

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GEOEDUCACIÓN EN EL
MUNICIPIO DE LOS SANTOS (SANTANDER) COMO UNA CONTRIBUCIÓN AL
PROYECTO GEOPARQUE CAÑÓN DEL CHICAMOCHA

María José Beltrán Pachón

Deisy Milene Sánchez León

Trabajo de Grado para Optar al Título de Geólogo

Director

Luis Enrique Cruz Guevara Geólogo PhD en Geología

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Geología

Bucaramanga

2025

Agradecimientos

Primeramente, a mis padres y hermana, quienes me brindaron su apoyo en cada paso de mi formación académica; a mis amigos, por su compañía, los momentos de alegría compartidos y su confianza en mí; a mi gato, por darme ánimos y felicidad, y, por último, a la profesora Angélica, por su orientación y acompañamiento en el desarrollo del proyecto.

Deisy Milene Sánchez León

A la vida...

María José Beltrán Pachón

Tabla de contenido

Introducción	14
1. Planteamiento del trabajo.....	15
2. Justificación	15
3. Objetivos.....	18
3.1. Objetivo general.....	18
3.2. Objetivos específicos	18
4. Localización.....	18
5. Antecedentes.....	19
6. Marco teórico	21
6.1. Geoeducación.....	21
6.2. Geoturismo.....	21
6.3. Geoconservación.....	21
6.4. Geodiversidad	22
6.5. Patrimonio geológico.....	22
6.6. Geoparque.....	23
7. Marco geológico regional	23
7.1. Estratigrafía.....	23
7.2. Geología estructural.....	26
8. Amenazas geológicas.....	27
9. Metodología	28
9.1. Fase 1. Recopilación bibliográfica.....	28

9.2. Elección de LIG y principales temáticas a trabajar	29
9.3. Fase 3. Preparación de la fase de campo.....	30
9.4. Realización de salidas de campo.....	30
9.4.1. LIG Yacimiento fosilífero El Diamante.....	31
9.4.2. LIG Georuta camino Los Santos – Jordán	32
9.4.3. LIG Mirador La Piedra del Indio	35
9.5. Fase 5. Diseño de estrategias de geoeducación y socialización.....	39
9.6. Fase 6. Implementación de estrategias de geoeducación	40
9.7. Fase 7. Divulgación	41
10. Resultados.....	42
10.1. Colección de rocas, réplicas de fósiles y minerales.....	43
10.2. Modelos 3D y Video Educativo	44
10.3. Material Interpretativo: Cartilla y Folletos Informativos	46
10.4. Guías de actividad	51
10. Conclusiones.....	63
11. Recomendaciones	64
Referencias bibliográficas.....	66
Apéndices.....	73

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de localización del municipio de Los Santos, Santander.....	19
Figura 2. Mapa geológico escala 1:75.000	25
Figura 3. Esquema metodológico empleado para el desarrollo del presente trabajo de grado.....	28
Figura 4. Vista satelital del recorrido empleado para el LIG Yacimiento fosilífero El Diamante	31
Figura 5. Ejemplares fósiles presentes en el municipio de Los Santos correspondientes a fragmentos de gasterópodos y amonites	32
Figura 6. Vista satelital del recorrido empleado para el LIG Georuta camino Los Santos - Jordán	33
Figura 7. Fotografía de la inconformidad entre la Formación Jordán (Jj) y la Formación Los Santos (Kils) junto a una falla local de tipo normal, tomada desde la ruta Los Santos – Jordán.....	34
Figura 8. Vista satelital del recorrido empleado para el LIG Mirador La Piedra del Indio	35
Figura 9. Vista panorámica del LIG con la presencia de la Falla Los Santos, tomada desde el LIG Mirador La Piedra del Indio.....	36
Figura 10. Vista satelital del recorrido empleado para el LIG Confluencia hídrica Las Juntas ...	37
Figura 11. Fotografía del exterior de una de las minas de yeso del municipio de Los Santos, tomada en la Vía del Casco Urbano al LIG Confluencia Hídrica Las Juntas.....	38
Figura 12. Réplicas de fósiles realizadas para el desarrollo del presente trabajo	40
Figura 13. Implementación de herramientas y socialización en el Colegio Integrado Los Santos	41
Figura 14. Implementación de herramientas y socialización en Vecinos y Amigos de la Universidad Industrial de Santander (UIS).....	42

Figura 15. Geomaleta con muestras tanto de rocas como réplicas fósiles y minerales representativas del municipio de Los Santos	44
Figura 16. Modelo tridimensional en EyesCloud3D de muestra: Rosa del Desierto	45
Figura 17. Modelos tridimensiones de fósiles, minerales y rocas en la plataforma EyesCloud3D	45
Figura 18. Fósil recristalizado (Amonite) como modelo 3D en la página web de Sketchfab	46
Figura 19. Portada del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos	47
Figura 20. Explicación de la hidrogeología en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos	48
Figura 21. Explicación de la estratigrafía en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos	48
Figura 22. Explicación de la tectónica en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos	49
Figura 23. Explicación de las amenazas geológicas en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos	49
Figura 24. Explicación de la paleontología en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos	50
Figura 25. Explicación de la mineralogía en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos	50
Figura 26. Respaldo del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos.....	51
Figura 27. Guía 1. Moldeando el Planeta. Aplicando conceptos geológicos y construyendo geformas (anticlinal, sinclinal, fallas).....	52
Figura 28. Gráfica de resultados de la actividad Moldeando el Planeta	54

Figura 29. Guía 2. Aguas Subterráneas. Identificación de acuícludo y acuífero	55
Figura 30. Gráfica de resultados de la actividad.....	56
Figura 31. Guía 3. Imprimiendo fósiles. Realización de réplicas de fósiles en arcilla	57
Figura 32. Gráfica de resultados de la actividad.....	59
Figura 33. Guía 4. Sopa de letras para familiarizar a los estudiantes sobre términos típicos de mineralogía y sus usos	60
Figura 34. Gráfica de resultados de la actividad.....	63

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación de los LIGs en las temáticas establecidas	30
Tabla 2. Clasificación de muestras recolectadas en el municipio contenidas en la geomaleta	43
Tabla 3. Clasificación de las guían con cada una de las temáticas a trabajar	52
Tabla 4. Clasificación cuantitativa en porcentaje de los conceptos.....	53
Tabla 5. Clasificación cuantitativa en porcentaje de los resultados de la actividad Moldeando el Planeta.....	53
Tabla 6. Resultados individuales de los conceptos y geoformas en plastilina de la actividad Moldeando el Planeta.....	53
Tabla 7. Clasificación cuantitativa en porcentaje de los conceptos con respecto a la clasificación de aguas.....	55
Tabla 8. Resultados individuales de los conceptos de clasificación de aguas de la actividad Aguas Subterráneas.....	56
Tabla 9. Clasificación cuantitativa en porcentaje de los conceptos.....	58
Tabla 10. Clasificación cuantitativa en porcentaje de los resultados de la actividad Imprimiendo Fósiles	58
Tabla 11. Resultados individuales de los conceptos y réplicas de fósiles de la actividad Imprimiendo Fósiles	58
Tabla 12. Clasificación cuantitativa en porcentaje de los resultados de la actividad Búsqueda de Minerales.....	61
Tabla 13. Resultados individuales de los conceptos y réplicas de fósiles de la actividad Búsqueda de Minerales.....	61

Lista de apéndices

Apéndice A. Consentimiento informado.....	73
Apéndice B. Prueba Diagnóstica de las actividades realizadas por estudiantes del Colegio Integrado Los Santos.....	73
Apéndice C. Guías de Actividad.....	73
Apéndice D. Evidencias de las actividades realizadas por estudiantes del Colegio Integrado Los Santos.....	73
Apéndice E. Evaluación del impacto de la actividad realizada al finalizar cada una	76
Apéndice F. Resultados de Guías de Actividad.....	77
Apéndice G. Cartilla: Folletos Informativos	77
Apéndice H. Evidencia de la jornada de divulgación.....	77

Glosario

Acuicludo

Capa de roca o sedimento que tiene muy baja permeabilidad, por lo que impide el flujo libre del agua subterránea.

Acuífero

Capa de roca o sedimento con alta permeabilidad, almacena y permite el paso del agua subterránea en cantidades suficientes para su aprovechamiento.

Estratigrafía

Rama de la geología que estudia las capas o estratos de las rocas sedimentarias, su disposición, edad relativa y características.

Falla geológica

Fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se ha producido un desplazamiento relativo entre bloques de roca debido a esfuerzos tectónicos.

Formación geológica

Unidad básica del mapeo geológico, compuesta por un conjunto de rocas con características similares que permiten su diferenciación y correlación en el campo.

Fósil

Restos, impresiones o rastros de organismos antiguos conservados en las rocas, que aportan información sobre la vida en épocas geológicas pasadas.

Geomorfología

Ciencia que estudia las formas del relieve terrestre, su origen, evolución y los procesos que las modelan.

Hidrogeología

Rama de la geología que analiza la distribución, movimiento y propiedades del agua subterránea en los materiales geológicos.

Mineral

Material sólido natural, inorgánico, con una composición química definida y una estructura interna ordenada.

Paleontología

Ciencia que estudia los fósiles, tiene el fin de reconstruir la historia de la vida en la Tierra y los ambientes del pasado.

Roca

Agregado natural de uno o más minerales que forma parte importante de la corteza terrestre.

Sismo

Movimiento brusco de la corteza terrestre generado por la liberación de energía acumulada en las fallas geológicas.

Tectónica

Rama de la geología que estudia la estructura, movimientos y deformaciones de la corteza terrestre a escala regional o global.

Resumen

Título: Diseño e implementación de estrategias de geoeducación en el municipio de Los Santos (Santander) como una contribución al Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha*

Autor (es): María José Beltrán Pachón, Deisy Milene Sánchez León**

Palabras clave: geodiversidad, geoeducación, georuta, geoturismo, geoparque, patrimonio geológico.

El municipio de Los Santos es un lugar de gran interés geológico en el cual se busca la apropiación del conocimiento sobre la zona, aprovechando diversos geositos y su alto potencial de ser patrimonio geológico a razón de su atractivo geomorfológico, estratigráfico, mineralógico paleontológico y estructural. Adicional a esto, en este municipio se localiza el Nido Sísmico de Bucaramanga siendo este el responsable de los múltiples temblores que se registran en la zona. Teniendo en cuenta estas particularidades presentes en Los Santos, se desarrollaron e implementaron herramientas de geoeducación para la comunidad local, que incluyen un folleto ilustrativo, una cartilla informativa y un video educativo. Estos recursos buscan dar a conocer el valor científico, turístico y educativo de la zona. También resaltan la importancia de Los Santos en el desarrollo del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha, mediante actividades de divulgación desarrolladas dentro del municipio, así como la creación de una geomaleta como herramienta esencial para el aprendizaje y la adquisición del conocimiento.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Luis Enrique Cruz Guevara. Geólogo PhD en Geología.

Abstract

Title: Design and Implementation of Geoeducation Strategies in the Municipality of Los Santos (Santander) as a Contribution to the Geoparque Cañón del Chicamocha Project*

Author (s): María José Beltrán Pachón, Deisy Milene Sánchez León**

Keyword: geodiversity, geoeducation, geological heritage, geopark, georute, geotourism

The municipality of Los Santos is a site of significant geological interest, where efforts are being made to promote knowledge and awareness of the area by highlighting its various geosites and its high potential to be recognized as geological heritage. This is due to its remarkable geomorphological, stratigraphic, mineralogical, paleontological, and structural features. In addition, the Bucaramanga Seismic Nest is located in this municipality, which is responsible for the frequent tremors recorded in the region. Given these unique characteristics, geoeducation tools such as an illustrated brochure, an informational booklet, and educational video were developed and implemented for the local community. These resources aim to raise awareness of the scientific, touristic, and educational value of the area. They also emphasize the importance of Los Santos in the development of the Geoparque Cañón del Chicamocha Project, through outreach activities carried out in the municipality, including the creation of a “geomaleta” (geo- kit) containing essential tools for learning and knowledge acquisition.

* Degree Work.

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: PhD Luis Enrique Cruz Guevara.

Introducción

La geodiversidad que se encuentra en Colombia es increíble, las georutas que surgen de aquellos sitios muestran su relevancia en cuanto a la apropiación del sector, así como del conocimiento, lo que se denomina patrimonio geológico.

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo la realización y aplicación de diferentes herramientas de geoeeducación (folleto y cartilla informativa, prototipo de geomaleta, video), desarrolladas en base a la información compilada en el municipio Los Santos mediante el trabajo de campo y la recopilación bibliográfica en el margen de importancia que tiene este territorio como parte del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha. El proceso del uso de estas herramientas toma lugar en espacios de socialización abiertas al público como lo es el campus universitario de la Universidad Industrial de Santander (UIS); así como los modelos tridimensionales y el video explicativo se encuentran en Sketchfab y YouTube respectivamente, para tener un alcance mayor sobre la información perteneciente y tomada del municipio Los Santos con los cuales se puedan generar un mayor interés en la zona.

1. Planteamiento del trabajo

El municipio de Los Santos, hace parte del área propuesta para el desarrollo del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCC) al poseer características geológicas, biológicas y culturales propias de este gran enclave natural. En este territorio, se han realizado investigaciones desde diversos enfoques de la geología y se han llevado a cabo inventarios del patrimonio geológico de manera detallada en el municipio (Cruz & Vargas, 1972; Cardale de Schrimpff, 1987; Zarifi, 2007; Morales *et al.*, 2010; Rozo, 2013; Yepes & Daza, 2017; Gelvez *et al.*, 2018a y b; Archila & Cañas, 2021; García, 2022, entre otros). Aunque esta información posee el potencial para establecer lineamientos que conlleven a una gestión integral del patrimonio geológico a través del desarrollo de procesos de geoconservación, geoturismo, gestión del riesgo, entre otras, este conocimiento ha sido escasamente apropiado por las administraciones locales, organizaciones y comunidad en general del territorio, requiriendo trascender más allá del ámbito científico y académico. Esto sucede, en parte debido a que los productos académicos realizados tienen poca difusión, además de estar expresados en términos muy técnicos, necesitando adaptaciones narrativas y gráficas que faciliten el entendimiento a diferentes tipos de público. Por esto se hace necesario el diseño e implementación de diversas estrategias de geoeeducación que faciliten la transferencia del conocimiento de temas específicos a la población, brindando las herramientas para un manejo sostenible y pertinente del territorio.

2. Justificación

Las respuestas a los principales desafíos medioambientales que enfrenta la sociedad se encuentran englobadas en Las Ciencias de la Tierra. El continuo aumento en el consumo de recursos naturales necesita que el conocimiento proceda de forma ecológica, de tal manera que se pueda disminuir las consecuencias de la exploración, extracción y transformación de esos recursos.

Cada momento se hace más imprescindible el entendimiento general de las Ciencias de la Tierra, con el fin de entender los procesos geológicos, climatológicos, edafológicos, entre otros, que puedan suministrar herramientas a los tomadores de decisiones para intervenir acertadamente y contrarrestar los impactos del calentamiento global, la erosión del suelo y el agotamiento de elementos naturales fundamentales. Paralelamente, es esencial la formación ciudadana, con individuos conscientes del contexto ambiental que puedan asumir de manera responsable un compromiso ante este (UNESCO, 2019).

La geología como ciencia de la Tierra, cuenta con la responsabilidad de educar y concientizar a las personas sobre los paisajes en los que se encuentran inmersos, promoviendo la conservación del patrimonio geológico representado en elementos valiosos como rocas, fósiles, minerales, geoformas, entre otros, que ayudan a comprender los procesos de transformación que ha atravesado el planeta a través del tiempo, ayudando a ubicar al ser humano en la evolución del mismo. La geoeducación si bien es un concepto reciente, es un factor importante dentro de la geología ya que trasciende el conocimiento alrededor de esta ciencia por medio de la generación de herramientas para el entendimiento del origen de fenómenos y recursos naturales que día a día intervienen en el desarrollo de la sociedad. A través de la Geoeducación se puede crear una comunidad consciente del mundo que lo rodea y con la capacidad de desarrollarse de manera sostenible.

El municipio de Los Santos es un territorio poseedor de un relevante patrimonio geológico que ha sido identificado, descrito y valorado en algunos trabajos geo científicos (Villabona & Mantilla, 2013; Yepes & Daza, 2017; Archila & Cañas, 2021, entre otros), forma parte del polígono definido en el PGCC, el cual trabaja actualmente en el proceso de postulación de este accidente geográfico como Geoparque Mundial de la UNESCO (Ríos et al., 2020). De acuerdo

con los requerimientos solicitados por la UNESCO, uno de los ejes fundamentales en la consolidación de un geoparque es la implementación de estrategias de geoeducación y sensibilizaciones relacionadas con su patrimonio geológico. El desarrollo de instrumentos educativos y didácticos con una base metodológica generaría un aporte significativo para la apropiación social del patrimonio geológico del municipio de Los Santos promoviendo la geoconservación y fortaleciendo el geoturismo.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar e implementar herramientas de geoeducación en el Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha, municipio de Los Santos Santander.

3.2. Objetivos específicos

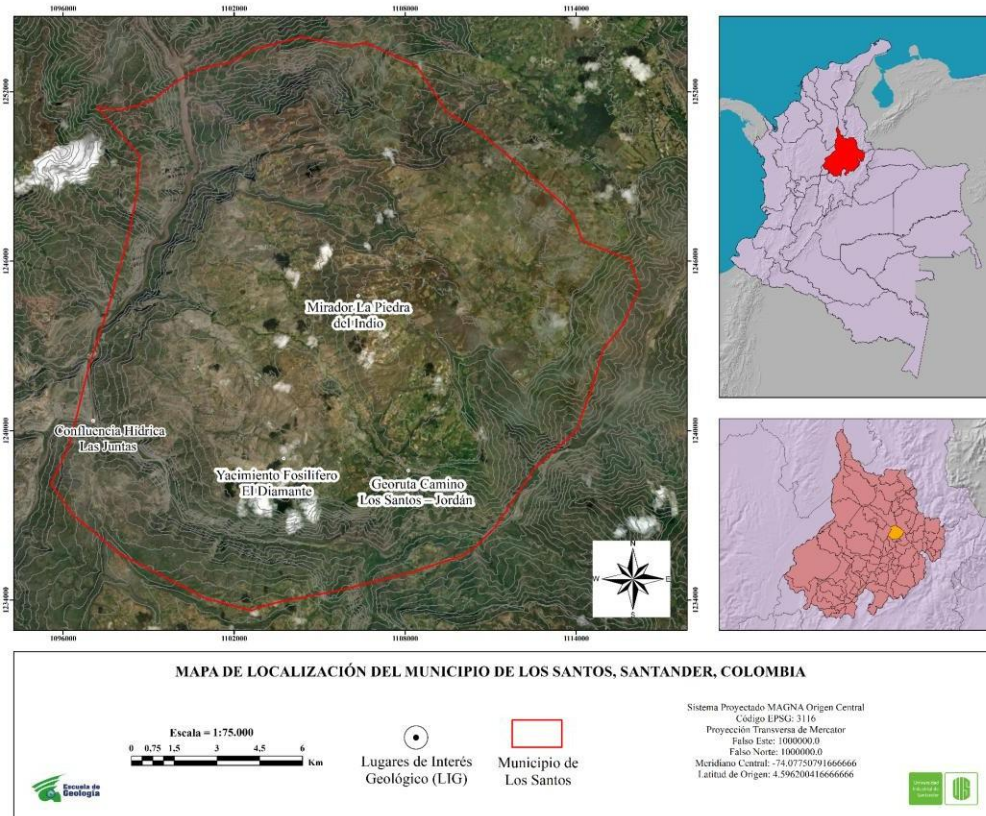
Primero se realiza un reconocimiento de los lugares de interés geológico en el municipio de Los Santos con base en estudios anteriores, para luego conformar una colección de rocas, réplicas de fósiles y minerales que representen la geodiversidad y el patrimonio geológico y paleontológico del municipio de Los Santos. Luego, se diseña el material divulgativo e interpretativo (folletos, cartilla y videos) para algunos de los lugares de interés geológico en el municipio de Los Santos, para finalmente, diseñar e implementar un instrumento educativo sobre geodiversidad y patrimonio geológico.

4. Localización

El área de estudio designada correspondiente al municipio de Los Santos comprende una extensión de 242 km², la cual se ubica dentro del departamento de Santander al occidente de la Cordillera Oriental; al norte se encuentra delimitada por los municipios de Girón y Piedecuesta, al oeste por el Río Sogamoso y el municipio de Zapatoca, al este por Aratoca y el Río Umpalá y al sur por Jordán, Villanueva y el Río Chicamocha. Esta zona se encuentra en su mayor parte en la Pancha 120-Bucaramanga y parte de la zona sur en la plancha 135-San Gil de la cartografía geológica de Colombia llevada a cabo por Ward et al. (1973, 1979).

Figura 1

Mapa de localización del municipio de Los Santos, Santander

**5. Antecedentes**

La educación guiada a un enfoque ambiental es un tema reciente, el cual ha incluido la protección del patrimonio geológico, refiriéndose al grupo de elementos geológicos que presenten valor científico, cultural o educativo (Carcavilla et. al, 2008). La geoeducación ha tomado el importante papel de ser la herramienta para la realización de la divulgación científica sobre lugares de interés geológico (con potencial de ser patrimonio), siendo que se define como la enseñanza sobre nuestro mundo, su funcionamiento a escala local, regional y global (National Geographic, s.f.). Estos términos se han implementado en la creación de geoparques, siendo lugares que muestran la importancia geológica aportando en la educación sobre la zona y turismo en el sector

(Zafeiropoulos et. al, 2021)

La geoeducación a nivel global se ha trabajado en distintos países como es el caso de China, en el cual El Geoparque Hong Kong exhibe la importancia de esta rama de la geología por medio de actividades educativas para concientizar tanto a la comunidad como a los visitantes sobre la importancia del patrimonio geológico (Hong Kong UNESCO Global Geopark, s.f.). Por otro lado, en Reino Unido se encuentra The English Riviera Geopark, el cual se designó como geoparque en el año 2007 por la UNESCO, este ofreciendo planes para que visitantes conozcan y aprendan sobre la geología, la cultura, la arqueología y la diversidad que ofrece este lugar, fomentando su cuidado y conservación (English Riviera Global Geopark – Homepage, s.f.)

En Colombia la geoeducación es un tema recientemente adoptado, el cual ha tomado fuerza poco a poco en el desarrollo de iniciativas y actividades que fomenten la divulgación científica, como lo es la implementación de ciencias de la Tierra al plan de estudio, tema que toman estudiantes de primaria y secundaria en las clases de ciencias naturales y ciencias sociales (Gorfinkiel, 2019).

Santander es un departamento en donde la geoeducación ha tomado mayor relevancia en los últimos años, debido a su importancia tanto en el ámbito científico como en la vida de los habitantes del sector. En Zapatoca, Zafra (2019), muestra como puntos geoturísticos a las cavernas El Nitro y Las Alsacias desde un enfoque geomorfológico y espeleológico, realizando actividades para el reconocimiento de estos lugares, con el fin de informar a turistas sobre la geología de la zona, así como la importancia de su conservación.

Al igual que Zapatoca, el municipio de Los Santos cuenta con valioso potencial con relación a su patrimonio geológico. En el trabajo realizado por Yepes y Daza (2017), se exponen 11 georutas las cuales muestran puntos estratégicos de acuerdo al interés que se tenga en la zona,

ya sea geopolítico, estratigráfico, estructural o paisajístico geomorfológico, solo 5 georutas son las que tienen un alto valor y son mayormente consideradas para ser patrimonio geológico siendo estas El Diviso, Salazar, El Toro, El Diamante y La Mojarrá; y solo una de estas georutas presenta un valor en el ámbito turístico debido a distintos factores externos, como el acceso a estos sitios.

Archila y Cañas (2021) determinaron posibles puntos turísticos para el PGCC, los cuales pueden tener un mayor potencial si se adecuan las zonas identificadas, así como también diseñaron y donaron una geomaleta a una escuela rural, esto para la apropiación social del conocimiento del sector.

6. Marco teórico

6.1. Geoeducación

Con base a Brock y Semeniuk (2019), la geoeducación es el proceso de facilitar la divulgación y adquisición del conocimiento sobre la geología, usando lugares de importancia geológica.

6.2. Geoturismo

Según Geremia (INE, 2004), este término se define como una actividad cuyo objetivo es disfrutar y conocer de un paisaje desde un enfoque cultural y educativo motivando la educación geo-científica y promoviendo la economía de la zona. Hose (1997) describe el geoturismo como un servicio cuyo objetivo es la divulgación del conocimiento sobre lugares de importancia geológica y geomorfológica, haciendo énfasis en que hay más que solo una vista o panorámica para admirar y conocer. Según la “declaración de Arouca” el geoturismo es una herramienta que busca conservar, resaltar y divulgar la identidad territorial, abarcando desde la geología hasta la cultura local (UNESCO, 2011b).

6.3. Geoconservación

De acuerdo con Campos-Bejarano (2021), este término se orienta hacia la preservación como tal de la geodiversidad teniendo en cuenta su valor como patrimonio y la importancia que representa en su ubicación. Según Carcavilla et al. (2014), ésta exhibe tres puntos importantes, las acciones, las técnicas y

las medidas, con el objetivo de preservar y conservar el patrimonio geológico, con base en su valor como área de interés, vulnerabilidad y el deterioro que pueda presentarse. Este término procura centrarse en el cuidado y protección del patrimonio geológico.

6.4. Geodiversidad

Conforme a Nieto (2001), la geodiversidad representa la cantidad y la variedad de estructuras que se presentan en un terreno o lugar, sobre el cual se posiciona posteriormente la actividad orgánica, así como la antrópica. Según la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad (BOE, 2007), se tiene que la geodiversidad son los diferentes rasgos y elementos geológicos, nombrados como “minerales, fósiles, rocas, suelos, formas del relieve, formaciones, unidades geológicas y paisajes” resultado de los procesos evolutivos de la Tierra. Según Rojas (2005), este término exhibe la variedad presente en el espacio geográfico, y su significado viene dado por la propia naturaleza y procesos sociales. Se refiere más en sí a una definición de diversidad geográfica más no geológica. Según la International Association of Geomorphologists (2003), es la diversidad de ambientes tanto geológicos como geomorfológicos presentes, los cuales se toman como base para la biodiversidad en el planeta Tierra.

6.5. Patrimonio geológico

Según Martínez (2008), en el contexto de patrimonio natural, el patrimonio geológico abarca los recursos naturales (no renovables), los cuales presenten algún tipo de valor (científico, cultural, educativo, paisajístico y recreativo), así como información que aporten al estudio de la Tierra a lo largo del tiempo. Según Fernández y Guirado (2001), es un recurso totalmente natural, el cual es un bien común y es parte tanto del patrimonio natural como cultural de la humanidad.

De acuerdo con Theodossiou-Drandaki (2007), el patrimonio geológico es “una red de afloramientos geológicos, formas y procesos bien conservados para fines científicos, educativos, culturales y estéticos, siendo deber de la comunidad geológica internacional y del mundo entero conservarlos y promocionarlos”. Según la Ley 45 de 1983, con la “Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural”, en Colombia se busca proteger y conservar el patrimonio geológico por su importancia

y valor (Congreso de Colombia, 1983). Por todo lo mencionado anteriormente, se busca realizar réplicas de fósiles en vez de usar las muestras observadas y tomadas en campo, añadiendo una puerta de desarrollo económico para aquellas personas que decidan tomar esto como referencia y realizarlas para la comercialización.

6.6. Geoparque

CEG (2014) describe este término como una región que contiene un patrimonio geológico singular, éste como método de desarrollo propio. Según la UNESCO (2011), es la representación del “área unificada con patrimonio geológico de importancia internacional y donde ese patrimonio se utiliza para promover el desarrollo sostenible de las comunidades locales que viven allí”, en otras palabras, es un lugar en el cual se presenta el patrimonio geológico y cuya existencia aporta de gran manera a la comunidad, por un lado, muestra información relevante del sector y por otro da una oportunidad al turismo y educación.

7. Marco geológico regional

La región correspondiente al municipio de Los Santos localizada al oriente del país (ver figura 1) comprende una geomorfología de meseta marginada disectada a razón de la influencia erosiva de los ríos Chicamocha-Sogamoso y Suárez. Igualmente, es un municipio que cuenta con la influencia de redes hidrográficas que influyen en el moldeado del paisaje donde algunos afluentes menores corresponden a torrentes invernales que precipitan por los flancos de los cañones generando diversas incisiones (Cruz & Vargas, 1968).

7.1. Estratigrafía

La secuencia estratigráfica del municipio de Los Santos está compuesta principalmente por rocas sedimentarias del período Cretácico correspondientes a las formaciones Los Santos (miembros inferior, medio y superior), Rosablanca, Paja y Tablazo, rocas del período Jurásico que pertenecen a la Formación Jordán, depósitos cuaternarios aluviales y de derrubios; y rocas ígneas y metamórficas del Granito de Pescadero y la Formación Silgará respectivamente.

La Formación Silgará (pDs) fue descrita inicialmente por Julivert et al. (1964) y Ward et al. (1973)

la define como una secuencia de rocas formadas por un metamorfismo de bajo a medio grado dentro de las cuales se encuentran pizarras, filitas, metalimolitas y filita calcárea correspondientes a esquistos verdes de metamorfismo regional. Reconocida primeramente por Cediel (1968) cuando realizó un estudio de la Formación Girón en Bucaramanga, la Formación Jordán (Jj) se encuentra conformada por dos facies: la facies superior presenta limolitas de color marrón rojizo y arenisca de grano muy fino bien estratificada, y la facies inferior presenta principalmente arenisca gris verdosa (Ward et al., 1973).

La Formación Los Santos (Kils) está constituida por tres niveles, el inferior predominantemente de arcosas rojizas, el miembro medio arcilloso con intercalaciones de areniscas rojizas y un nivel superior de areniscas blancas mejor estratificadas que el inferior. (Pinto et al., 2007). La Formación Rosablanca (Kir) fue descrita originalmente por Wheeler (1929), es una secuencia que corresponde a calizas masivas y duras grises azulosas de textura gruesa y yeso con presencia de fósiles. En su parte inferior cuenta con depósitos evaporíticos que indican hipersalinidad y tranquilidad en las condiciones de depositación. Las rocas de la Formación Paja (Kip) la conforman shales negros micáceos, limosos, ligeramente calcáreos y delgadamente laminados. También contiene concreciones de caliza, nódulos septáreos y venas de calcita (Ward et al., 1973).

La Formación Tablazo (Kit) fue descrita por Wheeler en Morales et. al (1958) y se compone de calizas grises-negras fosilíferas en capas medianas a gruesas con intercalaciones de arenisca gris de grano fino a medio, arcillosas y levemente calcáreas. Finalmente, los depósitos cuaternarios de tipo aluvial y derrubio constan de cantos y bloques heterolíticos y heterométricos gruesos por la competencia de los ríos Sogamoso y Chicamocha; y depósitos formados por la caída de bloques y escombros de las formaciones Jordán y Los Santos, respectivamente (Pinto et. al, 2007).

Nota. Tomado y modificado de García (2022). *Análisis estructural del municipio de Los Santos y redes neuronales para la estimación local de las propiedades físicas de la roca.*

7.2. Geología estructural

La geología estructural es la rama de la geología encargada de estudiar cómo se deforman las rocas y las estructuras que resultan de estos procesos, con el fin de entender las fuerzas tectónicas que las originan (Fossen, 2016). En el municipio de Los Santos se evidencia una gran tectónica, caracterizada por la presencia de fallas, cuyas principales tendencias corresponden a rumbos NW, NE y E-W (García-Arias et al., 2024); entre las cuales se encuentran la Falla El Aljibe, la Falla Potreros, la Falla Calaveras, la Falla La Mojarra, la Falla Los Santos y la Falla La Chivatera, las cuales son descritas por García (2022), también se presentan la Falla La Pilonera, la Falla Paso Grande y la Falla Zanjón La Vega, descritas por este mismo autor.

La Falla El Aljibe es una falla de rumbo sinistral con componente normal y vergencia hacia el NE como afirma García (2022). La Falla Potreros es una falla de rumbo sinistral, presenta componente normal y vergencia al SW, según Morales et al. (2010), esta falla tiene una longitud de 13 km aproximadamente. La Falla Las Calaveras es una falla de rumbo sinistral con componente inverso, presenta una vergencia hacia el NE, según Morales et al. (2010), esta falla presenta una longitud aproximada de 6 km. La Falla La Mojarra es una falla de rumbo sinistral con componente inverso y vergencia hacia el NE, según Morales et al. (2010), esta falla presenta una extensión aproximada de 9 km. La Falla La Chivatera es una falla de rumbo sinistral, presenta un componente normal y muestra una vergencia hacia el SW, de acuerdo con García (2022). La Falla Los Santos es una falla de rumbo sinistral con componente inverso y vergencia hacia el NE, según Yepes y Daza (2017) tiene una extensión aproximada de 14 km desde el SE sobre el río Chicamocha hasta el río Sogamoso y presenta una dirección NW. Según García (2022), la Falla La Pilonera es una falla de rumbo sinistral con componente normal y vergencia hacia el N, la Falla Paso Grande es una falla de rumbo sinistral con componente normal y vergencia hacia el NE, y la Falla Zanjón La Vega es una falla de rumbo dextral con componente normal y vergencia hacia el S.

8. Amenazas geológicas

El municipio de Los Santos se encuentra ubicado en una de las zonas con mayor sismicidad a nivel mundial, de acuerdo con información proporcionada por la base de datos de la Red Sismológica Nacional de Colombia del Servicio Geológico Colombiano (SGC), en la región del municipio de Los Santos se registran en promedio 2 sismos cada 3 meses por encima de 4.0° en la escala de Richter, con datos tomados entre los años 1964 y 2020, lo cual le ha conferido a esta singular región ser parte del segundo nido sísmico más activo en el mundo conocido como el Nido Sísmico de Bucaramanga (NSB) (e.g., Sepúlveda-Jaimes & Cabrera-Zambrano, 2018), después del nido sísmico de Hindu Kush en Afganistán. Según el SGC, de un 100% de sismos registrados en Colombia, aproximadamente un 60% se originaron en el NSB con una concentración de actividad sísmica a profundidades superiores a los 120 km (e.g., Perico- Martínez & Perico-Granados, 2014; Vargas, 2004). La mayoría de los sismos que ocurren en el NSB son de profundidad intermedia y generalmente no ocasionan eventos destructivos ya que sus magnitudes son inferiores a 6.5° en la escala de Richter (Herrera, 2013).

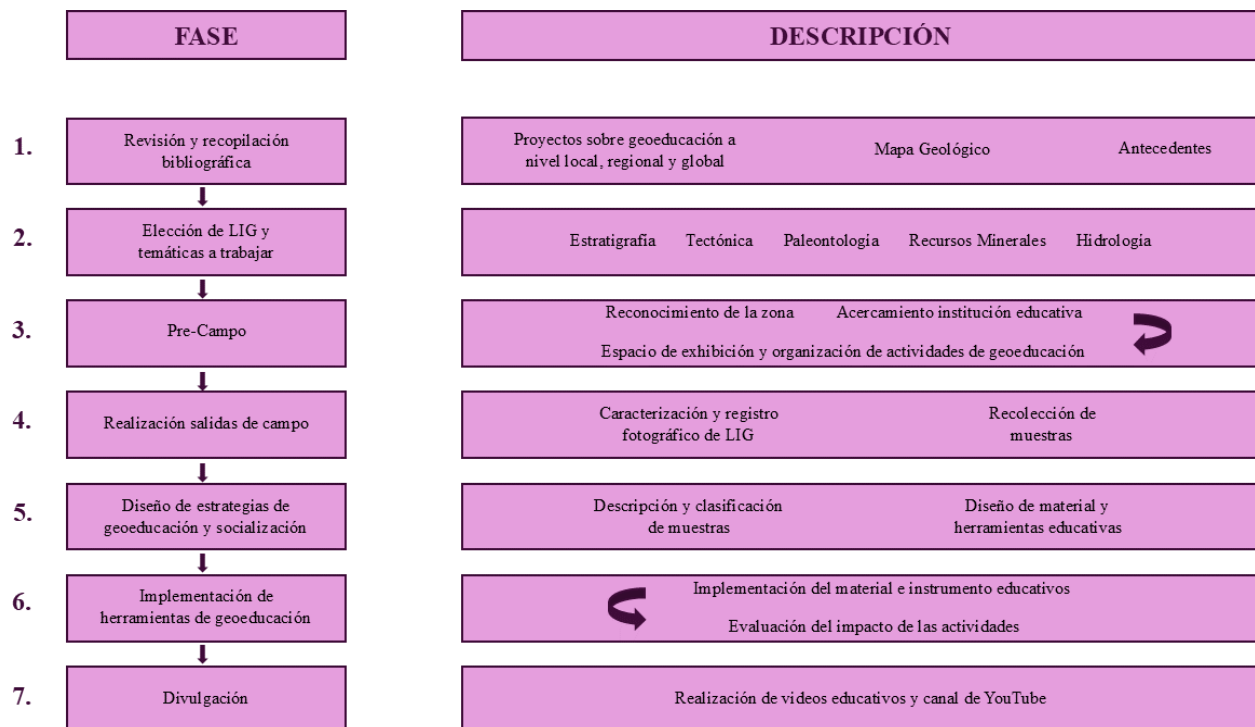
La causa del NSB es un tema complejo, Prieto, et. al (2012) reunió tres hipótesis que se tienen respecto al origen de este nido sísmico. El primer modelo está dado por varios autores (Cortes & Angelier, 2005; Pennington, 1983; Taboada et al., 2000), trata de que una porción de la placa Caribe subduce hacia el SE y el NSB se ubica dentro de la placa, mientras que la placa Nazca subduce hacia el Este y se ubica al Sur del NSB. El segundo modelo es propuesto por Van Der Hilst y Mann (1994), y habla de que el NSB se ubica en la placa Nazca en una parte llamada “Bucaramanga Slab”. El tercer modelo dado por Zarifi et al. (2007), propone que la sismicidad del NSB se da a causa de una colisión entre la placa Nazca y la placa Caribe, esto en base a las ubicaciones y mecanismos focales de los sismos del NSB.

9. Metodología

La metodología empleada para el adecuado desarrollo del presente trabajo se puede encontrar en la Figura 3, posterior a ella, se encontrará detallada cada fase del proyecto.

Figura 3

Esquema metodológico empleado para el desarrollo del presente trabajo de grado



9.1. Fase 1. Recopilación bibliográfica

Durante esta fase se llevó a cabo la búsqueda, recolección y revisión detallada de información proveniente de proyectos geocientíficos previamente desarrollados, tanto a nivel local como nacional e internacional. Se consultaron artículos científicos, mapas geológicos, trabajos de grado, informes técnicos, libros especializados y otros documentos académicos relevantes. El enfoque se centró específicamente en el municipio de Los Santos, Santander, con el objetivo de contextualizar geológicamente la zona de estudio y orientar el diseño de las estrategias de

geoeducación.

La información recopilada abarcó una variedad de temáticas geológicas clave, tales como geología estructural y tectónica, estratigrafía, paleontología, geomorfología, hidrogeología, amenazas geológicas y patrimonio geológico. Estas áreas del conocimiento permitieron establecer una base conceptual sólida para la identificación y selección de los lugares de interés geológico (LIG) dentro del municipio.

Uno de los trabajos más relevantes revisados fue Patrimonio geológico. Identificación, valoración y gestión de sitios de interés geológico en el Municipio de Los Santos, Santander, Colombia (Yepes & Daza, 2017), el cual sirvió como referencia principal para reconocer y valorar los LIG preexistentes, teniendo en cuenta factores como su accesibilidad, representatividad, estado de conservación y potencial educativo. Esta revisión fue fundamental para delimitar el área de intervención y seleccionar los sitios que posteriormente serían objeto de análisis y trabajo de campo dentro del marco del proyecto diseño e implementación de estrategias de geoeducación en el municipio de Los Santos (Santander) como una contribución al proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha.

9.2. Elección de LIG y principales temáticas a trabajar

Posterior a la revisión bibliográfica realizada, se escogieron seis temáticas con importancia en el enfoque del trabajo de grado, siendo estratigrafía, tectónica, paleontología, recursos minerales, hidrogeología y geomorfología. Así mismo, se seleccionaron algunos de los LIG estudiados por Yepes y Daza (2017), que mejor representen la geodiversidad y el patrimonio geológico identificado en el municipio, tomando cuatro geositos en específico, los cuales mencionan como El Diamante, Las Juntas, Los Santos – Jordán y La Piedra del Indio, lugares asociados a las principales temáticas establecidas y a las cuales les identificamos con los nombres:

LIG Yacimiento Fossilífero El Diamante, LIG Confluencia Hídrica Las Juntas, LIG Georuta Camino Los Santos – Jordán y LIG Mirador La Piedra del Indio respectivamente, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1

Clasificación de los LIGs en las temáticas establecidas

Lugares de Interés Geológico (LIG)	Estratigrafía	Tectónica	Paleontología	Mineralogía	Hidrogeología	Geomorfología
Confluencia Hídrica Las Juntas	x				x	x
Mirador La Piedra del Indio	x	x				x
Yacimiento Fossilífero El Diamante			x	x		
Georuta Camino Los Santos-Jordán	x	x				

9.3. Fase 3. Preparación de la fase de campo

En esta fase se realizó el reconocimiento de la zona de estudio (el municipio Los Santos), en específico de los cuatro LIG previamente identificados y evaluados, también se elaboró un mapeo de actores del territorio, iniciando reuniones de acercamiento con el Colegio Integrado Los Santos y el Mercadillo Estudiantil UIS para la búsqueda e identificación de actores clave interesados en participar y/o acompañar el proceso del proyecto en los diferentes objetivos propuestos. Se organizaron las salidas de campo de tal forma que se pudieran obtener muestras significativas según las formaciones y datos específicos que estuvieran presentes en el área de estudio.

9.4. Realización de salidas de campo

En esta etapa se realizaron cuatro salidas de campo, en las cuales se caracterizaron cada uno de los LIG identificados y evaluados, se acompañó del levantamiento de datos de campo, la generación de registro visual y la recolección de muestras de interés para su estudio.

Cada salida de campo tomó aproximadamente un día con base a la ruta realizada, iniciando con el LIG Yacimiento Fossilífero el Diamante, luego el LIG Georuta Camino Los Santos – Jordán,

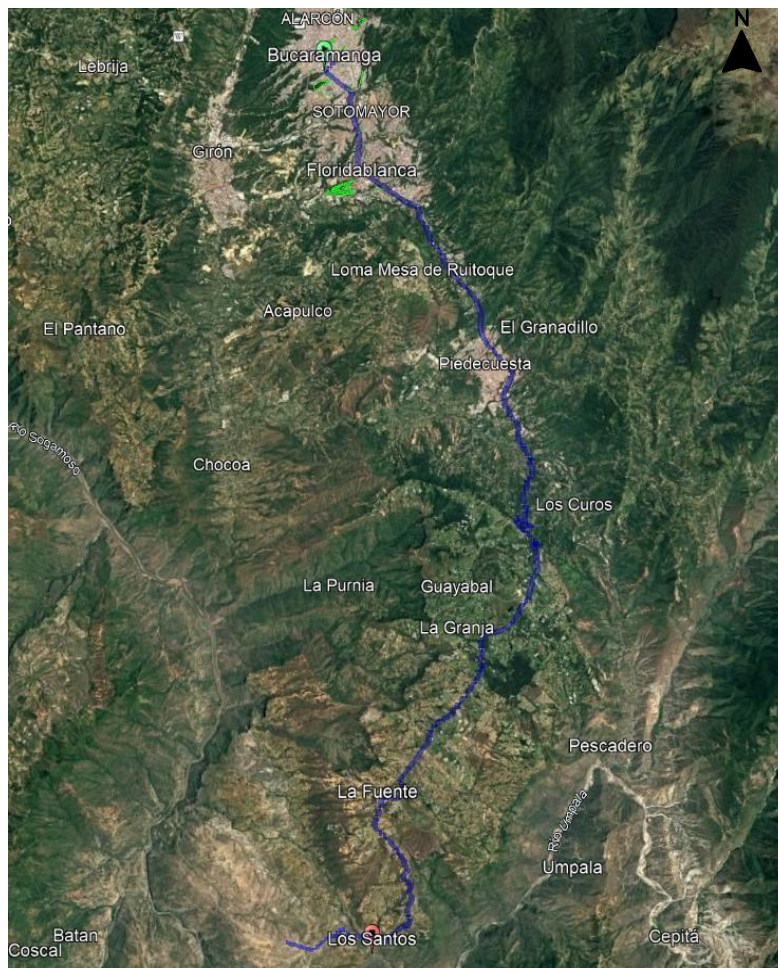
LIG Mirador La Piedra del Indio, y, por último, LIG Confluencia Hídrica Las Juntas. Por otro lado, se buscó el acompañamiento de un profesor perteneciente a la escuela de geología con el fin de recibir una orientación objetiva tanto en el desarrollo como en la información recolectada en las salidas de campo.

9.4.1. LIG Yacimiento fosilífero El Diamante

Para llegar se debe tomar la ruta hacia las minas de yeso en dirección a la vereda El Diamante (Figura 4), su ubicación se encuentra sobre la vía ya que en cualquier punto se pueden encontrar las muestras representativas de la Formación Paja (shales fisiles y concreciones).

Figura 4

Vista satelital del recorrido empleado para el LIG Yacimiento fosilífero El Diamante



Dentro de los surcos que componen el paisaje geológico se pueden encontrar fósiles de amonites, gasterópodos, bivalvos, escamas de peces, y concreciones que en su interior se pueden encontrar fósiles de amonites e igualmente recristalizados, agrupaciones de bivalvos y gasterópodos (Figura 5).

Figura 5

Ejemplares fósiles presentes en el municipio de Los Santos correspondientes a fragmentos de gasterópodos y amonites



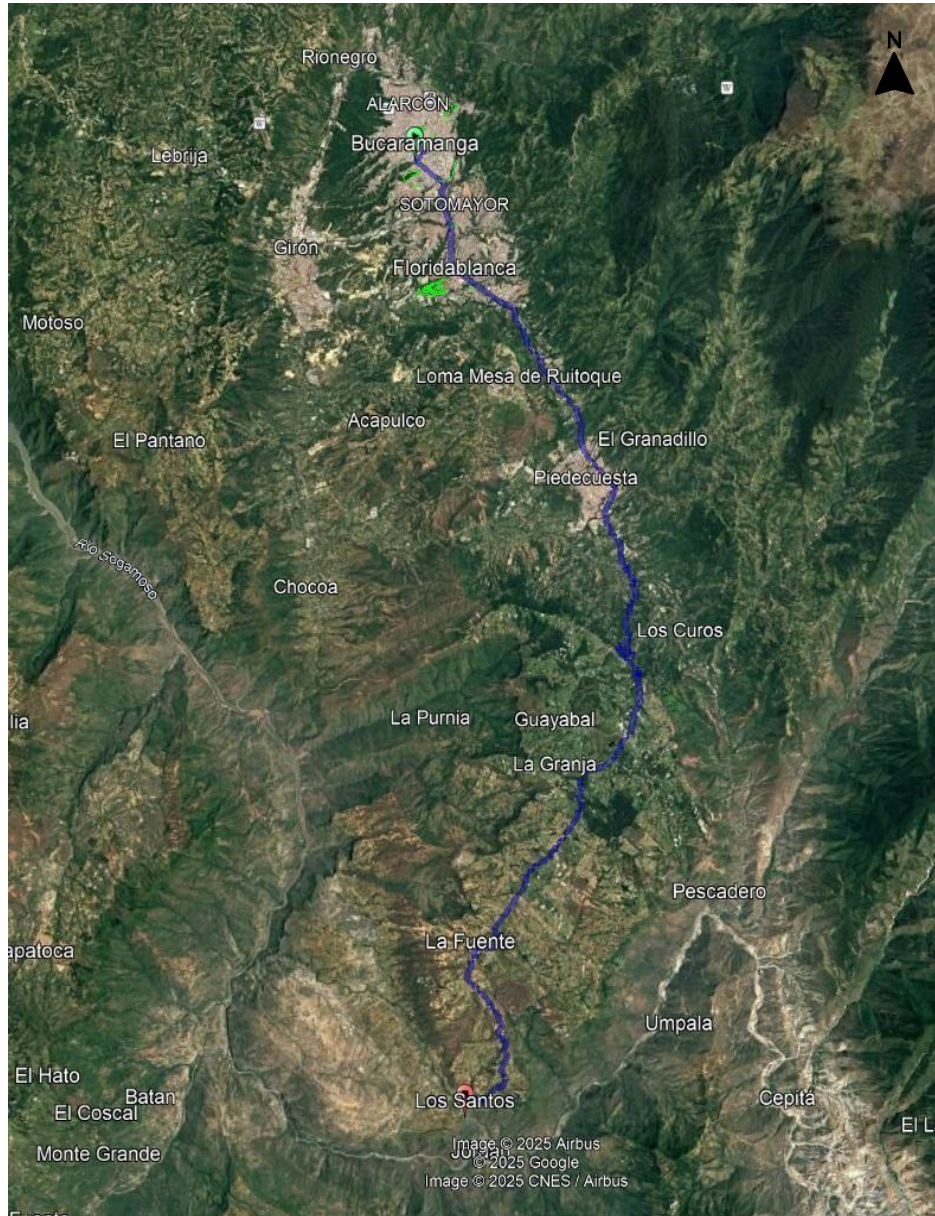
9.4.2. *LIG Georuta camino Los Santos – Jordán*

Este LIG se encuentra ubicado en frente de la sede A del Colegio Integrado Los Santos (ver Figura 6), está debidamente señalizado y de fácil acceso. Es un sendero que conecta los

municipios de Los Santos y Jordán en el cual son visibles las rocas que componen el municipio de

Figura 6

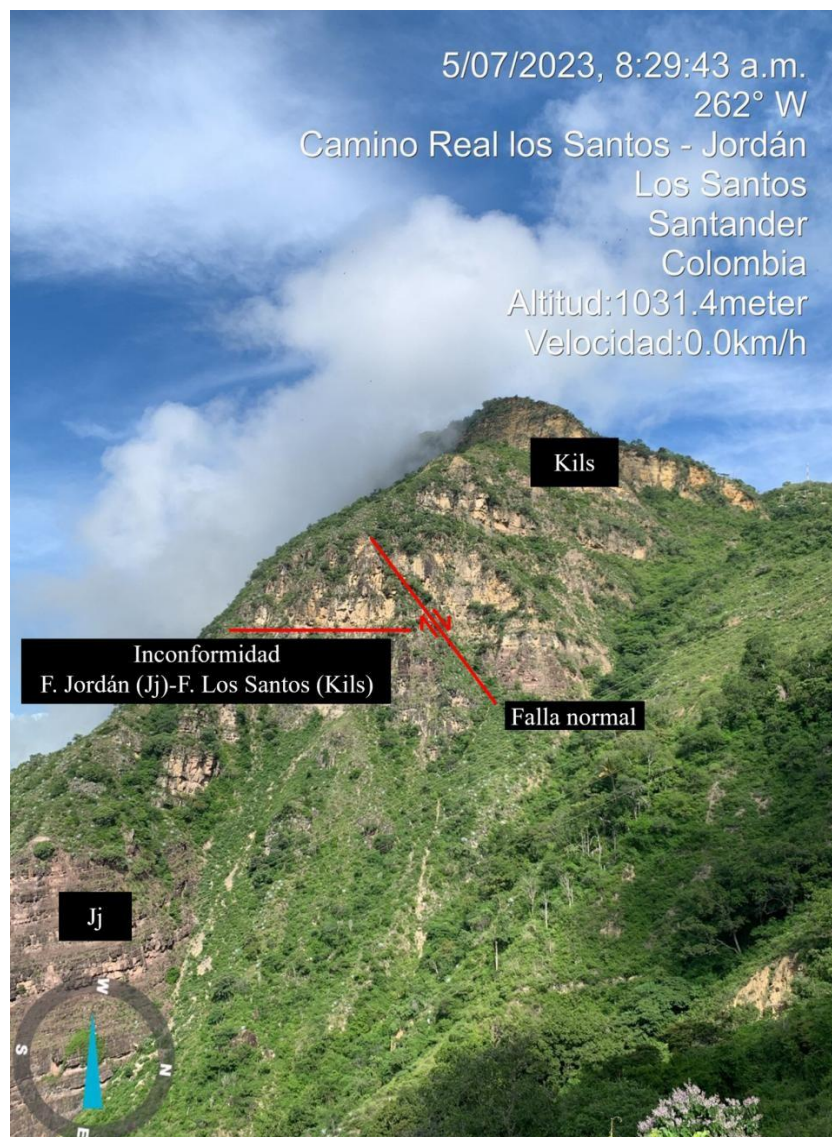
Vista satelital del recorrido empleado para el LIG Georuta camino Los Santos - Jordán



Durante el camino se logran observar rocas pertenecientes a la Formación Los Santos cuyos miembros se encuentran en contacto plano-paralelo y en inconformidad con la Formación Jordán. Igualmente, en la Figura 7 no solo se pueden observar estas estructuras sino también una falla local entre ambas formaciones.

Figura 7

Fotografía de la inconformidad entre la Formación Jordán (Jj) y la Formación Los Santos (Kils) junto a una falla local de tipo normal, tomada desde la ruta Los Santos – Jordán

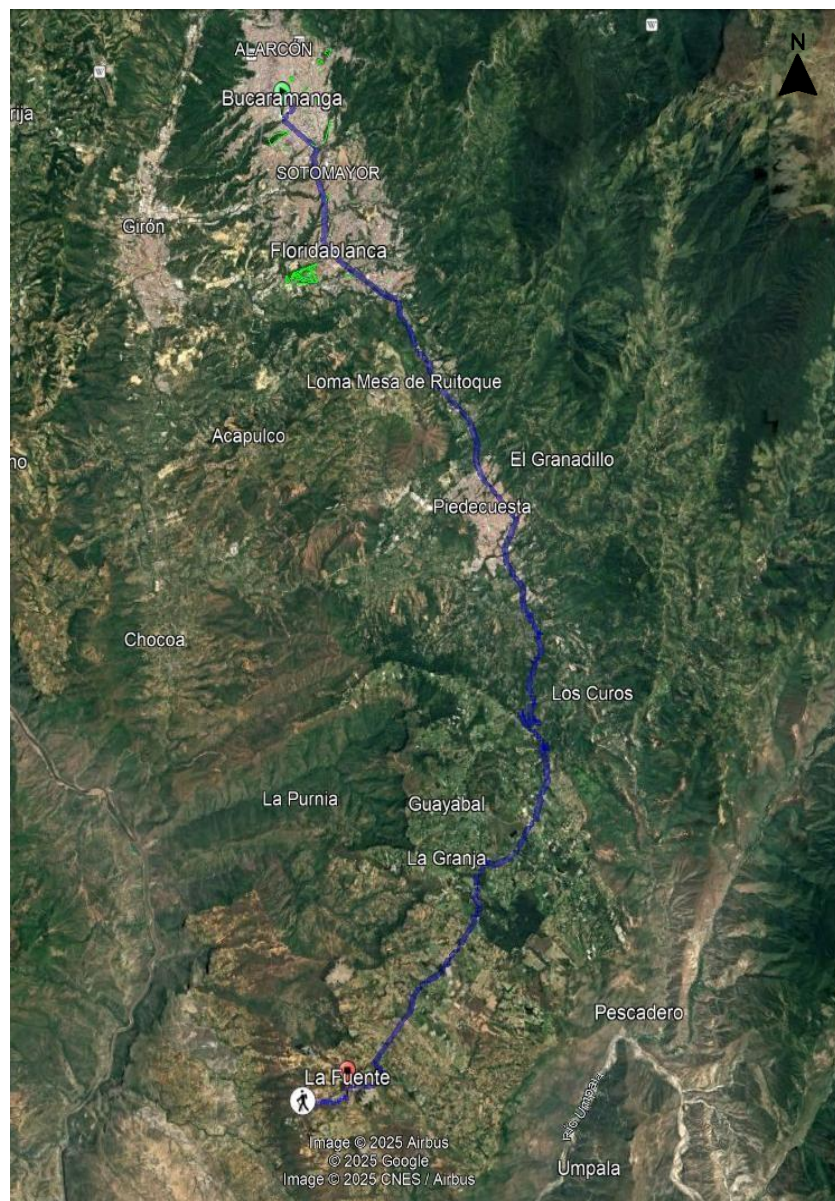


9.4.3. LIG Mirador La Piedra del Indio

Como se observa en la figura 8, en la vía hacia el municipio de Los Santos se toma un desvío después de La Fuente para llegar al LIG. En este punto se pueden encontrar rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Los Santos como pinturas rupestres de la cultura Guane que se encontraba en el territorio.

Figura 8

Vista satelital del recorrido empleado para el LIG Mirador La Piedra del Indio



En la Figura 9 se encuentra una vista panorámica donde es posible observar la Formación Los Santos cubierta por vegetación, la Falla Los Santos de tipo inversa y posterior las rocas de la Formación Rosa Blanca que también se encuentran revestidas por una capa vegetal.

Figura 9

Vista panorámica del LIG con la presencia de la Falla Los Santos, tomada desde el LIG

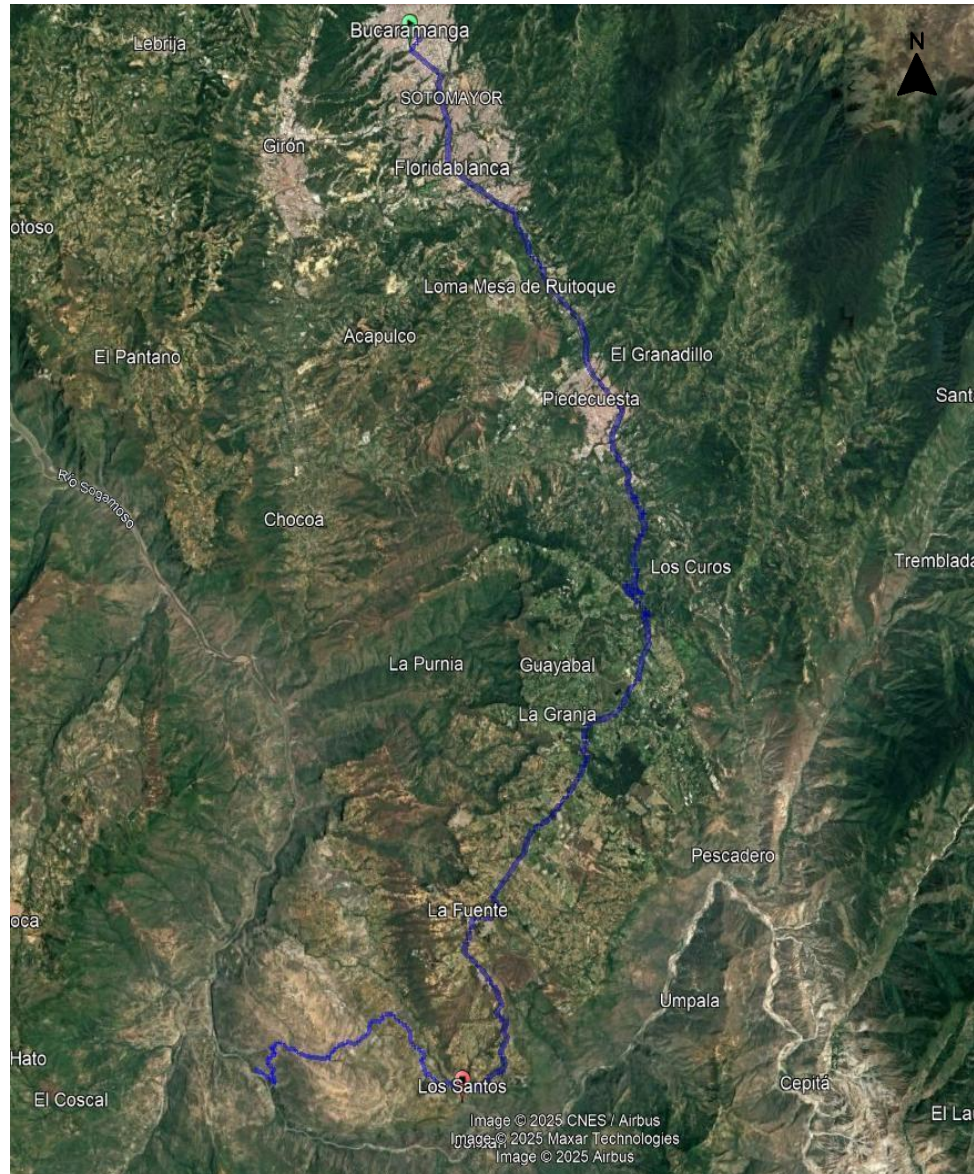
Mirador La Piedra del Indio



En las minas de yeso del municipio se encuentran las rocas pertenecientes a la formación Rosa Blanca y para llegar desde el municipio de Los Santos únicamente se deben seguir los camiones que salen del pueblo ya que provienen de allá (Figura 10).

Figura 10

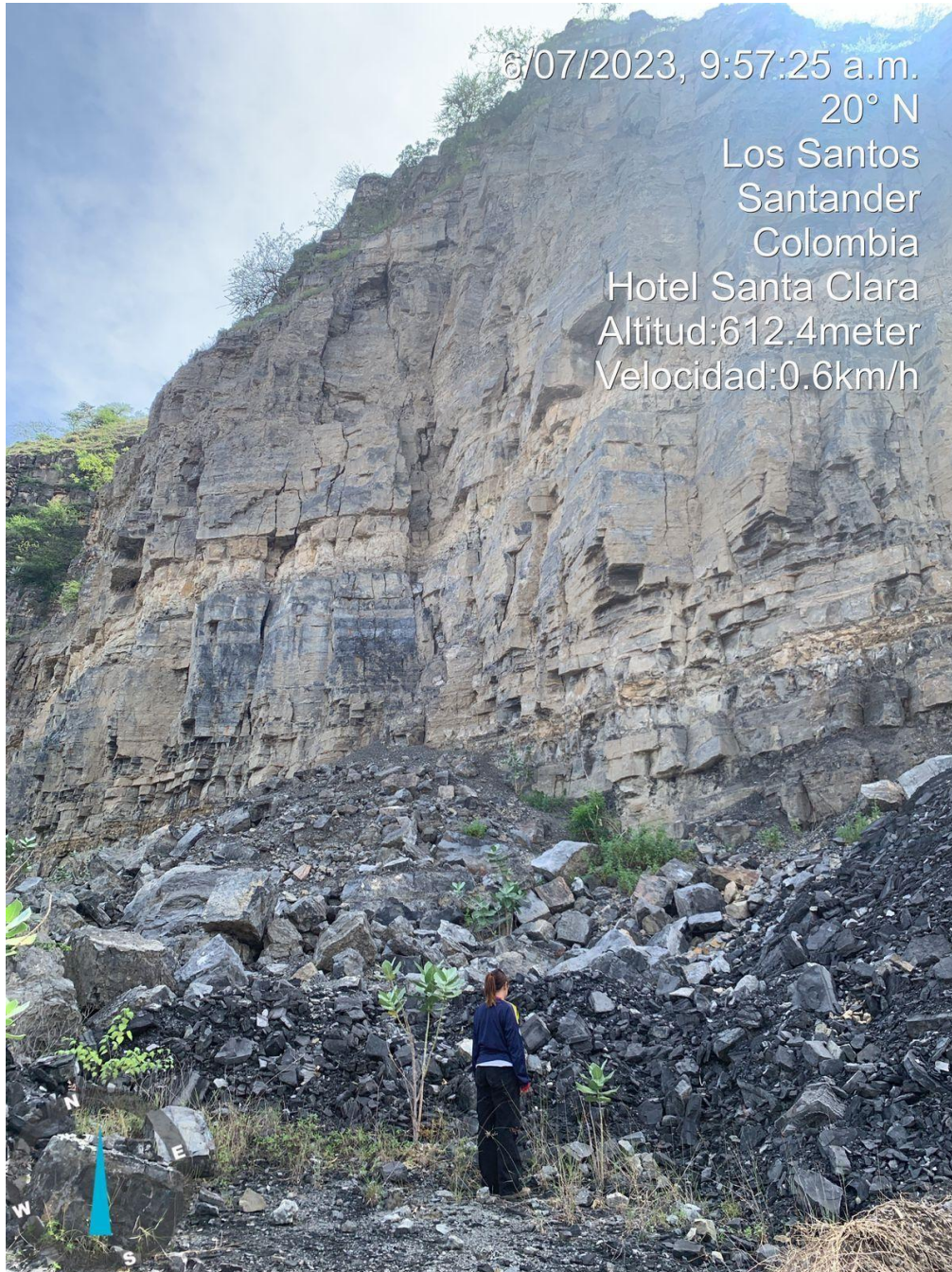
Vista satelital del recorrido empleado para el LIG Confluencia hídrica Las Juntas



Las muestras representativas que se pueden encontrar en el lugar corresponden a calizas en contacto plano-paralelo con alto contenido de yeso tal cual se observa en la figura 11; si bien en esta formación es posible encontrar fósiles, en este punto exactamente no fue posible localizar alguno.

Figura 11

Fotografía del exterior de una de las minas de yeso del municipio de Los Santos, tomada en la Vía del Casco Urbano al LIG Confluencia Hídrica Las Juntas



9.5. Fase 5. Diseño de estrategias de geoeducación y socialización

A partir de la información y material recolectado durante el trabajo de campo, así como del análisis posterior, se diseñaron estrategias de divulgación y apropiación del conocimiento geológico orientadas a distintos públicos. Estas fueron desarrolladas por las tesisistas con el objetivo de comunicar de manera clara y accesible los datos científicos y patrimoniales de cada uno de los LIG registrados.

En esta etapa se llevó a cabo la clasificación y marcación del material recolectado en campo, incluyendo rocas, fósiles y minerales. Así mismo, de acuerdo a las principales temáticas geológicas identificadas en el territorio, se estructuraron los instrumentos educativos que acompañan el proceso de geoeducación, el material elaborado incluye folletos y una cartilla, dichos elementos fueron diseñados por una persona externa (diseñador gráfico), mediante programas de edición como Canva y PhotoShop. Tomando como base las principales temáticas identificadas en cada sitio, se estructuraron tres folletos los cuales se convierten en cartilla, brindando este material como atractivo e innovador. Como se evidencia en la figura 12, se realizaron réplicas de los fósiles recolectados en campo, al igual que los fósiles registrados en el sector (amonite, gasterópodo, escamas de pescado, etc.).

Figura 12

Réplicas de fósiles realizadas para el desarrollo del presente trabajo

**9.6. Fase 6. Implementación de estrategias de geoeeducación**

Con el apoyo de material didáctico y educativo se realizaron actividades de socialización con las comunidades locales interesadas. Una de ellas fue el Colegio Integrado Los Santos, específicamente el grado décimo, para el cual inicialmente se solicitó el consentimiento informado por parte de los padres o acudientes de los estudiantes menores de edad (revisar Apéndice A), posterior a ello, se aplicó una prueba diagnóstica para poder estimar el conocimiento que tienen los estudiantes sobre el territorio de Los Santos. Se desarrollaron guías de actividad de acuerdo al nivel de conocimiento de los participantes, así como material para la realización de las mismas (revisar Apéndice C). Además, se creó un instrumento para evaluar el impacto de actividades y aceptación del material didáctico y educativo generado (revisar Apéndice E).

Figura 13

Implementación de herramientas y socialización en el Colegio Integrado Los Santos



Se realizó una clase por semana durante 4 semanas, con una duración de 2 horas cada una, cada clase empezó con una breve exposición del tema a tratar para proceder con la ejecución de la actividad correspondiente, las tres primeras actividades se realizaron en grupos y la última de manera individual.

9.7. Fase 7. Divulgación

Se desarrolló una jornada de actividad en la Universidad Industrial de Santander (UIS), en el marco de Vecinos y Amigos, con el fin de concientizar tanto a niños como adultos sobre el territorio de Los Santos, su geología y la importancia que tiene el municipio. Se ubicaron en un stand las muestras recolectadas, así como los folletos desarrollados para la sesión informativa, en la cual participaron activamente personas de todas las edades, tanto comunidad UIS como personas externas a la universidad. Durante esta jornada se abordaron los temas de amenazas geológicas,

teniendo en cuenta la relevancia del nido sísmico; la paleontología, mostrando los fósiles encontrados en el municipio, los procesos que ocurrieron para su correcta conservación y la relevancia que presentan, por lo cual se debe promover el cuidado del patrimonio presente; tectónica, denotando las diferentes estructuras formadas presentes; la estratigrafía, la cual cuenta mediante la composición de sus capas una historia; y por último, la mineralogía, mostrando el interés en los yacimientos de yeso que se encuentran en el municipio.

Figura 14. *Implementación de herramientas y socialización en Vecinos y Amigos de la Universidad Industrial de Santander (UIS)*



10. Resultados

Los resultados obtenidos fueron desarrollados con soporte en las salidas de campo realizadas por las tesis a los cuatro LIG (LIG Yacimiento fosilífero El Diamante, LIG

Confluencia hídrica Las Juntas, LIG Georuta camino Los Santos – Jordán y LIG Mirador La Piedra del Indio).

10.1. Colección de rocas, réplicas de fósiles y minerales

Con base al material recolectado en campo, se realizó la clasificación de las muestras según los criterios mencionados anteriormente, como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2

Clasificación de muestras recolectadas en el municipio contenidas en la geomaleta

Nomenclatura	Tipo de Muestra
MLS 1	Mineral: yeso rosa del desierto
MLS 2	Mineral: yeso rosa del desierto
MLS 3	Réplica: fósil gasterópodo
MLS 4	Réplica: fósil impresión escamas
MLS 5	Roca: arenisca de tamaño de grano muy grueso
MLS 6	Réplica: fósil ammonite
MLS 7	Réplica fósil bivalvo
MLS 8	Roca: arenisca de tamaño de grano muy fino y presencia de
MLS 9	Mineral: calcita
MLS 10	Roca: arenisca granodecresciente desde tamaño de grano muy
MLS 11	Mineral: venas de calcita en roca
MLS 12	Mineral: yeso

Se tomaron 6 muestras representativas de rocas y minerales recolectados en los cuatro LIG identificados, además, se añadieron las réplicas elaboradas según información tomada en campo, así como material bibliográfico, el cual muestra registro de fósiles encontrados anteriormente en

el sector y que por razones tanto naturales, como de naturaleza humana, ya no se hallan en la zona. Todas las muestras fueron nombradas con las siglas MLS, registrándose como Municipio Los Santos y fueron ubicadas en la geomaleta (figura 15).

Figura 15

Geomaleta con muestras tanto de rocas como réplicas fósiles y minerales representativas del municipio de Los Santos



10.2. Modelos 3D y Video Educativo

Se generaron cuatro modelos tridimensionales de las muestras geológicas tomadas en campo, utilizando la plataforma EyesCloud3D como se puede ver en las figuras 16 y 17. Para ello, se utilizó una cámara Canon EOS T5, una caja con fondo negro y un trípode de más de un metro

de altura sobre el cual apoyar la cámara; se tomaron fotografías de cada muestra sobre la platina registrando una imagen cada 5°, este procedimiento se realizó tanto desde dos puntos de vista (a 0° y 45°), lo cual permitió obtener un modelo tridimensional con un amplio rango de visualización y mayor precisión en los detalles.

Figura 17

Modelos tridimensionales de fósiles, minerales y rocas en la plataforma EyesCloud3D

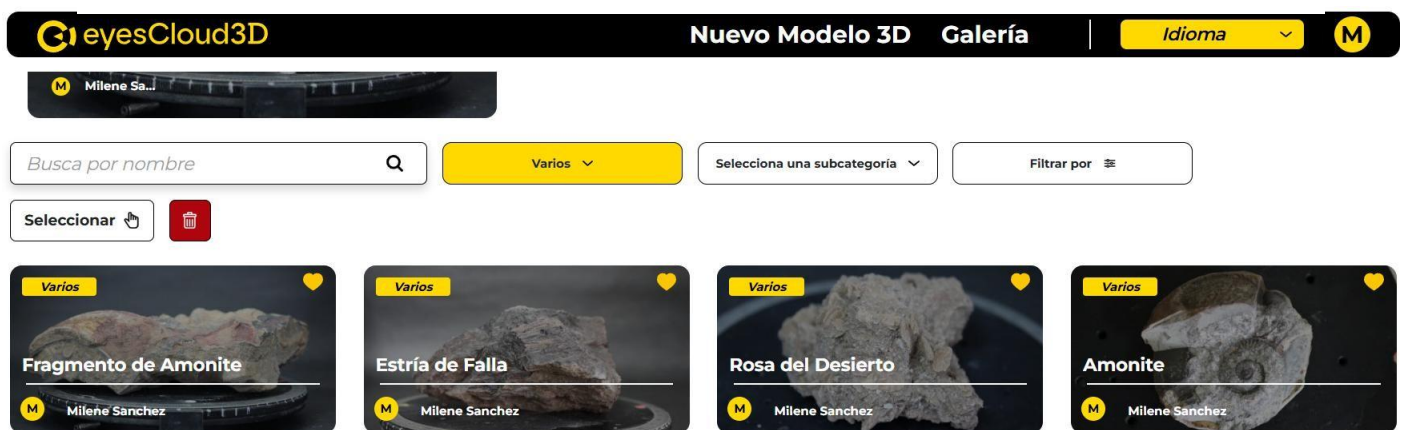
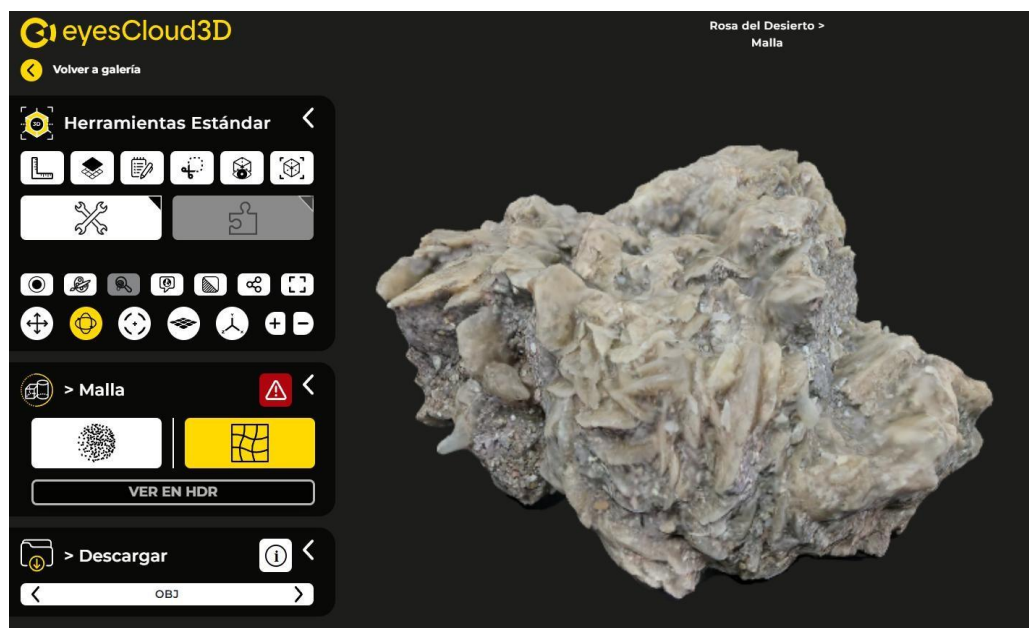


Figura 16

Modelo tridimensional en EyesCloud3D de muestra: Rosa del Desierto



Después de generar cada modelo en EyesCloud3D, se descargan (en formato .OBJ, .MTL y .PNG), posteriormente se subieron en la plataforma Sketchfab, en la cual se colocaron las respectivas descripciones de las muestras escogidas y fueron publicadas, este procedimiento se realizó siguiendo el paso a paso de los modelos tridimensionales realizados anteriormente por Fernández y Tarazona (2023), así como por Jerez y Suárez (2023) en la plataforma Sketchfab.

Figura 18

Fósil recristalizado (Amonite) como modelo 3D en la página web de Sketchfab



Nota. Los modelos están disponibles en la página: <https://sketchfab.com/muestrasgeomaleta>.

Se tomaron los modelos tridimensionales del mineral y los fósiles, con ello se procedió a realizar un video de cada uno con una breve explicación sobre las características principales que estos poseen, posteriormente se publicó este video en YouTube, para así ser un material con contenido audiovisual de fácil acceso para todas las personas interesadas.

El video educativo se encuentra disponible en: <https://youtu.be/5Hr8ylCKBa8>.

10.3. Material Interpretativo: Cartilla y Folletos Informativos

Con base en la recopilación bibliográfica realizada a lo largo del desarrollo del proyecto,

así como muestras de rocas, minerales y fósiles recolectadas en el municipio Los Santos, se realizaron tres folletos (por lado y lado) con el uso de ilustraciones, abarcando los temas: Estratigrafía, Hidrogeología, Tectónica, Amenazas geológicas, Paleontología y Mineralogía.

Figura 19

Portada del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos



Figura 21

Explicación de la estratigrafía en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos

¿Qué es?

Es la ciencia que estudia las capas de rocas y la información que guardan sobre el pasado de la Tierra, como antiguos mares y fósiles.

Estratos más recientes

Estratos más antiguos

Estratigrafía en Los Santos

En Los Santos, se observan algunas de las siguientes formaciones:

- Formación Paja
- Formación Rosablanca
- Formación de los Santos

Geoturismo

Los lugares que mejor representan la geodiversidad y el patrimonio geológico en el municipio son:

- Yacimiento fosilífero El Diamante
- Georuta Los Santos – Jordán
- Mirador La Piedra del Indio
- Confluencia hídricas Las Juntas

Dato

Capas como las del Cañón del Chicamocha revelan grandes cambios geológicos y ambientales en la región.

ESTRATIGRAFÍA

Figura 20

Explicación de la hidrogeología en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos

HIDROGEOLOGÍA

AGUAS SUBTERRÁNEAS

Son aguas que se encuentran bajo la superficie del terreno. Dependiendo del tipo de roca y sus características como **porosidad** (espacios vacíos de la roca) y **permeabilidad** (habilidad de dejar pasar fluido).

¿Dónde se pueden encontrar?

- Poros de las rocas
- Fracturas
- Plano de falla y estratificación

CLASIFICACIÓN

1 Acucludo

Son capas que guardan agua pero no fluye, se da en roca con baja permeabilidad (ejemplo: arcillas).

2 Acuífero

Capas que guardan agua y dejan que se mueva a otros sitios por la gravedad, se da en roca con permeabilidad (ejemplo: areniscas).

Figura 22. Explicación de la tectónica en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos



Figura 23. Explicación de las amenazas geológicas en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos

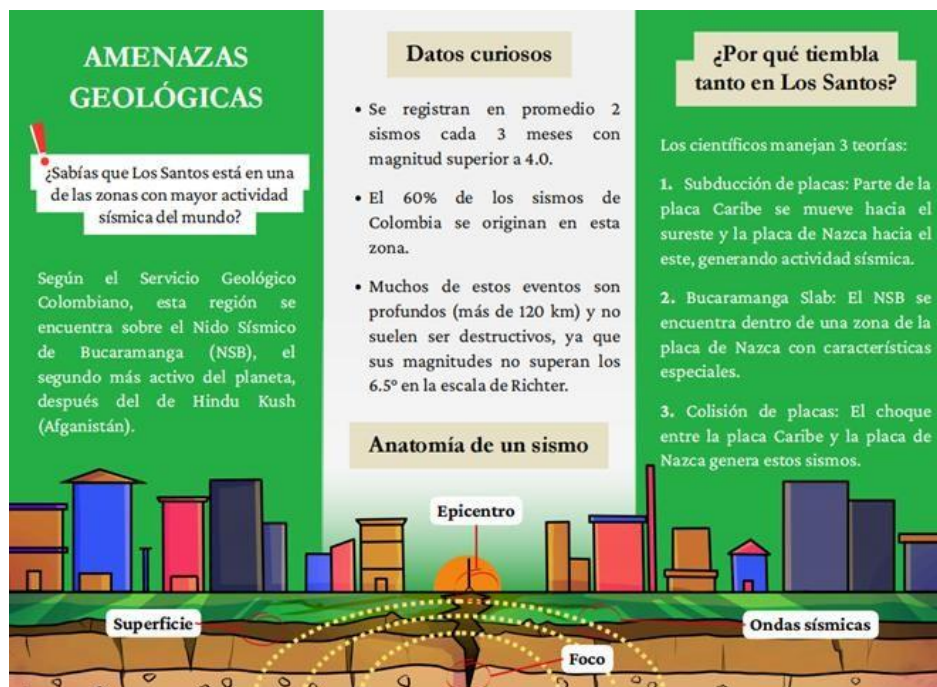


Figura 24. Explicación de la paleontología en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos



Figura 25

Explicación de la mineralogía en el contenido del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos



Figura 26

Respaldo del folleto Geoparque: Cañón del Chicamocha Municipio Los Santos

**10.4. Guías de actividad**

Así mismo, se desarrollaron cuatro guías de trabajo (revisar Apéndice C), en las cuales mediante actividades se busca tanto informar, como poner en práctica los conocimientos adquiridos de forma cotidiana, esta actividad se realiza con los estudiantes de décimo grado del Colegio Integrado Los Santos. Previo a las guías, se implementó una Prueba Diagnóstica (revisar Apéndice B) para conocer los conocimientos previos de los estudiantes sobre términos geológicos generales para tener un punto de partida claro respecto a los temas a divulgar. Las guías fueron elaboradas con el fin de abarcar las temáticas seleccionadas en el proyecto como se muestra en la tabla 3, posterior al desarrollo de las guías por parte de los estudiantes, se evaluó la adquisición e implementación del conocimiento sobre los temas tratados (revisar Apéndice F).

Tabla 3


Clasificación de las guías con cada una de las temáticas a trabajar


Guías	Estratigrafía	Tectónica	Paleontología	Mineralogía	Hidrogeología	Geomorfología
Moldeando el Planeta	x	x				x
Aguas Subterráneas					x	
Imprimiendo Fósiles			x			
Búsqueda de Minerales				x		

Para la primera actividad nombrada “Moldeando el Planeta”, se trataron temas como la historia de la tierra y su estructura interna, tipos de pliegues, fallas y conceptos generales de las geociencias. Posterior a ello se procedió con la actividad la cual constaba de dos partes, la primera era responder preguntas abiertas de acuerdo a lo entendido de la explicación, y la segunda, generar las geoformas indicadas usando material moldeable y describiendo cada una de ellas y los procesos geológicos que se dieron.

Figura 27

Guía 1. Moldeando el Planeta. Aplicando conceptos geológicos y construyendo geoformas (anticlinal, sinclinal, fallas)





MOLDEANDO EL PLANETA
GUÍA 1

GRADO: DÉCIMO

GRUPO: _____

Esta actividad se desarrollará en dos partes, inicialmente formarán grupos de tres (3) personas y escogerán un nombre creativo para el grupo.

- Seguido a esto, responderán las siguientes preguntas teniendo en cuenta lo explicado anteriormente.
 - ¿Qué es el Principio de Superposición?

 - ¿Qué es un estrato?

 - ¿Qué es un pliegue y en cuáles se clasifican?

 - ¿Qué es una falla y cómo se nombran a sus principales tipos?

2. Finalmente, por medio del uso de plastilina, cada grupo deberá realizar las geoformas indicadas: anticlinal, sinclinal, falla normal, falla inversa y falla de rumbo, teniendo en cuenta la interpretación de cada grupo.

En cuanto a la Guía 1, Moldeando el Planeta, los resultados de la actividad fueron contundentes en la parte práctica (Geoformas), obteniendo un 85% sobre la parte teórica (Conceptos geológicos), que arrojó un 63% en asertividad.

Tabla 4

Clasificación cuantitativa en porcentaje de los conceptos

Manejo de Conceptos	Indefinida	Medio	Muy precisa
Valor en porcentaje (%)	10	60	100

Tabla 5

Clasificación cuantitativa en porcentaje de los resultados de la actividad Moldeando el Planeta

Geoformas en plastilina	Mal realizado	Un error	Correcto
Valor en porcentaje (%)	10	60	100

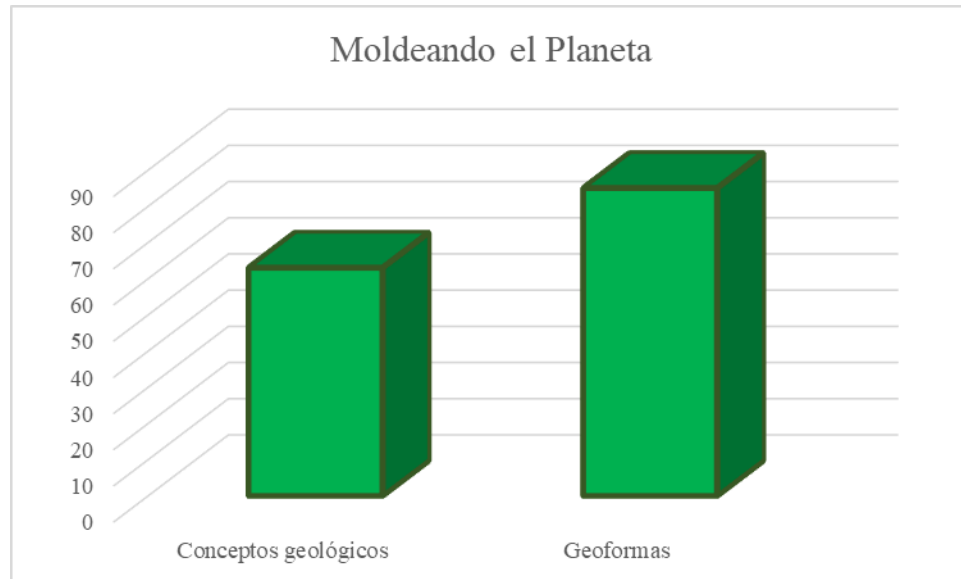
Tabla 6

Resultados individuales de los conceptos y geoformas en plastilina de la actividad Moldeando el Planeta

Grupo de estudiantes	Conceptos geológicos	Geoformas en plastilina
1	60	100
2	60	60
3	60	100
4	60	100
5	60	10
6	60	60
7	60	100
8	60	100
9	100	100
10	60	100
11	60	60
12	60	100
13	60	100
14	60	100
Promedio	63	85

Figura 28

Gráfica de resultados de la actividad Moldeando el Planeta



En la segunda clase, se tomó el tema de las aguas subterráneas debido a la importancia que tiene este tema en el territorio. Las aguas subterráneas son reservas de agua bajo la superficie terrestre y son fundamentales para el consumo humano y agricultura, así como su importancia en el equilibrio de los ecosistemas (IGAC, 2020). Se tomaron tres recipientes, cada uno con un embudo lleno de tres tipos de material (arcilla, arena, grava), cada grupo procedió a verter agua sobre cada uno de estos, mostrando visiblemente la permeabilidad de los materiales utilizados y siendo clasificados de acuerdo con los conceptos de “acuicludo” o “acuífero”.

Figura 29*Guía 2. Aguas Subterráneas. Identificación de acuicludo y acuífero*

AGUAS SUBTERRÁNEAS
GUÍA 2

GRADO: DÉCIMO

GRUPO: _____

Teniendo en cuenta la explicación sobre aguas subterráneas, clasifica cada uno de los recipientes en acuicludo o acuífero y explica el motivo de tu selección. No olvides tener en cuenta la porosidad y la permeabilidad para justificar tu respuesta.

Recipiente 1

Recipiente 2

Recipiente 3

La aplicación de la Guía 2 ha arrojado resultados altamente positivos en cuanto a la diferenciación de los conceptos “acuicludo” y “acuífero”, con un promedio de 86% de respuestas correctas.

Tabla 7

Clasificación cuantitativa en porcentaje de los conceptos con respecto a la clasificación de aguas

Clasificación de aguas	No realizado	Uno clasificado	Dos clasificados	Tres clasificados
Valor en porcentaje (%)	1	33	66	100

Tabla 8

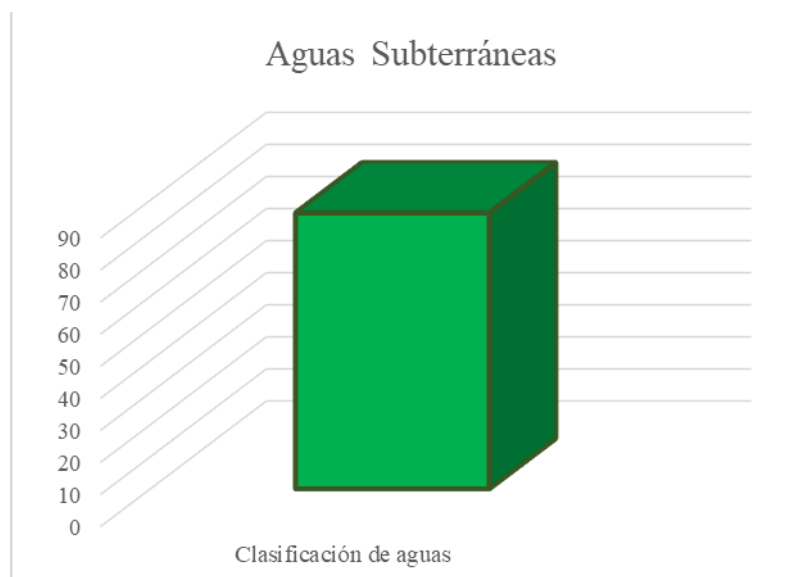
Resultados individuales de los conceptos de clasificación de aguas de la actividad Aguas

Subterráneas

Grupo de estudiantes	Clasificación de aguas
1	66
2	100
3	33
4	100
5	100
6	100
7	100
8	66
9	100
10	66
11	100
12	100
13	66
14	100
Promedio	86

Figura 30

Gráfica de resultados de la actividad



Para el tema de paleontología, se habló tanto de la información encontrada en el municipio, como de los términos generales de esta ciencia, los cuales luego pasan a socializarse en el desarrollo de la guía. Se tomaron referencias de los fósiles encontrados en el municipio, así como también fósiles conocidos en lo cotidiano (huellas), y a partir de ello se realizaron réplicas de los mismos, mediante el uso de arcilla, incentivando el cuidado del patrimonio geológico al usar eso y no fósiles reales.

Figura 31

Guía 3. Imprimiendo fósiles. Realización de réplicas de fósiles en arcilla



IMPRIMIENDO FÓSILES GUÍA 3

GRADO: DÉCIMO

GRUPO: _____

1. En base a la explicación, cada grupo deberá responder las siguientes preguntas

¿Cuáles son las partes de un organismo que más fácilmente pueden fosilizar?

De un ejemplo _____

¿Cuánto es el tiempo aproximado que debe pasar para que un resto de organismo o de su actividad biológica pueda considerarse fósil y por qué? _____

¿Cuál es la ciencia encargada de estudiar los fósiles? _____

2. Cada integrante del grupo deberá moldear en arcilla uno de los fósiles mostrados en las imágenes, en total cada grupo deberá mostrar tres réplicas y explicar el proceso de formación de una de ellas en la roca



Frente a las réplicas de los fósiles realizadas, los estudiantes demostraron interés en adquirir los conceptos necesarios (83%), así como la realización de la práctica (88%), destacando la efectividad de esta actividad

Tabla 9

Clasificación cuantitativa en porcentaje de los conceptos

Manejo de Conceptos	Indefinida	Medio	Muy precisa
Valor en porcentaje (%)	10	60	100

Tabla 10

Clasificación cuantitativa en porcentaje de los resultados de la actividad Imprimiendo Fósiles

Cantidad de las réplicas	Mal realizado	Un error	Correcto
Valor en porcentaje (%)	10	60	100

Tabla 11

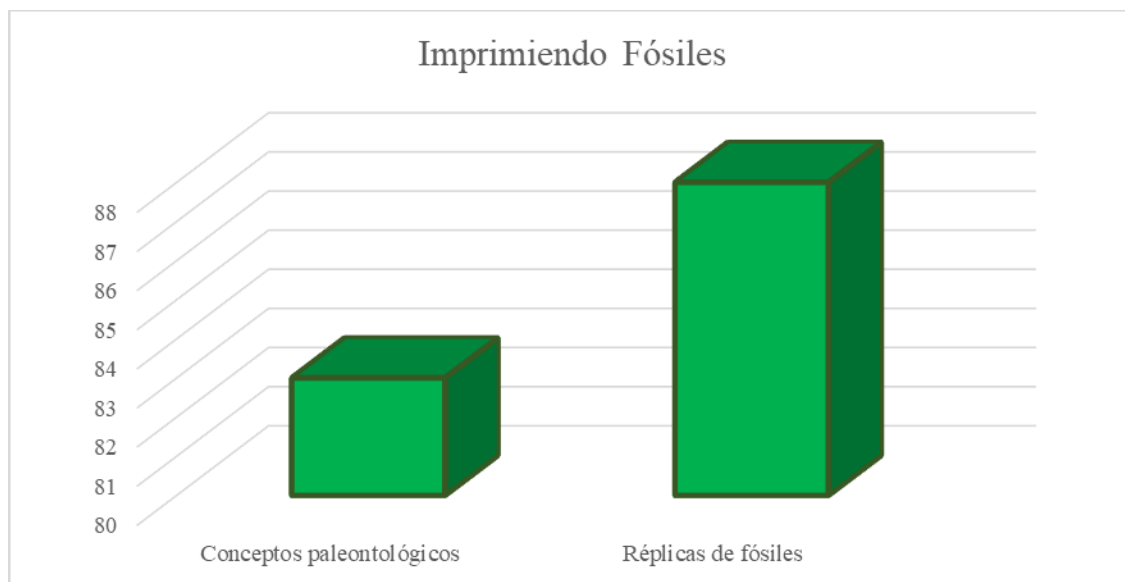
Resultados individuales de los conceptos y réplicas de fósiles de la actividad Imprimiendo

Fósiles

Grupo de estudiantes	Conceptos paleontológicos	Réplicas de fósiles
1	100	100
2	100	60
3	60	100
4	60	100
5	100	10
6	100	100
7	60	100
8	100	100
9	100	100
10	100	100
11	100	60
12	60	100
13	60	100
14	60	100
Promedio	83	88

Figura 32

Gráfica de resultados de la actividad



Finalmente, sobre los recursos minerales, se abordaron temas base como los minerales en la escala de Mohs, qué criterios se deben cumplir para que pueda considerarse mineral, cuáles son los usos que tienen en nuestra vida cotidiana y también qué minerales se pueden encontrar en el municipio, tomando con relevancia las minas de yeso que se ubican en la vía a Las Juntas desde el casco urbano de Los Santos. Con la información dada, cada estudiante procedió a llenar la sopa

de letras suministrada, para luego realizar una socialización en la cual participaron todos los estudiantes presentes en el aula de clase, donde se pudo evidenciar la efectividad de la actividad realizada con un 96% en las respuestas acertadas, permitiendo lograr un aprendizaje eficiente en el conocimiento de la temática tratada.

Figura 33

Guía 4. Sopa de letras para familiarizar a los estudiantes sobre términos típicos de mineralogía y sus usos



BÚSQUEDA DE MINERALES

¿Puedes encontrar las palabras escondidas?

P	B	G	O	I	D	I	Y	A	S	N	N	U	U
L	I	V	I	S	U	G	E	I	R	O	Y	A	A
Y	K	E	E	O	R	R	S	V	I	B	A	M	E
A	A	V	D	G	E	A	O	C	P	O	C	I	Z
J	W	G	P	R	Z	M	C	C	Z	L	I	N	U
F	O	J	E	R	A	U	Z	R	A	W	M	E	I
A	I	Y	O	O	R	P	A	U	Q	S	I	R	U
C	J	S	E	T	L	U	R	Y	Y	H	E	A	D
J	U	K	S	R	C	O	M	E	N	A	N	L	S
M	I	N	E	R	I	A	G	G	C	U	T	U	M
B	O	Y	E	P	X	A	E	I	B	I	O	T	Z
C	W	B	W	I	J	M	F	P	A	Z	O	F	L
E	S	C	A	L	A	D	E	M	O	H	S	S	B
T	R	U	O	D	I	A	M	A	N	T	E	E	A

MINERAL	CUARZO	DUREZA	JOYERÍA
CONSTRUCCIÓN	DIMANTE	ROCAS	MENA
GEOLOGÍA	YACIMIENTO	ESCALA DE MOHS	MINERÍA
	PIEDRA PRECIOSA	YESO	

A continuación, se encontrarán los resultados obtenidos de la actividad Búsqueda de Minerales:

Tabla 12

Clasificación cuantitativa en porcentaje de los resultados de la actividad Búsqueda de Minerales

Sopa de letras	No realizada	Incompleta	Completa
Valor en porcentaje (%)	1	50	100

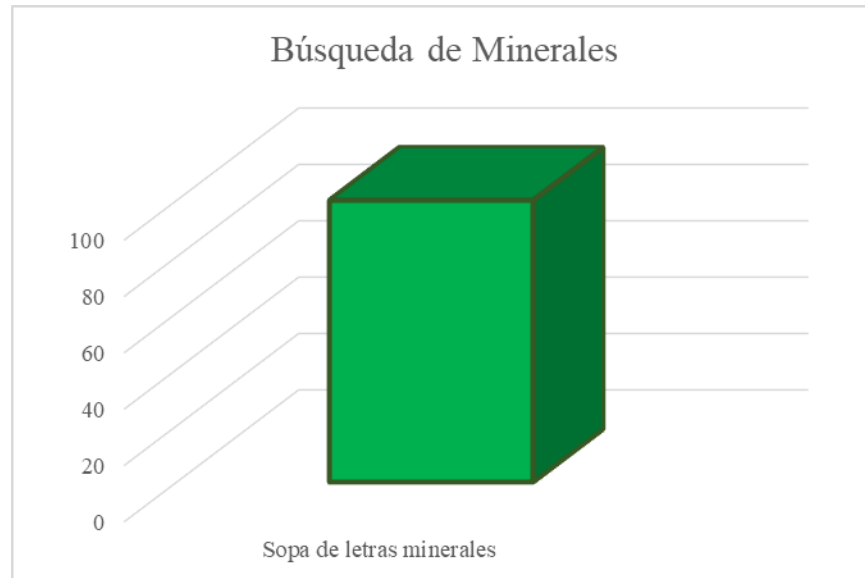
Tabla 13

Resultados individuales de los conceptos y réplicas de fósiles de la actividad Búsqueda de Minerales

Grupo de estudiantes	Conceptos paleontológicos
1	100
2	100
3	50
4	100
5	100
6	100
7	100
8	100
9	100
10	100
11	100
12	100
13	100
14	100
15	50
16	100
17	100
18	100
19	100
20	100
21	100
22	100
23	100
24	100
25	100
26	100
27	100
28	100
29	100
30	100
31	100
32	100
33	100
34	100
35	100
36	100
37	50
38	100
39	100
40	50
41	100
42	100
Promedio	95

Figura 34

Gráfica de resultados de la actividad

**10. Conclusiones**

Los LIG seleccionados (LIG Yacimiento fosilífero El Diamante, LIG Confluencia hídrica Las Juntas, LIG Georuta camino Los Santos – Jordán y LIG Mirador La Piedra del Indio) exhiben la geodiversidad en el municipio de Los Santos, mostrando cada sitio su aporte con base a las temáticas elegidas en este proyecto (estratigrafía, tectónica, paleontología, recursos minerales, hidrogeología y geomorfología).

Se lograron conformar dos geomaletas, cada una con una colección representativa de rocas, minerales y réplicas de fósiles que evidencian la geodiversidad y resalta el valor del patrimonio geológico y paleontológico del municipio de Los Santos. Esta recopilación constituye una herramienta fundamental para la divulgación científica, la educación geológica y la puesta en valor del entorno natural, contribuyendo a la preservación y reconocimiento del legado geológico local.

Se diseñó satisfactoriamente el material divulgativo e interpretativo orientado a la

valoración del patrimonio geológico del municipio de Los Santos, desarrollando tres folletos (Estratigrafía, Hidrogeología, Paleontología, Mineralogía, Tectónica y Amenazas Geológicas).

Se construyó con los tres folletos la cartilla: Geoparque Cañón del Chicamocha, Municipio Los Santos.

Se implementó material audiovisual con modelos 3D de muestras representativas de fósiles, rocas y minerales, recolectadas en los LIG.

Se logró diseñar e implementar un instrumento educativo enfocado en la geodiversidad y el patrimonio geológico del municipio de Los Santos, mediante la elaboración de cuatro guías de actividad: Moldeando el Planeta, Aguas Subterráneas, Imprimiendo Fósiles y Búsqueda de Minerales. Estas guías abordan de manera estructurada y didáctica las principales temáticas elegidas para el proyecto: estratigrafía, tectónica, paleontología, recursos minerales, hidrogeología y geomorfología.

Con estos materiales se contribuye al propósito de fortalecer el conocimiento y la apropiación del territorio, promoviendo la comprensión integral de la riqueza geológica que se encuentra en el municipio.

11. Recomendaciones

Dado que el acceso al punto marcado como “LIG Confluencia Hídrica Las Juntas” es muy difícil, recomendamos la realización de un recorrido con un dron para apreciar de manera más detallada las formaciones geológicas y las minas de yeso presentes en el sector, así como, la confluencia de los ríos en este punto.

Incentivar en la comunidad académica (profesores y estudiantes) la aplicación de las herramientas desarrolladas (las guías de actividad, los folletos informativos, las muestras en

modelado 3D y el prototipo de la geomaleta) para futuros proyectos sobre geoeducación.

Fomentar el desarrollo del conocimiento sobre temas de interés geológico y apropiación del territorio desde temprana edad mediante la implementación en otros escenarios (colegios, espacios públicos y organizaciones comunitarias) del municipio de Los Santos y lugares aledaños.

Diseñar un espacio óptimo en la escuela de geología (UIS) para la exhibición de muestras de interés recolectadas en campo, que sean relevantes en el proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha.

Referencias bibliográficas

- Archila, A., & Cañas, A. (2021). Inventario del patrimonio geológico de la Mesa de Los Santos [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander].
- Boletín Oficial del Estado (BOE). (2007). *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-21490>
- Campos-Bejarano, L. (2021). Modelado de la infiltración en suelos volcánicos agrícolas por lluvia mensual en la cuenca alta del río Páez, Cartago, Costa Rica. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 10(2), 7–19. <https://doi.org/10.15665/esc.v10i2.214>
- Carcavilla, L., Durán, J. J., López-Martínez, J. (2008). Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10, 1299-1303.
- Cardale de Schrimppff, M. (1987). *Informe preliminar sobre el hallazgo de textiles y otros elementos perecederos, conservados en cuevas en Purnia, Mesa de los Santos*. *Boletín de Arqueología*, 2(3).
- Catálogo de sismos. (s.f.). *Gov.co*. Recuperado el 17 de febrero de 2023, de <https://catalogosismico.sgc.gov.co/visor/index.html>
- Cediell, M. F. (1968). El Grupo Girón, una molasa mesozoica de la Cordillera Oriental. *Boletín Geológico de Colombia*, 16(1-3), 5-96.
- Comité Español de Geoparques (CEG). (2014). *¿Qué son los geoparques?* Recuperado de <http://geoparques.eu/comite-espanol-degeoparques/el-comite/que-son-los-geoparques/>
- Congreso de Colombia. (1983). *Ley 45 de 1983: Por medio de la cual se aprueba la “Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural”, hecha en París el 23 de noviembre de 1972 y se autoriza al Gobierno Nacional para adherir al mismo*. Diario

- Oficial No. 36.415, 22 de diciembre de 1983. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1600025>
- Cortes, M., Angelier, J. (2005). Current states of stress in the northern Andes as indicated by focal mechanisms of earthquakes. *Tectonophysics* 403, 29–58.
- Cruz B., J. A., & Vargas H., R. (1968). *Geología de los cuadrángulos H-12 (Piedecuesta) y H-13 (Bucaramanga)*. (Informe No. 1599). Ecopetrol.
- Cruz B., J. A., 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. <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol20.3.1972.414>
- English Riviera Global Geopark. (s.f.). *English Riviera Global Geopark – Homepage*. <http://www.englishrivierageopark.org.uk/>
- Fernández, I., & Íñiguez, C. (2001). Memoria de la actuación arqueológica realizada en C/ Zamorano nº 28 (Málaga). En *Anuario Arqueológico de Andalucía / 1996* (pp. 305–309). Junta de Andalucía, Consejería de Cultura.
- Fernández, J., & Tarazona, J. (2023). *Gestión, organización y registro digital de la Colección de Minerales de la Escuela de Geología UIS* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander].
- Fossen, H. (2016). *Geología estructural (2.ª ed.)*. Cambridge University Press.
- García, S. (2022). *Análisis estructural de la Mesa de Los Santos y redes neuronales para la estimación local de las propiedades físicas de la roca* [Tesis de maestría, Universidad Industrial de Santander].
- García-Arias, S. A., Velandia, F., Sanabria-Gómez, J., & Ulloque-Ardila, M. (2024). *Mapas predictivos con redes neuronales a partir de propiedades físicas de las rocas: caso de*

- estudio en la Mesa de Los Santos (Santander). Revista EIA, 21(41), 1–33.*
<https://doi.org/10.24050/reia.v21i41.1731>
- Gelvez, J., Rodríguez, K., Barajas, D., Zafra Otero, D., & Tarazona, J. (2018a). *Los Santos y la mesa de Xerira (Santander, Colombia): Patrimonio y geodiversidad de la región. Ponencia presentada en el I Congreso Colombiano de Espeleología.*
https://www.researchgate.net/publication/328939211_Los_Santos_y_la_mesa_de_Xerira_SantanderColombia_Patrimonio_y_geodiversidad_de_la_region
- Gelvez, J., Rodríguez, K., Tarazona, J., & Castellanos, C. (2018b). *Cueva El Borboso (Los Santos, Santander): Vestigios de un pasado arrebatado. En Actas del II Simposio Internacional del Karst (2018).*
- Gorfinkiel, D. (2019). *Geociencias en la educación primaria y secundaria: Volumen I: realidades y oportunidades en América Latina y el Caribe.*
- Herrera, L. M. (2013). *Sismicidad en el Nido Sísmico de Bucaramanga a partir de datos de la red sísmológica del Servicio Geológico Colombiano* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Hong Kong UNESCO Global Geopark. (s.f.). *Hong Kong UNESCO Global Geopark.*
<https://www.geopark.gov.hk/en>
- Hose, T. A. (1997). Geotourism – selling the Earth to Europe. En P. G. Marinos, G. C. Koukis, G. C. Tsiambaos & G. C. Stournass (Eds.), *Engineering geology and the environment* (pp. 2955–2960). A.A. Balkema, Rotterdam.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). *Las aguas subterráneas en Colombia: recurso estratégico y vital.* <https://www.igac.gov.co>
- International Association of Geomorphologists (IAG). (2003). *Geomorphological sites: Research,*

assessment and improvement.

Jerez, J., & Suárez, J. (2023). *Organización y gestión de colección geológica de fósiles* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander].

Julivert, M., Barrero, D., & Navas, C. (1964). Geología de la Mesa de Los Santos. *Boletín de Geología, Universidad Industrial de Santander, 18*, 5–11.

Martínez, O. R. (2008). Patrimonio geológico. Identificación, valoración y gestión de sitios de interés geológico. *Geograficando, 4*(4), 233–250.

Morales, C. J., Forero, H., Rojas, N., Alvarado, S. (2010). *Integración geológica e hidrogeológica del centro de Santander*. Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS.

Morales, J., González, H., Sarmiento, A., & Pérez, L. (1958). General geology and oil occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia. En *AAPG Habitat of Oil Symposium* (pp. 641–695).

National Geographic. (s.f.). *Geo-education: Essential preparation for an interconnected world*. <https://www.nationalgeographic.org/education/geo-education-essential-preparation-interconnected-world/>

Nieto, L. M. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero, 112* (2): 3-11.

Pennington, W. D. (1983). The role of shallow phase changes in the subduction of oceanic crust. *Science, 220*(4598), 1045–1047. <https://doi.org/10.1126/science.220.4598.1045>

Perico-Martínez, N.R., Perico-Granados, N.R. (2014). Characterization and seismic recurrence of the Bucaramanga nest. *Proceedings of the V International Congress of Civil Engineering*, Universidad Santo Tomás, Tunja (Colombia), September 3–5, 2014.

Pinto, J., Contreras, L., Ruiz, C., & Díaz, Y. (2007). *Modelo hidrogeológico conceptual y*

preliminar de la Mesa de Los Santos: Caracterización de fracturamiento e implicaciones para circulación subterránea. INGEOMINAS–Universidad Industrial de Santander.

Prieto, G. A., Beroza, G. C., Barrett, S. A., López, G. A., & Florez, M. (2012). Earthquake nests as natural laboratories for the study of intermediate-depth earthquake mechanics. *Tectonophysics*, 570, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.07.019>

Pulido González, O. (1985). *Reseña explicativa del mapa geológico preliminar de la plancha 135 (San Gil), escala 1:100.000.* Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), Ministerio de Minas y Energía.

Ramos, A. G., & Fernández, G. (2016). Geoconservación, geoturismo y espeleoturismo: Análisis de dos sistemas cavernarios en Argentina. *Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas*, 9(1), 83–93.

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., & Briggs, A. (2020). Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha: Una estrategia novedosa para el desarrollo socioeconómico de Santander (Colombia) a través de la geoeeducación, el geoturismo y la geoconservación. *Revista Internacional de Geopatrimonio y Parques*, 8(2), 96–122. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2577444120300216>

Rojas, J. (2005). Los desafíos del estudio de la geodiversidad. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1), 143–152.

Rozo, J. (2013). *Propuesta metodológica para el inventario del patrimonio geológico en el Cañón del Chicamocha* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander].

Sepúlveda-Jaimes, F. J., & Cabrera-Zambrano, F. H. (2018). Tomografía sísmica 3D del nido

- sísmico de Bucaramanga (Colombia). *Boletín de Geología*, 40(2), 15–33.
- Taboada, A., Rivera, L. A., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya, J., & Rivera, C. (2000). Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia). *Tectonics*, 19(5), 787–813.
<https://doi.org/10.1029/2000TC900004>
- Theodossiou-Drandaki, I. (2007). En *Patrimonio geológico y geodiversidad: Investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos* (p. 17). Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
- UNESCO. (2011a). *Actas de acuerdos de la 36ª reunión (Punto 5.25 del orden del día provisional: Cooperación entre la UNESCO y la red mundial de geoparques)*, Conferencia General, París. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215084_spa
- UNESCO. (2011b). *Declaración de Arouca sobre geoturismo*. Congreso Internacional de Geoturismo, Arouca, Portugal. <https://aroucageopark.pt/wp-content/uploads/2024/11/Declaracion-de-Arouca.pdf>
- UNESCO. (2019). *Geociencias en la educación primaria y secundaria: Realidades y oportunidades en América Latina y el Caribe* (p. 127). Repositorio UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371312>
- Van Der Hilst, R., & Mann, P. (1994). Tectonic implications of tomographic images of subducted lithosphere beneath northwestern South America. *Geology*, 22(5), 451–454.
- Vargas, C. (2004). *Propagación de ondas sísmicas y atenuación de coda en el territorio colombiano* (Colección Jorge Álvarez Lleras, N.º 23, 235 p.). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Voth, A. (2008). Los geoparques y el geoturismo: nuevos conceptos de valorización de recursos

- patrimoniales y desarrollo regional. *XI Coloquio Ibérico de Geografía*, 1-15.
- Ward, W. (1979). *Geological characterization of the Bucaramanga area and adjacent zones* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Ward, W., Goldsmith, R., Cruz, J., & Restrepo, H. (1973). *Geología del Cuadrángulo H-12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander y Norte de Santander*. Boletín Geológico, 21(1-3), 1-32. INGEOMINAS. <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol21.1-3.1973.383>
- Wheeler, O. C. (1929). *Report on the Palmira Series with notes on stratigraphy of the Umir, Lisama y La Paz Formations near the eastern part of De Mares Concession* (Informe Geológico No. 37). Ecopetrol.
- 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].
- Zafeiropoulos, G., Drinia, H., Antonarakou, A., & Zouros, N. (2021). From geoheritage to geoeducation, geoethics and geotourism: A critical evaluation of the Greek region. *Geosciences*, 11(9), 381. <https://doi.org/10.3390/geosciences11090381>
- Zafra, D. (2019). *Caracterización geoespeleológica de sistemas kársticos en Zapatoca (Santander) con fines de geoeducación y geoconservación, caso de las cavernas: El Nitro y Las Alsacias* [Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander].
- Zarifi, Z., Havskov, J., & Hanyga, A. (2007). An insight into the Bucaramanga nest. *Tectonophysics*, 443, 93-105. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2007.06.003>

Apéndices

Apéndice A. Consentimiento informado

<https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:a82cf362-6735-4c4f-b3fc-7de1184ac42f>

Apéndice B. Prueba Diagnóstica de las actividades realizadas por estudiantes del Colegio Integrado Los Santos

<https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:459f207f-e785-4236-a003-d9e36b5651e6>

Apéndice C. Guías de Actividad

<https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:14eca20a-5e3c-4742-b117-3bfef775350d>

Apéndice D. Evidencias de las actividades realizadas por estudiantes del Colegio Integrado Los Santos









Apéndice E. Evaluación del impacto de la actividad realizada al finalizar cada una

EVALUACIÓN

En la escala de 1 a 5 (donde 1 es muy mal/insatisfecho y 5 es muy bien/satisfecho), responde las siguientes preguntas

1. ¿Cómo te sentiste durante la actividad realizada?

1 2 3 4 5

2. ¿Cuál es tu nivel de satisfacción con la actividad?

1 2 3 4 5

3. ¿Cuánto sentiste que aprendiste del tema expuesto?

1 2 3 4 5

4. ¿Las expositoras fueron claras a la hora de exponer el tema?

1 2 3 4 5

5. ¿Tienes alguna recomendación para futuras actividades? De ser así, ¡compártenosla!

Apéndice F. Resultados de Guías de Actividad

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1xDnd5hNOmtqp2Ow2zEDf2DCicgcdSe2d/edit?gid=1513869057#gid=1513869057>

Apéndice G. Cartilla: Folletos Informativos

<https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:352f82c1-a964-4182-b823-db86e5923c00>

Apéndice H. Evidencia de la jornada de divulgación

