valoración (Apéndice Ñ) por su potencial uso turístico, que a pesar de que ya es aprovechado puede llegar a tener un mayor y mejor aprovechamiento en busca del desarrollo local. Por su interés geomorfológico en el paisaje, el potencial del geotopo para su uso educativo también es de considerar.

6.1.16. Yacimiento Paleontológico El Diamante

Este potencial geotopo se encuentra en la Vereda El Diamante, aproximadamente a 7,5 km del casco urbano del municipio de Los Santos. Geológicamente este yacimiento se encuentra en la parte inferior de la Formación La Paja, justo sobre el contacto con la infrayacente Formación Rosa Blanca.

En la zona afloran principalmente mudstone calcáreos con materia orgánica de tonos negros a grises oscuros con laminación plana paralela, intercalados con algunas capas de calizas de textura mudstone. Hay abundantes concreciones calcáreas esféricas y elípticas o discoidales, muchas con abundante registro fósil en su interior, principalmente de amonites e impresiones de peces.

Figura 43

Registro fósil recolectado en el geotopo Yacimiento El Diamante.



Nota. A, B) Restos de peces con conservación de sus escamas. C) Cefalópodos y gasterópodos. D) Amonite.

A causa de la erosión, superficialmente se puede encontrar abundante registro fósil de bivalvos, gasterópodos, amonites y restos de peces. Destaca el hallazgo de fragmentos de un pez con una preservación excepcional de su piel.

Figura 44

Fragmentos de pez con excelente preservación de sus escamas.



Además de registro fósil, en este geotopo también es posible encontrar restos arqueológicos como hachas, aretes, cuentas de collar, materiales para hilar, entre otros. Este afloramiento actualmente sufre intensos procesos de erosión que han sido acelerados por el tránsito de vehículos y carga pesada, por lo que el abundante registro paleontológico se viene perdiendo y es necesario implementar medidas urgentes de protección y aprovechamiento sostenible para este geotopo.

Figura 45

Material arqueológico hallado en el geotopo.



Nota. Foto suministrada por habitantes locales.

Por sus características geológicas el Yacimiento Paleontológico El Diamante en su valoración (Apéndice O) arroja alto en su valor científico y en su potencial para uso educativo, dado a que su riqueza paleontológica puede ser aprovechada por la ciencia y la academia para el fortalecimiento del conocimiento geológico de la zona.

6.1.17. Mirador El Cacique

Está ubicado en la vereda El Diamante, en un escarpe de la zona sur de la Mesa de Los Santos, sobre el cañón del Chicamocha. Su acceso se realiza en caminata desde el geotopo Yacimiento Paleontológico El Diamante, durante la ruta se podrán encontrar algunas pictografías rojizas.

Desde el Mirador El Cacique se observa la actividad fluvial presentada por el río, se distingue el sistema de erosión y la deposición de material reciente. También se distinguen sobre el otro flanco del cañón la secuencia estratigráfica correspondiente a las formaciones Jordán, Los Santos, Rosa Blanca, Paja y Tablazo. Identificadas por las condiciones geomorfológicas y físicas del terreno.

Figura 46

Vista desde el Mirador Cacique hacia el río Chicamocha.



En esta zona, bajo el estrato de roca que sirve de mirador, se encuentra una pictografía rojiza un poco deteriorada (Figura 47) que para algunos habitantes locales representaría un cacique, motivo rupestre al que se debe el nombre del lugar (Navas & Angulo, 2010).

Figura 47

Pictografía en el geotopo Mirador del Cacique.



Nota. Fotografía: Juan Diego Guzmán.

El Mirador El Cacique tiene como interés geológico principal la geomorfología del paisaje que en su valoración (Apéndice P) se destaca como potencial para su uso educativo en el trabajo de las geociencias.

6.1.18. Las Juntas

Potencial geotopo de la zona SW de la Mesa de Los Santos, en la vereda Las Juntas sobre la unión de los ríos Chicamocha y Suarez que forman el río Sogamoso. A esta unión llegan los ríos en dirección E-W y SW-NE respectivamente y dan como resultado el cañón del río Sogamoso en dirección N aproximadamente. Este sitio se encuentra sobre los 340 m.s.n.m. siendo el punto más profundo del cañón del Chicamocha. Geomorfológicamente el geotopo se encuentra en la intersección de tres bloques, las mesas de Los Santos, de Barichara y Villanueva, y la zona de Zapatoca. Asociado al río Chicamocha y en el cruce de los ríos se pueden observar barras transversales y longitudinales.

Figura 48

Geotopo Las Juntas.



Geológicamente el geotopo tiene capas de arenisca cuarzosa, areniscas rojizas y algunas capas de areniscas verdosas, estratificadas en dirección N85W/20NE correspondientes a la Formación Jordán, además se encuentran fragmentos de rocas volcánicas rodados en el escarpe. También se presenta un contacto disconforme entre estas areniscas y un depósito cuaternario correspondiente a una matriz arenosa lodosa con clastos de tamaño variable.

Figura 49

Litologías presentes en Las Juntas.

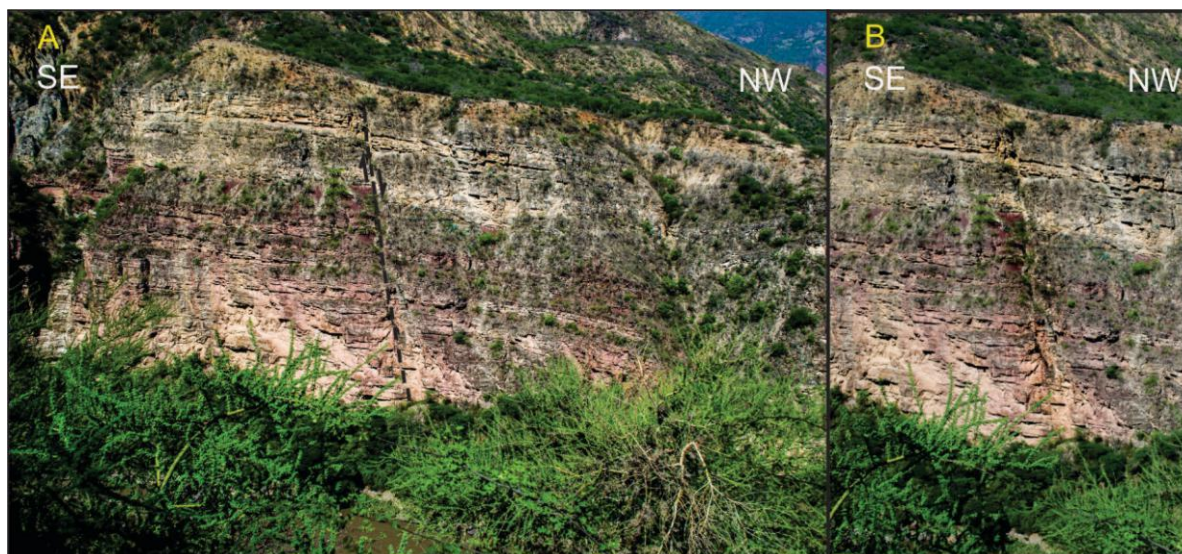


Nota. A) Estratificación cruzada en areniscas de la Fm. Jordán. B) Contacto erosivo o disconformidad entre litologías de la Fm. Jordán y un Depósito Coluvial.

Desde este geotopo se pueden reconocer en los escarpes de las mesas las formaciones Jordán, Los Santos y Rosa Blanca, y se observa sobre la Mesa de Barichara y Villanueva la acción de algunas fallas de cinemática transtensiva con una orientación aproximada NE y con un desplazamiento leve como normal que se nota en las intercalaciones de arenisca de la Formación Los Santos, pero se desvanece en la unidad superior que corresponde a un paquete plástico hacia la base de la Formación Rosablanca. El alta pendiente del trazo ($>70^\circ$) indica que además tiene un comportamiento como falla de rumbo, el cual explica que se presenten pequeños pliegues al lado de una falla con componente normal (Figura 50).

Figura 50

Geomorfología Estructural.



El potencial geotopo Las juntas se destaca geológicamente su geomorfología, y en su valoración (Apéndice Q) los puntajes altos en su valor científico y educativo confirman el interés que tiene el geotopo en sus condiciones para ser aprovechado en el estudio de las geociencias.

6.2. Valoración de Geotopos

En la Tabla 8 se presentan los resultados de la valoración realizada a cada uno de los 17 geotopos en La Mesa de Los Santos.

Tabla 8.

Resultados de la valoración de los geotopos.

GEOTOPO	VC	PUE	PUT	SDN	SDA
SALTO DEL MICO	4	5.25	6	0.1875	0.9375
CASCADA SANTA RITA	2.625	4.5	5.125	0.375	0.6
SALTO DEL DUENDE	3.5	6.125	6,25	0.375	1.0125
SALTO PILAHONDA	3.25	4.625	5.125	0.1875	0.7875
ABRIGO ROCOSO EL BURRO	2.375	3.875	4.625	0.015	1.725

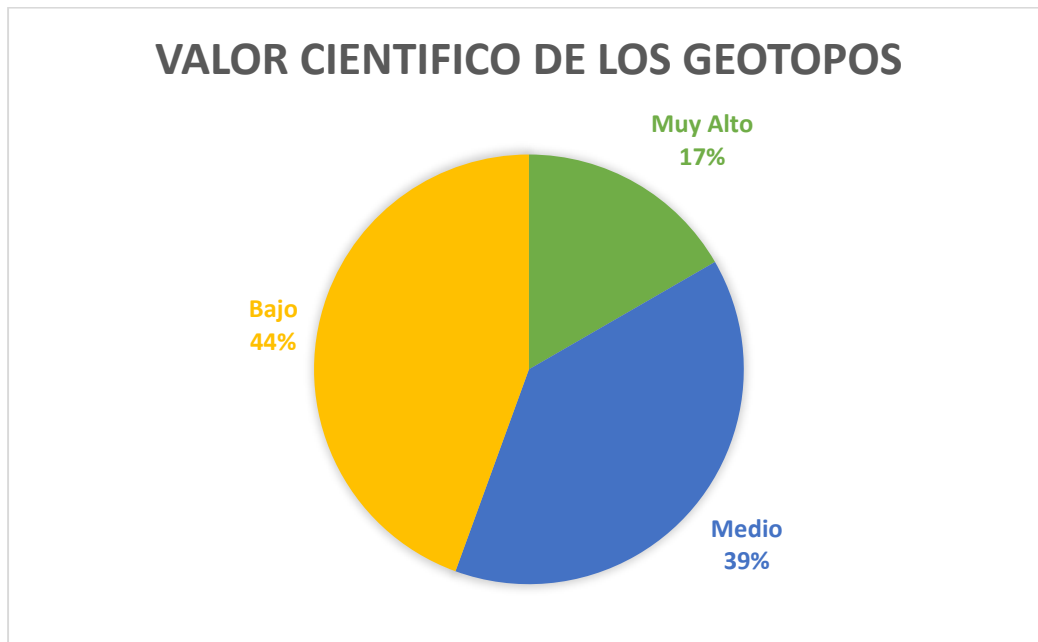
SENDERO SAN RAFAEL	2.5	3.875	5.125	0.38	1.5
PIEDRA DEL INDIO	2.625	5.25	5.375	0.625	3.375
CUEVA DE LAS TEJEDORAS	4.25	5.25	5	0.625	3.25
CASCADA EL ARCOÍRIS	2.375	3.875	4.5	0.75	0.75
LA MOJARRA	3.5	6.75	6.625	0.0025	0.475
HOYO DE LAS PAVAS	4.75	6.375	6.75	0.1875	1.0875
ABRIGOS ROCOSOS LAS GACHAS	2.375	4.125	5.875	0.625	4
GEORUTA LOS SANTOS-JORDÁN	9.5	7.125	7.25	0.0375	0.6
CUEVA EL BORBOSO	3	2.375	4	1.25	2.125
EL POZO-TOCAREGUA	3.625	5	6.125	0.375	1.95
YACIMIENTO EL DIAMANTE	7.875	7.125	5.375	0.75	1.1625
MIRADOR EL CACIQUE	4.25	5.375	6	0.0625	0.2125
LAS JUNTAS	8.125	6.375	5.25	0.1875	0.5625

Nota: VC: Valor Científico; PUE: Potencial de Uso Educativo; PUT: Potencial de Uso Turístico; SDN: Susceptibilidad de Degradación Natural; SDA: Susceptibilidad de Degradación Antrópica

Tres de los potenciales geotopos evaluados (Las Juntas, Yacimiento Paleontológico El Diamante y la Georuta Los Santos-Jordán) presentan un valor científico muy alto, pudiendo representar geotopos o incluso geositios (de valor internacional) presentes en la zona. Ninguno de los geotopos presenta valor científico alto, siete de los geotopos evaluados presenta un valor científico medio, y ocho presentan un valor bajo.

Figura 51

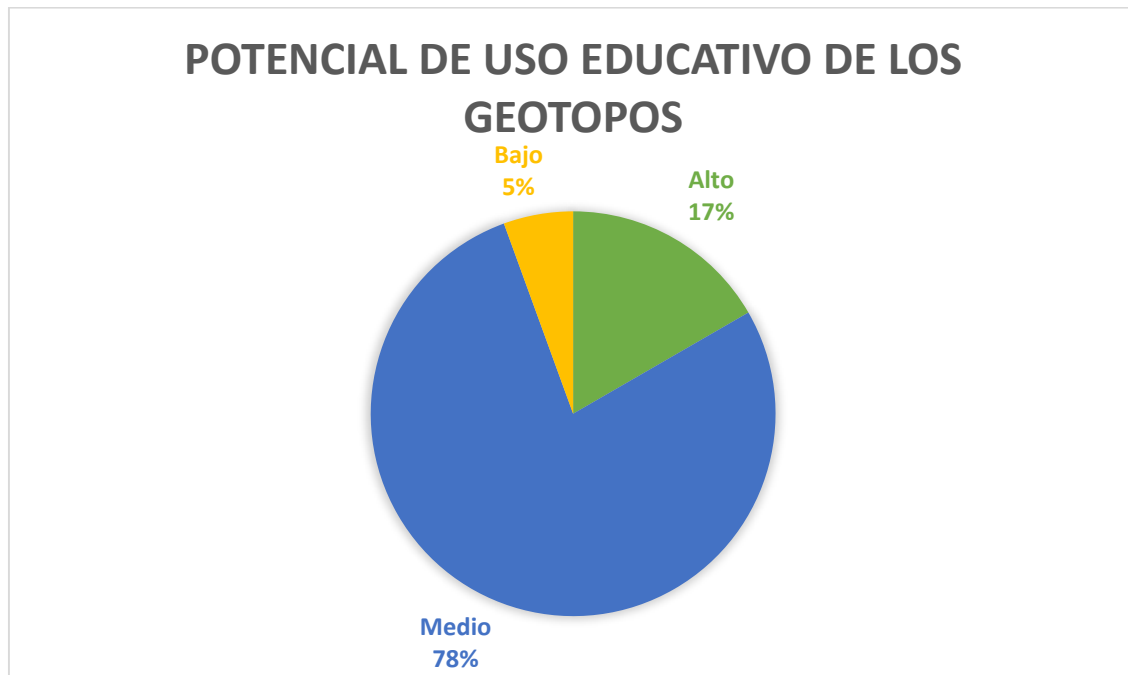
Gráfica del valor científico de los geotopos.



Con relación al valor de potencial de uso educativo de los potenciales geotopos, tres de estos presentan un valor alto (La Mojarra, Georuta Los Santos-Jordán y Yacimiento Paleontológico El Diamante), 14 un valor medio, y un solo geotopo presenta un valor bajo.

Figura 52

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



La mayoría de los potenciales geotopos valorados presentan un valor medio en su potencial de uso turístico. El Hoyo de Las Pavas, La Mojarra y la Georuta Los Santos-Jordán son los únicos con un potencial alto en su uso turístico, dado a que actualmente son promocionados turísticamente y además en ellos se presentan actividades deportivas como la escalada en La Mojarra y El Hoyo de Las Pavas y el senderismo o trekking en la Georuta Los Santos-Jordán. Además, se destacan también otros potenciales geotopos que por su espectacularidad y representatividad de procesos sedimentológicos, geomorfológicos y estructurales los hacen tener un gran potencial para el desarrollo de turismo científico en la zona.

6.3. Geoeducación

En compañía del docente se visitaron las instalaciones de la escuela y el lugar en donde se encuentra la colección geológica. Se constató la presencia de gran variedad de muestras (rocas, fósiles, minerales) con un buen estado de conservación y la ausencia de un espacio y mobiliario

adecuado para la organización de estas (Figura 50). Las muestras han sido donadas y dispuestas en el colegio por parte de diferentes estudiantes que las han encontrado en cercanías al mismo, o en sus casas.

Figura 53

Colección geológica de la escuela rural La Laguna.



Se identificaron 40 muestras de rocas, minerales y fósiles; los cuáles fueron organizados en una “geomaleta” con el fin de tener una colección de piezas geológicas portátil y de fácil manejo para que el docente pueda realizar pequeñas exhibiciones. Cada muestra presenta un código que permite su rápida identificación por parte del docente o cualquier alumno. La exhibición cuenta con imágenes de apoyo con los nombres de algunas especies fósiles y la representación de algunos ambientes sedimentarios a los que corresponden ciertos tipos de rocas.

Figura 54

Geomaleta de la escuela rural La Laguna.



Nota. A, B, C) Geomaleta y sus compartimientos. D, E) Exhibición de la colección geológica con imágenes de apoyo.

Además de la geomaleta como colección de muestras geológicas, se diseñaron tres talleres a manera de recursos didácticos con algunas de las principales temáticas de las Geociencias, los cuales podrán ser realizados por el docente. Cada uno de estos talleres se describen a continuación.

- **Evolución del planeta y de la vida:** en este taller se introduce el concepto de tiempo geológico. El taller consiste en representar los principales eventos que han ocurrido en los cerca de 4.600 millones de años de historia del planeta Tierra en una línea del tiempo de 4,6 metros, la cuál puede ser una pita o una pared. En este espacio representaremos 14 eventos importantes que han marcado la evolución del planeta y de

la vida en el mismo, para esto contaremos con 14 imágenes que representan estos eventos y que serán ubicados en la línea del tiempo según su distancia al presente, es decir hace cuantos millones de años ocurrieron (Tabla 9). Así, Cada centímetro recorrido de la exhibición, la persona estará avanzando 10 millones de años en la historia de nuestro planeta, una manera didáctica de asimilar esta nueva escala de tiempo a la que no se está muy acostumbrado.

Tabla 9.

Eventos a representar en el taller “evolución del planeta y de la vida” y distancia para colocar en la “línea del tiempo”.

Evento	Hace cuantos millones de años (m.a.)	Distancia del presente (cm)
Primeras Bacterias	3.500	350
Primeros Organismos Multicelulares	2.000	200
Primeros Animales con partes duras	545	54.5
Primeras Plantas en Tierra	430	43
Primeros Anfibios	370	37
Primeros Reptiles	315	31.5
La Gran Mortandad (Extinción masiva del Pérmico-Triásico)	250	25
Primeros Dinosaurios	230	23
Primeros Mamíferos	220	22
Primeras Aves	160	16
Primeras Plantas con Flores	130	13

Extinción masiva del Cretácico-	65	6.5
Paleógeno		
Primeros Humanos Género	3	0.3
“Homo”		
Indígenas Guane	0,0005	0.00005

- **Rompecabezas paleogeográfico:** la Tierra no siempre ha tenido el mismo número de continentes ni la disposición en la que hoy los conocemos, por esto en este taller trataremos los temas de paleogeografía y movimiento de placas tectónicas. Se contará con tres imágenes y rompecabezas con los mapas paleográficos de: hace 200 m.a. (Triásico – Jurásico), hace 120 m.a. (Cretácico) y hace 0 m.a. (disposición actual de los continentes). Se eligieron estos dos momentos de la historia geológica, Jurásico y Cretácico, por ser dos eras muy bien representadas en rocas y fósiles de la Formación Jordán (Jurásico) y Formación Rosa Blanca y Formación Paja (Cretácico), las cuáles afloran en el municipio y cercanías a la institución educativa.
- **Minerales en la vida cotidiana:** la minería es una actividad económica presente en el municipio de Los Santos, y con la que han convivido por años sus habitantes. En este taller de parejas se conocerán los principales usos que se la han dado a algunos minerales y materiales geológicos, la actividad consistirá en 16 imágenes que estarán tapadas y serán destapadas con la participación de los estudiantes. Con cada intento, el estudiante memorizará la posición del mineral o el uso y buscará juntarlos de manera correcta.

Tabla 10.

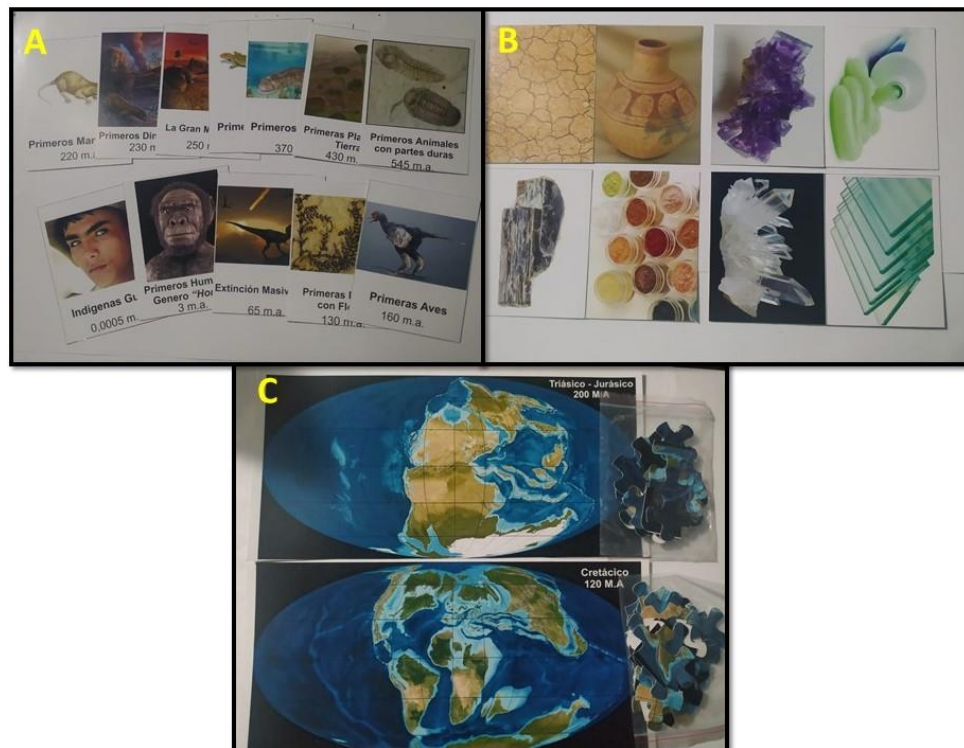
Minerales o materiales geológicos y su correspondiente uso en la vida cotidiana.

Mineral	Aplicación o Uso
Arcilla	Cerámica
Caliza	Cemento
Mica	Maquillaje
Cuarzo	Vidrio
Fluorita	Crema dental
Halita	Sal domestica
Grafito	Lápiz
Oro	Computador
Yeso	Construcción

El material requerido para la realización de cada uno de estos talleres fue entregado al docente, y se realizaron en una jornada con presencia de algunos estudiantes.

Figura 55

Materiales para los talleres de geoeducación.



Nota. A) Taller de evolución del planeta y la vida. B) Taller de minerales y usos en la vida cotidiana. C) Taller de rompecabezas paleogeográfico.

De igual manera, los resultados de este proyecto en lo relativo a patrimonio geológico inmueble fueron presentados en dos sesiones con algunos estudiantes, guías turísticos y miembros del grupo de vigías del patrimonio cultural del municipio.

Figura 56

Presentación de resultados del inventario de patrimonio geológico inmueble en la zona de Los Santos y la Mesa de Los Santos.



7. Discusión

La metodología del Servicio Geológico Colombiano para la valoración de patrimonio geológico inmueble con los ajustes propuestos por Vargas (2018) fue aplicada en este trabajo de investigación arrojando datos que son coherentes con las características intrínsecas de los potenciales geotopos estudiados. Los geotopos Georuta Los Santos-Jordán, Las Juntas y Yacimiento Paleontológico El Diamante fueron clasificados con un valor científico muy alto, sitios que con estudios más especializados podrían ser claves para la gestión del Geoparque Cañon del Chicamocha. Yepez & Daza (2017) concluían que las dos georutas que incluían los sitios Las Juntas y Yacimiento El Diamante, respectivamente, tenían el potencial para ser declarados patrimonio geológico, como se está demostrando en este trabajo.

La valoración de potencial uso turístico de los potenciales geotopos, arrojó en su mayoría valores bajos, debido a la falta de infraestructura en los sitios, condiciones de accesibilidad de

algunos lugares en los que hay que llevar a cabo caminatas de más de 1 km y que no existe una oferta turística organizada que abarque la parte sur de la mesa. Actualmente, la zona centro N de la Mesa de Los Santos recibe una afluencia turística importante, pudiendo proyectarse hacia un turismo más rural y científico en el que se aprovechen algunos de los geotopos acá mencionados. Cabe resaltar que algunos potenciales geotopos ya son frecuentados en actividades turísticas (Salto del Mico, Salto del Duende, Cueva de las Tejedoras, Cascada El ArcoIris, La Mojarra, El Hoyo de las Pavas, Las Juntas, Sendero y Cueva El Pozo y la Georuta Los Santos-Jordán) los cuales, con capacitación de guías y la instalación de algunos paneles explicativos, podrían generarse ofertas más especializadas incentivando a un geoturismo con contenido científico que tenga como finalidad el desarrollo sostenible del territorio y la educación .

La susceptibilidad de degradación natural de los sitios arrojó valores bajos, indicando la baja probabilidad de que eventos geológicos naturales afecten en mayor medida la integridad de los geotopos. Por otro lado, los geotopos Piedra del Indio y Cueva de Las Tejedoras arrojan los valores más altos de susceptibilidad de degradación antrópica por lo que necesitan medidas urgentes que garanticen la conservación del patrimonio geológico y arqueológico en estos sitios.

De los 10 intereses geológicos principales que pueden tener, 14 de los potenciales geotopos identificados en La Mesa de Los Santos (87.5%) abarcan un interés geológico principal geomorfológico, de los cuales 10 están asociados a miradores y senderos en zonas de escarpe en los que se pueden apreciar procesos fluviales, denudativos y estructurales activos. Además, seis de los geotopos tienen interés tectónico-estructural o hidrogeológico, como interés geológico secundario, sitios que por sus características geológicas como el nivel de fracturamiento de las rocas tienen la propiedad de funcionar como acuíferos o zonas de flujo, esto para rescatar la

necesidad de protección de estas fuentes hídricas y la necesidad de estudios específicos que ayuden en la gestión de su aprovechamiento ante la problemática de escasez de agua en la región.

El geotopo Yacimiento Fosilífero El Diamante constituye un potencial geositio que necesita medidas urgentes de protección y aprovechamiento sostenible. El hallazgo de restos fósiles con preservación excepcional de piel es muestra de ello.

Al menos ocho de los potenciales geotopos identificados (50%) presentan algún tipo de manifestación de patrimonio arqueológico, ya que en el sitio existe arte rupestre (pictografías) o hay algunos restos arqueológicos. Estos sitios se destacan por su interés geoarqueológico, demostrando la influencia de la geología (el paisaje, los recursos) en el desarrollo de las comunidades y sus costumbres, confirmando la relación sinérgica que puede llegar a tener el patrimonio geológico con el patrimonio cultural.

8. Conclusiones

Se identificaron en el municipio de Los Santos 17 potenciales geotopos, de los cuáles tres presentan un valor científico muy alto (Georuta Los Santos-Jordán, Las Juntas y Yacimiento Paleontológico El Diamante) pudiendo ser catalogados como geotopos o geositios (valor internacional) en el territorio del aspirante a Geoparque.

A pesar de la nula a mínima presencia de infraestructura turística, 12 sitios presentan valores medios en su potencial de uso turístico, el cual podría aumentar con la inversión en infraestructura (por ejemplo: adecuación de senderos, instalación paneles interpretativos), generando una oferta turística más especializada (geoturismo) que podría llegar a tener importantes

beneficios en la economía local principalmente del casco urbano y la zona rural del SW (Veredas El Pozo, El Diamante, Las Juntas, El Diviso) del municipio de Los Santos.

En la zona se identificaron dos grutas con más de 50 m de desarrollo en litologías de la Formación Los Santos y una en la Formación Rosa Blanca, que tienen en común la predominancia de procesos pseudokarsticos (fracturas, caída de bloques) en su formación. Los abrigos rocosos se presentan en zonas de escarpe pronunciados y se considera la espeleología como una actividad turística de alto riesgo por la inestabilidad de las pequeñas galerías de estas grutas.

Se diseñó una “geomaleta” que junto a otras actividades son las propuestas de material geoeseducativo que fue donado a la escuela rural La Laguna en donde sus docentes y alumnos han convivido con material fósil que abunda en zonas cercanas. Este material fue presentado como las herramientas pedagógicas utilizadas para el intercambio de conocimientos entre profesionales y estudiantes de geociencias, docentes y alumnos de educación de primaria y secundaria, y hasta con los habitantes de la zona que de alguna manera han estado relacionados con las ramas de las geociencias. La propuesta de geoeseducación se hizo con el objetivo de iniciar un trabajo para la apropiación social del conocimiento en la zona de la Mesa de Los Santos, donde el saber geocientífico y cultural del territorio sean los promotores del desarrollo regional. Esta iniciativa fue acogida de gran manera por el personal de la institución educativa, y se planteó el compromiso para que el trabajo pedagógico enfocado en las geociencias sea continuo. Con estas actividades se impulsó la geoeseducación como base para la identidad cultural del territorio, aportando en uno de los temas claves en la visión de Geoparque.

9. Recomendaciones

Los inventarios del patrimonio geológico son dinámicos y los valores de los sitios pueden aumentar, a medida que, por ejemplo, se desarrollen mayor número de trabajos geocientíficos en la zona. Se recomienda se añada a este inventario los geotopos ubicados en las zonas de explotación minera que hay en la zona S. Esta gran infraestructura podría ser aprovechada en actividades de geoturismo.

La geoeducación como método para la apropiación social del conocimiento científico y como herramienta para la correcta gestión del patrimonio geológico, es importante en la formación de ciudadanos conscientes y empoderados en la protección del patrimonio natural con el que conviven diariamente. Propuestas como la “geomaleta” se recomienda sean difundidas en todo el territorio de lo que se postularía como Geoparque, especialmente en colegios rurales de zonas en donde existen elementos que hacen parte del patrimonio geológico (fósiles, minerales, entre otros) y en el que los estudiantes conviven diariamente con él.

Referencias Bibliográficas

- Alarcón, C. M. y Rodríguez, J. G. (2019). *Estratigrafía, facies y paleoambiente de sedimentación de la Formación Jordán: un registro fluvio-lacustre con incidencia de actividad volcánica* (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. 130 p.
- Alarcón CM, Clavijo-Torres J, Mantilla-Figueroa LC y Rodríguez JG. (2019). Nueva propuesta de edades para el registro sedimentario de las formaciones Bocas y Jordán y su relación con el desarrollo de la actividad magmática del Grupo Plutónico de Santander (cordillera Oriental, Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 44(173):1137-1151, octubre-diciembre de 2020. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1208>.
- Alfonso-Rojas, A. y Cadena, E. (2020). Exceptionally preserved “skin” in an Early Cretaceous fish from Colombia. *PeerJ* 8: e9479.
- Brilha, J. (2015). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2), 119–134.
- Brilha, J. (2018). Chapter 18 – Geoheritage and Geoparks. En Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management* (323-335). Elsevier.

- Carcavilla, L., López-Martínez, J., y Durán, J. (2007). Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. *Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.*
- Cediel, F. (1968). El Grupo Girón, una molasa Mesozoica de la Cordillera Oriental. *Boletín Servicio Geológico Nacional*, 16(1.3), 5-96.
- Claret, A., Villa, L., y Méndez-Duque, J. (2019). La propuesta curricular de ciencias de la tierra en Colombia. En Martínez, M. (Ed), *Realidades y oportunidades en América Latina y el Caribe. Geociencias en la educación primaria y secundaria, volumen (1)*, 40-48. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Uruguay.
- Clavijo, J., y Royero, J. M. (2001). Mapa geológico generalizado departamento de Santander, Memoria explicativa. *Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS.*
- Colegial, J. D., Piscioti, G., y Uribe, E. (2002). Metodología para la definición, evaluación y valoración del patrimonio geológico y su aplicación en la geomorfología glacial de Santander (municipio de vetas). *Revista Boletín de Geología*, vol. (24), núm. 39, Enero-Junio de 2002.
- Cruz B., J. A., y Vargas H. R. (1972). Informe sobre los yesos en la Formación Rosa Blanca en la Mesa de los Santos. *Boletín Geológico*, 20(3), 106-139.

Decreto 1353 de 2018. Por el cual se Adiciona el capítulo 10 al Título V de la parte 2 del libro 2° del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía en lo relacionado con la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se dictan otras disposiciones.

Etayo-Serna, F. y Guzmán-Ospitia, G. (2019). Formación Rosa Blanca: subdivisión de la Formación y propuesta de Neoestratotipo. Sección laguna El Sapo, vereda El Carrizal, municipio de Zapatoca, departamento de Santander. En Fernando Etayo-Serna (Ed), *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia vol. XXIII*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

García-Cortés, A. y Carcavilla, L. (2009). Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). Versión 12.18-05-2009. *Instituto Geológico y Minero de España (IGME)*.

García-Cortés, A., Díaz, E., Vegas, J., y Carcavilla, L. (2015). Inventario Nacional Geológico y Paleontológico. *Bases Conceptuales*, 96p.

Gómez, J. y Cuervo, R. (2012). *Estudio geológico enfocado a la caracterización paisajística de la Mesa de Los Santos, Santander, Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. 181 p.

- Julivert, M. (1958). La morfoestructura de la zona de las mesas al SW de Bucaramanga (Colombia S. A.). *Boletín De Geología*, (1), 30-36.
- Montoya Arenas y Diana M. (2019). Formación La Paja: descripción de la sección tipo. Influencia de los tapices microbiales en su génesis. En Fernando Etayo-Serna (Ed), *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia vol. XXIII*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Morales, C. J., Forero, H., Rojas, N., y Alvarado, S. (2010). Integración geológica e hidrogeológica del centro de Santander. *Bogotá. Instituto Colombiano de Geología y Minería-INGEOMINAS*.
- Navas, A., y Angulo, E. (2010). Los Guanes y el Arte Rupestre Xerireense. *Fundación La Casa del Libro Total*, 372 p.
- Osorio-Afanador, D. & Velandia, F. 2021. Late Jurassic syn-extensional sedimentary deposition and Cenozoic basin inversion as recorded in The Girón Formation, northern Andes of Colombia. *Andean Geology* 48 (2): 237-266.
- Pinto, J. E., Clavijo, J., Gomez, S., Gutiérrez, D., Mora, J. P., Rojas, N., Adarme, I., Aldana, S., Contreras, N., Díaz, E., Melo, L., Reátiga, G., Rincón, M., Vargas, C., Morales, C., Velandia, F., Hincapié, G., Forero, H., Duarte, y 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. *Instituto Colombiano de Geología y Minería – INGEOMINAS*.

Ríos, C.A., Amorocho, R., Villarreal, C.A., Mantilla, W., Velandia, F.A., Castellanos, O.M., Muñoz, S.I., Atuesta, D.A., Jerez, J.H., Acevedo, O., Vargas, M., Caballero, V.M., Goso, C.A., y Briggs, A. (2020). Chicamocha Canyon Geopark project: A novel strategy for the socio-economic development of Santander (Colombia) through geoeducation, geotourism and geoconservation. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 8, 96-122.

Restrepo, C. y Rodríguez, Y. (2005). *Estado del Patrimonio Geológico en Colombia*. En Actas del VI Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero X Sesión científica de la SEDPGYM. León, España, 105-113.

Royero G. J. M y Clavijo J. (2001). Mapa Geológico generalizado departamento de Santander. Escala 1: 400.000. *Informe Ingeominas*. 92 p.

Sánchez, S. y Solano, I. (2017). *Análisis de los factores ambientales que causan un impacto en la evidencia arqueológica ubicada en doce micrositios localizados en el municipio de Los Santos, Santander* (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana. 133 p.

Spikings, R., Cochrane, R., Villagomez, D., Van der Lelij, R., Vallejo, C., Winkler, W., & Beate, B. (2015). The geological history of northwestern South America: from Pangaea to the

early collision of the Caribbean Large Igneous Province (290-75 Ma). *Gondwana Research*, 27(1), 95-139.

Tarazona, Y. y Vargas, M.C. (2020). *Análisis cuantitativo de sistemas de fracturas como aporte al conocimiento hidrogeológico de la zona sur de la Mesa de Los Santos, Santander, Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander.

Van der Lelij, R. (2013). *Reconstructing North-western Gondwanawith Implications for the Evolution of the Iapetus and Rheic Oceans: A Geochronological, Thermochronological ang Geochemical Study* (PhD thesis). University of Geneva 221.

Vargas, C. Y. (2008). *Cartografía geológica a escala 1:25.000 de la Mesa de Los Santos, departamento de Santander* (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander.

Vargas, M. (2018). *Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico* (Tesis de maestría). Universidad de Minho, Brasil.

Villabona, J., Mantilla, E. (2013). *Itinerario geológico entre el municipio de piedecuesta peaje mesa de Los Santos, Santander: Aprovechamiento del patrimonio geológico* (Tesis de pregrado Geología). Universidad Industrial de Santander.

Ward, D., Goldsmith, R., Cruz, J., Gomez, E., Restrepo, H. (1973). Mapa geológico de Colombia. cuadrángulo H-12 Bucaramanga, planchas 109 Rionegro - 120 Bucaramanga. *Servicio Geológico, memoria explicativa.*

Yepes, D., Daza, J. (2017). *Patrimonio geológico. Identificación, valoración y gestión de sitios de interés geológico en el Municipio de Los Santos, Santander, Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander.