



**Facultad Geología y Minas**

**Departamento de Geología**

# **Trabajo de Diploma**

**Título: Caracterización de sitios de interés geológico  
para el desarrollo geoturístico en los cayos del norte de  
Ciego de Ávila.**

**Autor: René Lorenzo Comesaña**

**Tutores: Dr.C. Yurisley Valdes Mariño**

**Ing. Keilín Matos Pérez**

## ***Pensamiento***

*La majestuosidad de la incomprensión, siempre será el botón de inicio para la curiosidad.*

*Pedro Hernández Fernández.*

## ***Agradecimientos***

Le agradezco a mi tutor: Yurisley Valdes Mariño por su dedicación y paciencia, por sus palabras y correcciones precisas, en base a su experiencia y sabiduría ha sabido direccionar mis conocimientos. A mi tutora: Keilín Matos Pérez por su apoyo, indicaciones y orientaciones indispensables en el desarrollo de este trabajo y su buena actitud que la caracteriza.

Agradecer además a la empresa de flora y fauna de la provincia de Ciego de Ávila, en especial a Alieski por su entrega y apoyo incondicional.

Gracias a mis padres y mi familia que fueron mis mayores promotores durante este camino. Este es un momento muy especial que espero, perdurará en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo en echarle una mirada a mi proyecto de tesis, mis amigos entre ellos y en especial a mi novia.

## ***Dedicatoria***

Por todo lo dicho anteriormente decido dedicar mi tesis a todas aquellas personas que han formado parte de mi vida durante esta etapa tan especial de mi vida... muchas gracias.

## RESUMEN

El patrimonio geológico, comprendido por los geositos, geomorfositos y geoparques, constituye una faceta esencial en las estrategias orientadas hacia la conservación, educación y desarrollo sostenible por lo que surge la presente investigación, titulada "Caracterización de Sitios de Interés Geológico para el Desarrollo Geoturístico en los Cayos del Norte de Ciego de Ávila", con el objetivo de identificar y caracterizar los posibles geositos en la Cayería con el propósito de diagnosticar su estado y proponer medidas de conservación. La metodología empleada se basa en el enfoque establecido por Roberto Gutiérrez en 2007, que implica la evaluación de parámetros específicos mediante una clasificación ponderada. Este enfoque facilita la definición de medidas destinadas a la preservación de estos geositos.

Como resultado de este estudio, se logró identificar un total de 13 geositos. De estos, 4 fueron clasificados como clase A, destacándose por su singularidad y requiriendo una protección y, de ser posible, una categorización patrimonial, ya sea a nivel local o nacional. Otros 5 geositos fueron categorizados como clase B, indicando la necesidad de establecer una gestión específica y, eventualmente, considerar una categoría patrimonial local. Por último, 4 geositos fueron clasificados como clase C, señalando la importancia de que las autoridades locales les presten atención y tomen medidas pertinentes.

Palabras claves: Geositio, geodiversidad.

**ABSTRAC**

The geological heritage, comprised of geosites, geomorphosites and geoparks, constitutes an essential facet in strategies oriented towards conservation, education and sustainable development, which is why this research arises, entitled "Characterization of Sites of Geological Interest for Geotourism Development in the Northern Keys of Ciego de Ávila", with the objective of identifying and characterizing the possible geosites in the Keys with the purpose of diagnosing their status and proposing conservation measures. The methodology used is based on the approach established by Roberto Gutiérrez in 2007, which involves the evaluation of specific parameters through a weighted classification. This approach facilitates the definition of measures aimed at the preservation of these geosites.

As a result of this study, a total of 13 geosites were identified. Of these, 4 were classified as class A, standing out for their uniqueness and requiring protection and, if possible, a heritage categorization, either at the local or national level. Another 5 geosites were categorized as class B, indicating the need to establish specific management and, eventually, consider a local heritage category. Finally, 4 geosites were classified as class C, pointing out the importance of local authorities paying attention to them and taking relevant measures.



3.2. Caracterización general de los sitios de interés geológico. ....	33
3.3 Análisis del comportamiento de cada parámetro .....	47
3.4 Plan de medidas de prevención, mitigación y cambiar los impactos sobre los mismos .....	60
Plan de medidas de prevención, mitigación y cambiar los impactos sobre los mismos.....	60
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES .....	62
BIBLIOGRAFÍA .....	63

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Imagen satelital del área de estudio, escala 1:50 000 elaboración propia. .....	15
Figura 2. Esquema del mapa geológico de la Cayería norte de Ciego de Ávila, escala 1:50 000 elaboración propia.....	18
Figura 3. Flujograma de la investigación. ....	23
Figura 4. Imagen satelital de ubicación geográfica de los geositios propuestos, escala 1:50 000 elaboración propia. ....	31
Figura 5. Esquema geológico con la ubicación geográfica de los geositios propuestos, escala 1:50 000 elaboración propia. ....	32
Figura 6. Imágenes satelitales del Agujero Azul en Cayo Paredón. ....	33
Figura 7. Fotografías del nicho de marea en Playa Larga.....	34
Figura 8. Fotografías e imagen satelital de la laguna litoral del Hotel Meliá Coco. ....	35
Figura 9. Fotografías de los planos de estratificación en la Playa la Academia. ...	36
Figura 10. Fotografías calizas biotrácticas en Cayo Coco. ....	37
Figura 11. Fotografías del interior de la Cueva del Jabalí. ....	38
Figura 12. Fotografías de las solapas de la cueva del sendero Dunas del Puerto. ....	39
Figura 13. Fotografías de la estratificación con inclinación en Dunas del Puerto. ....	40
Figura 14. Fotografías de Playa Pilar en Cayo Guillermo, muestra de arena e imagen microscópica. ....	42
Figura 15. Fotografías del afloramiento de calizas de la Formación Cayo Guillermo. .....	43
Figura 16. Fotografías de las Dunas de Playa Pilar. ....	44
Figura 17. Fotografías de la estratificación cruzada en Playa Pilar. ....	45
Figura 18. Fotografías de calizas biotrácticas en Cayo Guillermo. ....	46

## INTRODUCCIÓN

La exploración de la geodiversidad y la riqueza geológica se erige como una faceta de investigación que ha sido recientemente incorporada al vasto dominio de la Geología. Este paradigma surge como la manifestación de una nueva perspectiva en la cual la humanidad redefine su conexión con la Tierra. A medida que el tiempo transcurre, la sociedad transforma su percepción del entorno, elevando a la categoría de derecho, necesidad y deber la salvaguarda del medio ambiente y la promoción de un desarrollo sostenible. En este contexto, los elementos geológicos de excepcional interés no se sustraen a este cambio; más bien, se revelan como una parte esencial del patrimonio natural, intrínsecamente valiosos por derecho propio. (Velázquez Rodríguez & Valdés Mariño, 2019).

El patrimonio geológico abarca recursos naturales no renovables con valor científico, cultural, educativo y atractivo paisajístico-recreativo. Incluye formaciones rocosas, estructuras geológicas, relieves, acumulaciones sedimentarias, minerales, fósiles y otros elementos que posibilitan la comprensión, estudio e interpretación de la evolución histórica de la Tierra y los procesos que la han configurado. Dada la naturaleza no renovable de estos recursos, su conservación demanda una gestión integral que asegure su catalogación, divulgación y protección, integrándolos al contexto de desarrollo socioeconómico del territorio en el que se ubican (Gamboa, 2017).

El patrimonio geológico y geomorfológico exhibido en afloramientos naturales o expuesto por actividades mineras posee valores que se pueden categorizar como científicos, económicos, estéticos y sociales. El valor científico se deriva de las contribuciones al conocimiento científico que proporcionan afloramientos, paisajes o cortes en yacimientos. En términos económicos, su valor radica tanto en la extracción de minerales como en la valorización de estos como patrimonio. El valor estético está intrínsecamente ligado a la singularidad de cada sitio patrimonial,

mientras que el valor social se refleja en la importancia que el patrimonio tiene para comunidades o grupos, así como en sus implicaciones sociales y culturales. La valorización del sitio se relaciona directamente con los diversos usos que se le atribuyen (Domínguez-González & Rodríguez-Infante, 2007).

El estudio y la preservación del Patrimonio Geológico surgieron inicialmente en varios países europeos y en Australia, dando lugar a la creación de organizaciones y programas dedicados a su investigación, protección y difusión. En 1993, se estableció la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO), cuya misión es proponer criterios para el proceso de selección y clasificación de puntos de interés y Patrimonio Geológico. Además, esta asociación busca ofrecer alternativas para la gestión y conservación de estos recursos geológicos de valor.

En 1995, la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) inició el proyecto Global Geosites, el cual fue posteriormente respaldado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Este proyecto es considerado de suma importancia para el estudio del Patrimonio Geológico a nivel mundial, y tiene como objetivo principal la creación de un inventario y una base de datos global que incluya sitios de interés geológico (W. A. P. Wimbledon et al., 2000).

En línea con la política ambientalista, nuestro país ha sumado esfuerzos de diversas instituciones y profesionales en la tarea de seleccionar y conservar el patrimonio geológico. En este contexto, y con el objetivo de contribuir a la identificación de sitios con características dignas de ser apreciadas y conservadas para las generaciones presentes y futuras, se ha lanzado la campaña de selección de los mejores geositos en la ciudad primada de Cuba: Baracoa (Gamboa, 2017).

Tras el triunfo de la Revolución, se logró ampliar el estudio geológico del subsuelo cubano, que inicialmente fue liderado por geólogos extranjeros, principalmente

holandeses y estadounidenses, así como por pioneros cubanos como José Isaac del Corral, Jorge Brodermann, Antonio Calvache y Pedro J. Bermúdez. Posteriormente, con la participación de especialistas de las organizaciones vinculadas con la Geología en el desaparecido campo socialista, algunos profesionales latinoamericanos y numerosos geólogos cubanos graduados después, se experimentó un notable incremento en el conocimiento geológico. Este avance se tradujo en la multiplicación de las descripciones de unidades lito, bioestratigráficas y cronoestratigráficas, así como en el establecimiento de unidades edafoestratigráficas, magnetoestratigráficas y geoclimáticas, alcanzando un conocimiento sustancial de la Geología del territorio nacional (Velázquez Rodríguez & Valdés Mariño, 2019).

Estudios previos han destacado diagnósticos de geositos de gran relevancia en diversas provincias cubanas, incluyendo Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Camagüey y el municipio especial Isla de la Juventud. Estos estudios han identificado localidades y estratotipos fundamentales para el Léxico Estratigráfico, así como yacimientos fosilíferos que albergan colecciones significativas de animales y plantas fósiles, contribuyendo a la comprensión del pasado geológico de Cuba. Es importante señalar que estas localidades no siempre se encuentran en las condiciones en las que fueron inicialmente estudiadas y descritas (Velázquez Rodríguez & Valdés Mariño, 2019).

En los cayos situados al norte de Ciego de Ávila, convergen recursos y sitios geológicos de relevancia científica, educativa, socioeconómica y estética, que merecen ser considerados por su valor patrimonial. La diversidad de elementos geológicos y geomorfológicos en esta área está estrechamente vinculada a su complejidad geológico-tectónica. Es notable la predominancia de las secuencias del cinturón plegado cubano y las rocas del Neoautóctono, aspectos que acentúan la importancia patrimonial del territorio (Iturralde-Vinent, 1998). A ello se suma la

superposición de fenómenos tectónicos originados en condiciones geológicas contrastantes, desde el intenso plegamiento y mantos tectónicos de ambiente.

A pesar de la significativa importancia geológica de la Cayería norte, actualmente solo se han reconocido tres geositios: el Holotipo de la Formación Cayo Guillermo, la Terraza y Nicho de Marea en Cayo Guillermo, y el Cenote Jennifer. Estos, aunque destacados a nivel nacional, resultan insuficientes para abarcar la riqueza de valores naturales y paisajísticos presentes en la región. En respuesta a esta carencia, surge la presente investigación, que tiene como objetivo principal caracterizar nuevos posibles sitios de interés geológico en los cayos del norte de Ciego de Ávila. El propósito es diagnosticar su estado actual y definir medidas que propicien su preservación, contribuyendo así al desarrollo del geoturismo en la zona.

**Problema científico:** Necesidad de identificar y caracterizar nuevos lugares de interés geológicos para el desarrollo del geoturismo en los cayos del norte de Ciego de Ávila.

**Objetivo general:** Caracterizar los posibles sitios de interés geológico en los cayos del norte de Ciego de Ávila para diagnosticar su estado y definir medidas que permitan su preservación, encaminados al desarrollo del geoturismo.

**Hipótesis:** Mediante una adecuada descripción y caracterización de los sitios de interés geológicos en la cayería, se obtendrá un conocimiento detallado de su estado actual, lo que permitirá la formulación de medidas específicas orientadas a la preservación de los geositios, con el objetivo de fomentar el desarrollo del geoturismo como una actividad recreativa y educativa.

**Objeto de estudio:** Sitios de interés geológicos en la Cayería.

**Campo de acción:** Características de los sitios de interés geológico.

**Objetivos específicos:**

- Identificar posibles sitios de interés geológicos a partir la norma para su selección establecidas por Gutiérrez, 2007.
- Cartografiar los sitios de interés geológico.

- Categorizar los sitios de interés geológicos según el artículo 3 y el 5, del Decreto Ley 201/99.
- Proponer medidas para conservar y preservar los sitios de interés geológicos.

**Impactos esperados: Impacto Económico:** La promoción y preservación de la geodiversidad y el patrimonio geológico en la Cayería norte de Ciego de Ávila tienen el potencial de generar un impacto económico significativo. Este impacto se traduce en el desarrollo de actividades geoturísticas y de turismo de naturaleza, contribuyendo así al progreso local y fortaleciendo la sostenibilidad económica de la población.

**Impacto Social:** La iniciativa busca elevar el conocimiento de los estudiantes y la población en general acerca de los sitios de interés geológico presentes en el territorio. Este enfoque tiene como objetivo mejorar el nivel cultural de la comunidad y brindar a los ciudadanos las herramientas necesarias para contribuir activamente a la protección del medio ambiente. Este impacto social se traduce en una sociedad más informada y comprometida con la preservación del patrimonio natural.

**Impacto Científico:** A nivel científico, la investigación aspira a reconocer los lugares del territorio que poseen una relevancia científica particular. El objetivo es evitar que, debido a decisiones erróneas o falta de conocimiento, estos lugares se vean afectados o estén en vías de deterioro, lo que podría resultar en la pérdida de su importancia distintiva. El impacto científico radica en la identificación y preservación de estos sitios valiosos para la comunidad científica y el conocimiento geológico en general.

## **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **Patrimonio Geológico**

El patrimonio geológico se define como el conjunto de enclaves naturales, predominantemente de carácter no renovable, que abarcan formaciones rocosas, estructuras y acumulaciones sedimentarias, paisajes, yacimientos minerales o paleontológicos, lugares hidrogeológicos, y colecciones de objetos geológicos de valor científico, cultural o educativo. Estas características, especialmente en cuanto a su exposición y contenido, posibilitan el reconocimiento, estudio e interpretación de la evolución de la historia geológica que ha dado forma a una región específica y, en última instancia, al planeta Tierra (López-Martínez et al., 2005).

También, Urquí, (2014) define al Patrimonio Geológico como los elementos geológicos que presentan una especial singularidad debido, fundamentalmente a su interés científico o didáctico. Constituye una parte importante del patrimonio natural e incluye formas, elementos y estructuras originadas por cualquier proceso geológico. Así que está formado por todos aquellos enclaves relevantes para cualquier disciplina de la geología.

Son muchas las conceptualizaciones que se tienen del Patrimonio Geológico pero una de las definiciones más completas y discutidas a nivel mundial, es la propuesta de (Cendrero, 1996), donde se refiere al Patrimonio Geológico como: Conjunto de recursos naturales, no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno o yacimientos minerales, petrográficos o paleontológicos, que permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo (Inga, 2018).

### **Geodiversidad**

Una de las definiciones más integradoras se debe a Kozlowski, para quien la geodiversidad es la: “variedad natural en la superficie terrestre, referida a los aspectos geológicos, geomorfológicos, suelos, hidrología, así como otros sistemas generados como resultado de procesos naturales (endógenos y exógenos) y la actividad humana”. Desde esta misma perspectiva integradora, Serrano et al., (2009) han definido la geodiversidad como “la variabilidad de la naturaleza abiótica, incluidos los elementos litológicos, tectónicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos y los procesos físicos sobre la superficie terrestre y los mares y océanos, junto a sistemas generados por procesos naturales, endógenos y exógenos, y antrópicos, que comprende la diversidad de partículas, elementos y lugares” (Cañadas & Flaño, 2007). Aunque son conceptos diferentes, el término ‘geodiversidad’ se encuentra en estrecha relación con el ‘patrimonio geológico’, ya que mientras la geodiversidad se refiere a la variedad de elementos, el patrimonio geológico se refiere al valor de los mismos.

### **Geositio o Lugar de Interés Geológico (LIG)**

Los Geositios representan una categoría ambiental reconocida a nivel internacional; denomina a “una localidad, área o territorio en la cual es posible definir un interés geológico-geomorfológico para la conservación”. Incluye formas de particular importancia por la rareza o representatividad geológica, por su interés científico, su valor didáctico, su importancia paisajística y su interés histórico-cultural (W. A. Wimbledon et al., 1995).

### **Estratotipo**

Estratotipo es el tipo original o designado posteriormente de una unidad estratigráfica o de un límite estratigráfico, identificado como un intervalo específico o un punto específico en una secuencia específica de estratos de roca y que constituye el patrón para la definición y reconocimiento de la unidad o límite estratigráfico (Villafranca, 1978).

### **Holostratotipo**

Estratotipo original designado por el autor al tiempo del establecimiento de una unidad estratigráfica o sus límites (Dávila Burga, 2011).

### **Lectoestratotipo**

Un estratotipo seleccionado posteriormente en ausencia de un estratotipo original adecuadamente designado (Villafranca, 1978).

### **Geoparque**

La definición de geoparque se creó después de un largo período de reuniones discusiones y discusiones sobre las características apropiadas, estructura y función de dicha institución. Según esta definición, un geoparque es un territorio que combina la protección y promoción del patrimonio geológico con el desarrollo sostenible local (Zouros & Mc Keever, 2004).

Acorde con la UNESCO (2017), un geoparque es una zona protegida que cuenta con un patrimonio de importancia internacional, que cumple asimismo con criterios de unidad y estética. Asimismo, son “áreas geográficas únicas y unificadas en las que se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional, con un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible” (Richard et al., 2018).

Así que tres son los pilares que sustentan la creación y funcionamiento de un geoparque: patrimonio geológico, geoconservación y desarrollo local. Para cumplir sus objetivos los geoparques deben tener unos límites claramente definidos y una extensión adecuada para asegurar el desarrollo económico de la zona, esto puede incluir áreas terrestres, marítimas o subterráneas. Un geoparque debe ser gestionado por una estructura claramente definida, organizada en función de la legislación de cada país, que sea capaz de asegurar la protección, la puesta en valor y las políticas de desarrollo sostenible dentro de su territorio (Carcavilla Urquí, L García Cortés, 2014).

### **Geoturismo**

Existen diversas definiciones publicadas del término geoturismo, cada una de las cuales introduce matices interesantes. La primera definición de geoturismo apareció en una revista como “la provisión de recursos interpretativos y servicios para promocionar el valor y beneficio social de los lugares de interés geológico y geomorfológico, y asegurar su preservación y su uso por parte de estudiantes, turistas u otro tipo de visitantes” (Hose, 1995). Una definición similar es la proporcionada por (Dowling & Newsome, 2006), quienes afirman que “el geoturismo es un turismo sostenible cuyo objetivo principal se centra en experimentar los rasgos geológicos bajo un entendimiento cultural y medioambiental donde se aprecie su conservación, y que es locamente beneficioso”. (Asevedo, 2007) define el geoturismo como “un segmento de la actividad turística que tiene al patrimonio geológico como principal atractivo y busca la protección por medio de la conservación de sus recursos y de la sensibilización del turista, donde se utilice la interpretación para volver este patrimonio accesible al público lego y promover la divulgación y desarrollo de las Ciencias de la Tierra”. Por último, (Sadry, 2009) afirma que “el geoturismo es un tipo de turismo basado en el conocimiento, conservación e interpretación de los atributos abióticos de la naturaleza y su integración interdisciplinar en la industria del turismo, donde se logre el acercamiento los lugares de interés geológico al público general además de mostrar aspectos culturales con ellos relacionados”. La Fundación National Geographic ha proporcionado otro recientemente y lo define como “ el turismo que sustenta o contribuye a mejorar las características geográficas de un lugar, ya sea el medio ambiente, patrimonio histórico, aspectos estéticos, culturales o el bien estar de sus habitantes” (Carcavilla et al., 2011). En esta investigación nos referiremos al geoturismo desde el enfoque “geológico”.

Un sendero es un camino o huella que permite recorrer con facilidad un lugar determinado. Los senderos pueden cumplir las funciones de acceso a visitantes, caminos para vehículos de mantenimiento y finalmente como un medio para el desarrollo de actividades educativas y pueden clasificarse en tres tipos (Quintero Palomino et al., 2007): senderos interpretativos (guiados o autoguiados), senderos

para excursión y senderos de acceso restringido (para acciones de mantenimiento).

### **Geoconservación**

El término geoconservación fue acuñado y comenzó su uso en la década de 1990. Autores como Sharples, (2002) y Brocx & Semeniuk, (2007) consideran que la geoconservación es la conservación o preservación de las características de la ciencia de la tierra para fines de patrimonio, ciencia o educación. Otros autores utilizan el término de forma similar. Etimológicamente, combina la acción de conservación con "geos" (la Tierra), lo que implica la conservación específicamente de características que son geológicas. La geoconservación implica la evaluación del patrimonio geológico con fines de conservación y manejo de la tierra, lo que lleva a la protección de sitios importantes por ley. En la literatura internacional, la geoconservación tiene un alcance más amplio del que se trata aquí, que involucra la conservación de sitios de importancia geológica, pero también trata y está involucrado en asuntos de gestión ambiental, riesgos geológicos, sostenibilidad y patrimonio natural en relación con el mantenimiento de hábitats, biodiversidad y ecosistemas en general (Brocx & Semeniuk, 2007).

### **Aparato cársico**

Conjunto de fenómenos geomorfológicos del relieve calcárea íntimamente relacionados. Este conjunto puede presentar los siguientes elementos: campos de lapiés, dolinas, sumideros, simas, cavernas, ríos subterráneos, resurgencias o resolladeros, buttes o mogotes, cerros aislados que, casi siempre, constituyen testigos de relieves anteriores y otros. Este conocido proceso de disolución, bajo la acción de las aguas meteóricas y subterráneas (sufusión), ocurre por el enriquecimiento en dióxido de carbono que experimentan al filtrarse por una capa vegetal rica en humus, la presencia de este gas, al hacer ligeramente acidulada el agua, aumenta, en varias veces, su capacidad para disolver la caliza (Manuel, 1967).

**Dolina:** Formas típicas de las regiones cársicas. Consisten en depresiones simples, de tamaño pequeño, de forma comúnmente redondeada u ovalada, cuyo diámetro oscila desde unos pocos metros hasta 500 metros. El término dolina proviene del eslavo y significa valle. En Cuba frecuentemente se les llama hoyos. La pureza de las rocas carbonatadas favorece el desarrollo de las dolinas. En las rocas calcáreas porosas se originan depresiones amplias y someras formadas básicamente a través de los poros. En las calizas cristalinas las dolinas tienden a seguir un desarrollo vertical y son guiadas por fracturas y grietas. A menudo se originan dolinas de contacto entre rocas diversos tipos con fondo impermeable en rocas no carbonatadas. En condiciones de cobertura de depósitos impermeables sobre rocas carbonatadas se forman dolinas cársico-sufusivas (Núñez-Jimenez, 1984).

**Lapiés:** Palabra de origen francés, se conocen también bajo el término de llenar, del serbio Karren, del alemán kart, del ruso grikes. En Cuba conocido como dientes de perro. Son formas típicas del relieve de las regiones cársicas. Se componen de cretas y acanaladuras pequeñas, pero de variado tamaño largo, ancho y dirección que modifican el aspecto superficial de las rocas carbonatadas, imprimiéndoles formas variadas y en muchos casos caprichosas. Cuando está aislado se le da el nombre de lapié, y cuando cubren un área de cierta extensión se le conoce como campos de lapiés (Núñez-Jimenez, 1984).

## **ESTADO DEL ARTE**

### **Antecedentes históricos de las investigaciones patrimoniales.**

El estudio generalizado de la geodiversidad y del patrimonio geológico es relativamente reciente. Son conceptos que están ligados al contexto del patrimonio natural. Las primeras leyes de protección del patrimonio geológico aparecen en el siglo XIX, en 1840, cuando tuvo lugar la protección de la famosa "Agassiz Rock" en Blackford Hill (Edimburgo-Escocia), que muestra estrías glaciares antiguas, mientras que, en 1887, la Comisión Géologique de la Société Suisse de Recherche sur la Nature, propone la protección de bloques glaciares erráticos, aceptado después por el estado suizo (Domínguez-González, 2005).

A partir de la declaración de los Parques Estatales de Yosemite (1864) y Nacional de Yellowstone (1872) en EE.UU, en el ámbito internacional fueron los primeros Espacios Naturales Protegidos con una legislación específica (Domínguez-González, 2005).

En algunos países pioneros como Gran Bretaña se iniciaron estas tareas de protección a mediados del siglo XX. Si bien en España y en la mayoría de Europa no ha gozado de un verdadero reconocimiento hasta comienzos del siglo XXI. En la actualidad, geodiversidad y patrimonio geológico son conceptos cada vez más extendidos (Carcavilla et al., 2012).

En 1927, el eminente geólogo alemán Dr. Hans Brüggen, publicó en la Revista Chilena de Historia y Geografía, el trabajo "Sobre la protección de un bloque errático situado cerca de Puente Alto". Se refería a un enorme bloque de roca, asociado a otros más pequeños, ubicados en la llanura aluvial del río Maipo, Región Metropolitana, cerca de La Obra. Brüggen interpretaba a estos bloques como testimonios de la extensión que habían alcanzado los glaciares en la última época glacial (Velázquez Rodríguez, 2019).

En 1932, uno de los primeros geólogos argentinos, el Dr. Juan José Nágera, publicó la carta geológica de Tandil (provincia de Buenos Aires, Argentina), y en ella

mencionó como una de sus preocupaciones en bien de la comunidad, la necesidad de creación de Parques Naturales en la zona, donde "...deberá conservarse la naturaleza original facilitándose en toda forma el paseo por los mismos. Deberán publicarse además guías que expliquen su Historia Natural...". (Miranda, 2011).

La idea de crear un movimiento internacional de protección de los sitios existentes fuera de los países de Europa surgió después de la Primera Guerra Mundial.

El acontecimiento que suscitó una verdadera toma de conciencia internacional fue la decisión de construir la gran presa de Asuán, en Egipto, con lo que se inundaría el valle donde se encontraban los templos de Abú Simbel, tesoros de la civilización del antiguo Egipto. En 1959 La UNESCO decidió lanzar una campaña internacional a raíz de un llamamiento de los gobiernos de Egipto y Sudán, y los templos de Abú Simbel y Filae fueron desmontados, trasladados y montados de nuevo. Con ayuda del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), la UNESCO inició la elaboración de un proyecto de convención sobre la protección del patrimonio cultural (Velázquez Rodríguez, 2019).

En 1972 se celebra en París la "Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural", auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). En el artículo 2 considera como "patrimonio natural" a: los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico, las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico, los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural. En virtud de ello, en varios Estados europeos dentro de estos España, Francia, Italia, Alemania, Portugal entre otros, han comenzado a prestar

particular atención, como parte integrante del Patrimonio Natural, al Patrimonio Geológico (Velázquez Rodríguez, 2019).

Tanto es así, que en 1988 se crea la primera asociación europea para la promoción de la geoconservación (European Working Group for Earth Science Conservation).

En el año 2001, se crea un nuevo Grupo de Trabajo de la Asociación Internacional de Geomorfólogos (IAG), denominado “Geomorphosites”. El objetivo principal de este grupo es mejorar el conocimiento y la evaluación de sitios geomorfológicos, con énfasis en la conservación, la educación y atractivo turístico relacionados con esos sitios. Como resultado de ello, se han publicado las “Actes de la Réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie” (2003) con una serie de artículos reunidos bajo el título “Geomorphologie et Tourisme”(Martínez, 2008).

## CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICO – GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DE LA REGION Y DEL AREA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Introducción

En el presente capítulo se describen los principales rasgos físicos-geográficos geológicos, geomorfológicos, tectónicos, climáticos e hidrogeológicos del sector analizado, así lo cual permitirá conocer de forma general el área de estudio.

### 1.3 Ubicación geográfica del área de estudio

La investigación se realizó en el archipiélago Jardines del Rey que ocupa una franja de 465 kilómetros al centro norte de Cuba, al norte de la provincia de Ciego de Ávila y se le distingue por ser el más extenso de los cuatro localizados alrededor de la isla mayor. Se accede por vía aérea a través de diferentes aerolíneas y por carretera mediante el pedraplén construido sobre el mar que une la ciudad de Morón con Cayo Coco (Figura 1).

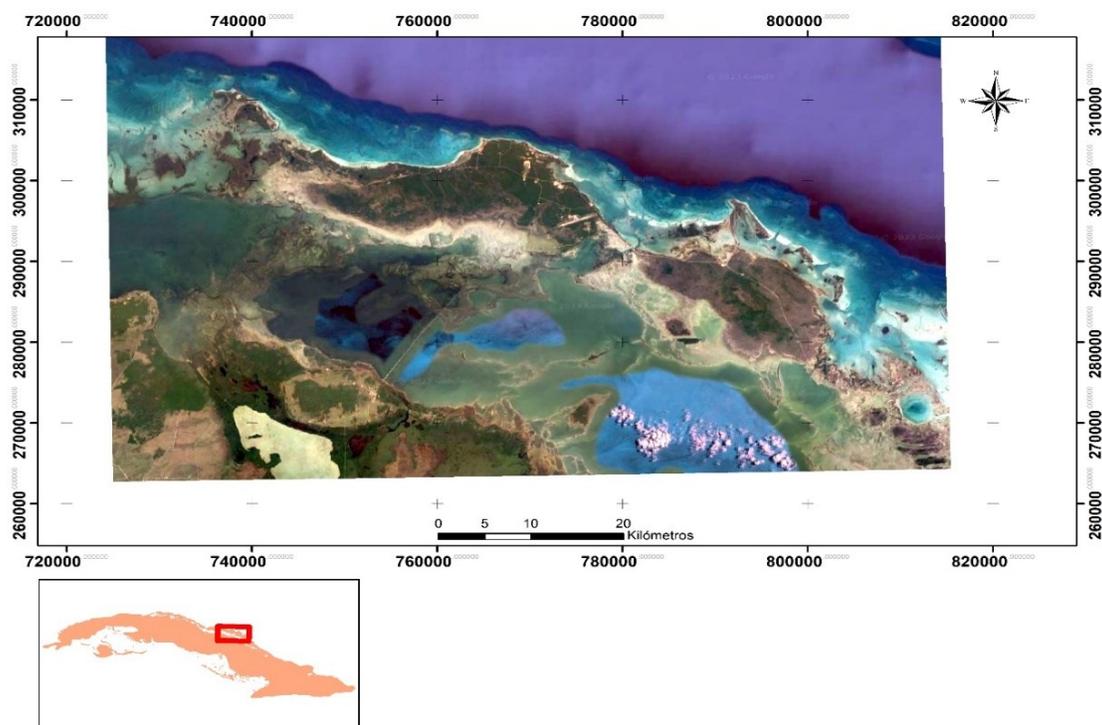


Figura 1. Imagen satelital del área de estudio, escala 1:50 000 elaboración propia.

#### **1.4 Características socioeconómicas regionales**

El área de estudio se caracteriza por el turismo de sol y playa. En él existen extensos complejos hoteleros, que permite el desarrollo turístico en la región y por ende su crecimiento económico, social y cultural. Las principales actividades que se realizan en el área son (Carballo, 2017):

Turístico: varias instalaciones se utilizan para actividades recreativas turísticas, tanto nacionales como internacionales, otras donde se muestran artículos y bibliografía relacionada con la zona, además se dan charlas a los visitantes sobre los valores del AP y la importancia de conservarlos (Carballo, 2017).

Pesquero: Entre los principales usuarios de los recursos del área se encuentran la UEB “Punta Alegre” y “Turiguanó”. Ambas cuentan con 8 embarcaciones escameras y 1 langostera (Carballo, 2017).

#### **1.5 Particularidades climáticas de la región**

El clima de la región se caracteriza por presentar un régimen térmico moderado y relativamente estable, con extremos poco acusados con relación al valor medio anual (Carballo, 2017).

##### **1.5.1. Humedad y evaporación**

La humedad relativa media es de 79 %, durante todo el año resulta superior al 76 % en correspondencia con los meses de marzo y abril que son los de menor humedad, por otra parte, septiembre y diciembre son los más húmedos con 82 %. El comportamiento anual de las precipitaciones demuestra la existencia de dos períodos bien definidos, uno poco lluvioso de noviembre a abril y otro lluvioso el resto del año, con una media que oscila entre 990 y 1200 mm/año (Carballo, 2017).

La región recibe entre 2800 y 3200 horas luz/año, valor significativo para una región tropical, se destaca diciembre como mes que menos horas de sol aporta con una media de 6,2 horas y marzo-abril los de mayor cantidad de horas de sol: 9,3 h como media (Carballo, 2017).

### **1.5.2. Vientos**

El régimen de vientos está definido por la influencia del Anticiclón del Atlántico (Azores – Bermudas) que propicia en la mayor parte del año, la presencia de vientos Alisios predominantes de región NE y E, con una velocidad media de 17,2 km/h. En la otra parte del año, especialmente durante el periodo invernal influyen los anticiclones continentales migratorios, esto provoca vientos del N y NE fuertes de alta persistencia, estas características prácticamente rigen las condiciones climáticas de Cuba. En el periodo de verano la velocidad media es de 10,4 km/h en septiembre y un valor máximo en el invierno de 20,2 km/h en diciembre, donde la dirección del viento suele ser del NE (Carballo, 2017).

Los eventos meteorológicos severos como son los frentes fríos fuertes y los organismos ciclónicos tropicales producen velocidades muy superiores. Las calmas son frecuentes durante las madrugadas y las primeras horas de la mañana, septiembre es el mes de mayores calmas con un 12 % de los días y noviembre el de menos días con calmas con solo un 3 % (Carballo, 2017).

### **1.5.3. Temperaturas y presiones atmosféricas**

La temperatura media anual es de 26,5 °C, se considera el mes más frío, enero con 22,5 °C y el más cálido agosto con 28,8 °C, con una oscilación media anual de 6,3 °C.

Presión atmosférica al nivel del mar tienen un valor medio anual es de 1015.8 *hpa*, febrero es el mes de más alto registro, con 1018.1 *hpa* como promedio, consecuencia de la influencia directa de altas presiones continentales que siguen a los frentes fríos. En noviembre se registran los valores más bajos, con 1013.7 *hpa*, debido a que es el mes donde comienza la transición de nuestro verano con el débil invierno cubano. Tiene dos picos máximos y mínimos, los primeros son alrededor de las 10. 00 y 22. 00 horas, y los segundos ocurren alrededor de las 04. 00 y las 16. 00 horas (Carballo, 2017).

## 1.6 Geología regional y local

En el área de estudio están presentes diferentes litologías pertenecientes a la Formación Jaimanitas, Formación Los Pinos y Formación Cayo Guillermo, También están presentes depósitos de Limos Arenosos, depósitos Marinos y depósitos palustres. Presenta un relieve joven con rocas pertenecientes al Cuaternario. Posteriormente se describe la composición geológica del sector según la información del esquema geológico del área de estudio (Figura 2).

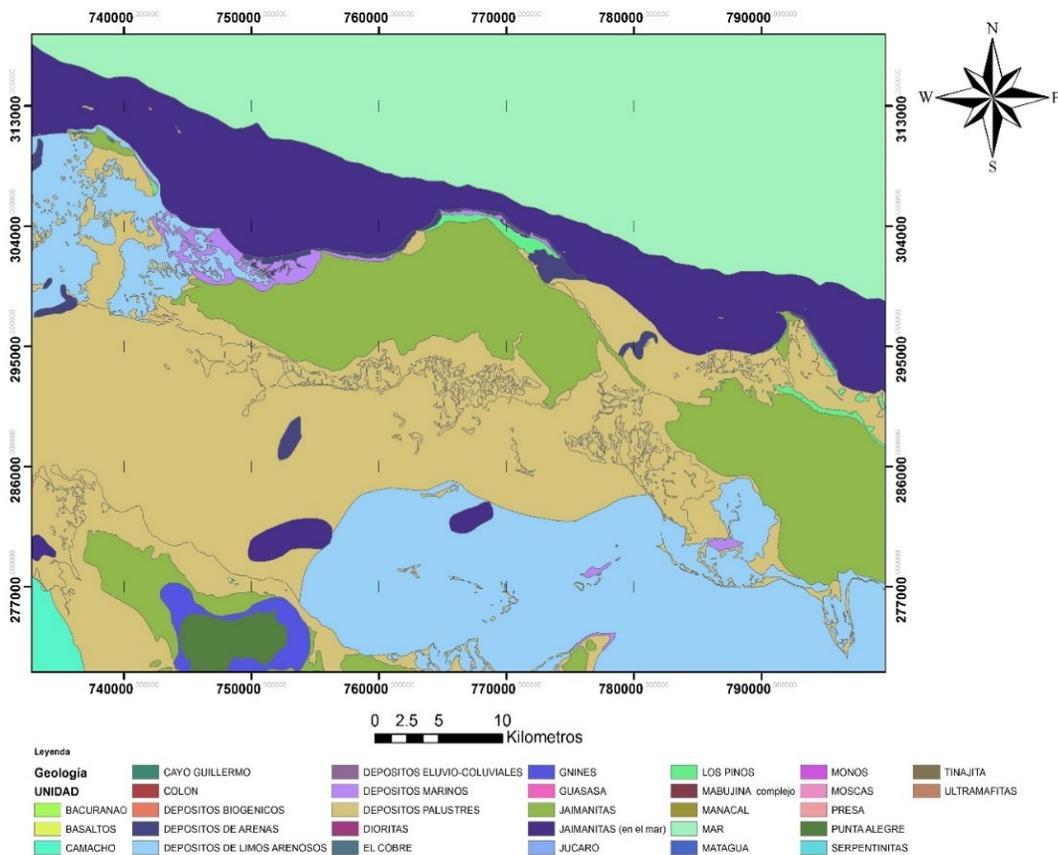


Figura 2. Esquema del mapa geológico de la Cayería norte de Ciego de Ávila, escala 1:50 000 elaboración propia.

**Formación Cayo Guillermo (Pleistoceno Superior, parte alta):** Biocalcarenitas oolíticas y pseudoolíticas y calizas biodetríticas, con matriz micrítica, todas de granos finos a medios, con bioturbación, sin microfósiles reportados. Entre los biodetritos hay algas, miliolidos, soritiidae, equinodermos, entre otros. Se pueden

distinguir hasta tres horizontes de laminación cruzada con inclinación de 0 - 30 grados al NE-SW y SE-NW. Estos horizontes se encuentran separados por superficies levemente alteradas (diastemas). Color gris-crema, con un casquete de meteorización gris oscuro (Léxico Estratigráfico, 2013).

**Formación Jaimanitas (Pleistoceno Superior, parte baja):** Presentan calizas biotriticas masivas, generalmente carsificadas, muy fosilíferas, con contenido principalmente de conchas bien preservadas, corales de especies actuales y, ocasionalmente, biohermos. Los bolsones cársicos se encuentran en ocasiones rellenos por una fina mezcla carbonático-arcillosa-ferruginosa, de color rojo ladrillo. Pasan a biocalcarenitas, de granulometría y estratificación variables o masivas. En mayor o menor cantidad, contienen fragmentos de sedimentos terrígenos, que incluyen calizas preexistentes. Es frecuente encontrar variaciones litofaciales y biofaciales. En general, la cementación es variable y en su superficie presenta un casquete recristalizado de evaporita y caliche combinados, de 1 a 2 metros de espesor, por debajo del cual, en ocasiones, la roca aparece desintegrada, convertida en un material terroso. La coloración predominante es blancuzca, rosácea o amarillenta (Léxico Estratigráfico, 2013).

**Formación Los Pinos (Holoceno):** Calcarenitas oolíticas y biocalcarenitas, ambas de granos medios, bien redondeados y seleccionados, débilmente cementados. En ocasiones presenta laminación inclinada. Color blanco y crema. También suelen presentar conchas de microorganismos marinos y de moluscos terrestres (Léxico Estratigráfico, 2013).

## **1.7 Flora y Fauna**

### **1.7.1. Flora**

La flora del área protegida está representada por 445 especies (10 Briofitos, 7 Hepáticas, 4 Helechos y 424 Spermatophytos). Estas a su vez, se agrupan en 79 familias botánicas y 302 géneros. El endemismo ocupa el 8.3 % (37) del total de plantas listadas. Mientras que existen 12 taxones amenazados, lo cual representa

el 3 %. Las especies prioritarias para la conservación son: *Guettarda munizii* (endémica), *Juniperus lucayana* (Sabina), *Ziziphus havanensis* (Bruja) y *Ximenia roigii* (Almendra de costa, Piñipiñi de sabana, especie endémica) con categoría “En Peligro Crítico”. Las tres primeras localizadas en el bosque siempreverde micrófilo subcostero, mientras que *X. roigii* se distribuye en el matorral xeromorfo costeros y subcosteros (Carballo, 2017).

Uno de los grupos de plantas más ricos de especies en Cuba y el Caribe es el de las orquídeas. En el caso del área protegida se encuentran con categoría “En Peligro” las especies *Crescentia mirabilis* (Güirita, endémica), *Encyclia altissima* y la *Tetramicra Malpighiarum* localizadas en el matorral xeroformo costero sobre afloramiento cársico las dos primeras y en el ecotono entre matorral xeromorfo costero y bosque semidecíduo la tercera. Además de la *Broughtonia lindonii* y la *Encylia phoenicea* que a pesar de estar bien representadas en la mayoría de las formaciones vegetales se encuentran muy expuesta a la amenaza por sus llamativas flores en los meses de verano, esto coincide con el periodo vacacional y más frecuentado por los turistas nacionales (Carballo, 2017).

En el caso de *Crescentia mirabilis* fue registrada en 1990, en el estudio de los grupos insulares, sin embargo, en la actualidad no se ha vuelto a localizar sus poblaciones en el Área Protegida. Con igual status de conservación, se encuentran *Behaimia cubensis* (Ciruelillo, Guaya cánamarillo, Guayacán blanco, Guayacancillo, Guayacancillo de costa, Rana, Rana macho, especie endémico), *Swietenia mahagonii* (Caoba, Caoba amarilla, Caobilla, Caoba de Clavo) y *Schoepfia didyma* (especie endémica), localizadas en el bosque siempreverde micrófilo. *Euphorbia paredonensis* preliminarmente categorizada como “Amenazada”, y confinada a las dunas costeras de “Loma del Puerto”(Carballo, 2017).

Existen 297 con valores de uso para un 67.3 % del total, se considera que una misma especie posee distintos valores tenemos que: 172 son medicinales (57.9 %), 67 comestibles (22.6 %), 19 tóxicas (6.4 %), 75 melíferas (25.3 %), 122

ornamentales (41.1 %), 52 alimento animal (17.5 %) y 58 tienen otros usos (19.5 %) (Carballo, 2017).

### 1.7.2. Fauna

Complejo de vegetación de costa arenosa: es la primera formación que aparece asociada a las zonas de playas y dunas, estas abarcan una franja estrecha que varía en dependencia de la línea de costa. Está compuesta por algunos arbustos, plantas herbáceas o rastreras, entre las que abundan: *Tournefortia gnaphalodes* (Incienso de costa), *Ipomea pre-caprae* (Boniato de playa), *Canavalia maritima* (Mate de costa), *Scaveola plumieri* (bosborín), *Ambrosia hispida* (Carqueza), *Sesuvium portulacastrum* (Verdolaga). También es común encontrar *Cenchrus echinatus* (Guizazo), que por sus características resulta muy incómodo para la realización del ecoturismo (Carballo, 2017).

**Matorral de costa arenosa** con abundancia de *Coccothrinax littoralis* se encuentra muy bien representado en la parte norte del área en la zona cercana a la costa. Su presencia se destaca asociada a dunas que por su altura y extensión constituyen complejos naturales valiosos (Carballo, 2017).

**Matorral xeromorfo costero y subcostero** asociado a superficies cársicas se localiza en pequeñas áreas de carso desnudo donde la estructura de la vegetación está condicionada a las acciones ambientales de forma que en las áreas menos resguardadas del viento y el spray marino, el matorral presenta una fisonomía achaparrada y en ocasiones en forma de bandera, con abundancia de especies espinosas y suculentas como *randia aculeata* (Carballo, 2017).

**Bosque siempreverde micrófilo subcostero** se encuentran donde el manto freático está más próximo a la superficie que en otras áreas del cayó. Este bosque conserva rasgos en su estructura, fisonomía y elementos turísticos, según las caracterizaciones propuestas para otros sitios del país (Carballo, 2017).

**Bosque siempreverde micrófilo alto, estacional y temporalmente inundado con herbazales por partes** En las zonas bajas con lapiés o pavimentos calcificados,

se acumula un suelo orgánico medianamente profundo, donde se establece este tipo de bosque con una altura de 5-8 hasta 12 metros y una cobertura de 70 a 75 % integrado por algunos elementos florísticos característicos de tres tipos de formaciones: bosques siempreverde micrófilos, de manglares y bosque de ciénaga (Carballo, 2017).

**Bosque de manglar con predominancia de *Rhizophora mangle*** se localiza con mayor frecuencia en la línea costera de la interfase tierra-agua sobre sustratos turbosos en la parte oeste del área protegida en las zonas donde es mayor el intercambio de agua con el mar a través del canal de Cayo Guillermo (Carballo, 2017).

## CAPÍTULO II. MÉTODOS, MATERIALES Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

### 2.1. Introducción

El presente capítulo, contiene la metodología aplicada en la investigación realizada basada en la caracterización de los puntos propuestos, para su evaluación y diagnóstico como puntos de intereses geológicos de la cayería norte de Ciego de Ávila para su conservación y protección dentro del patrimonio geológico como se muestra en la (Figura 3).

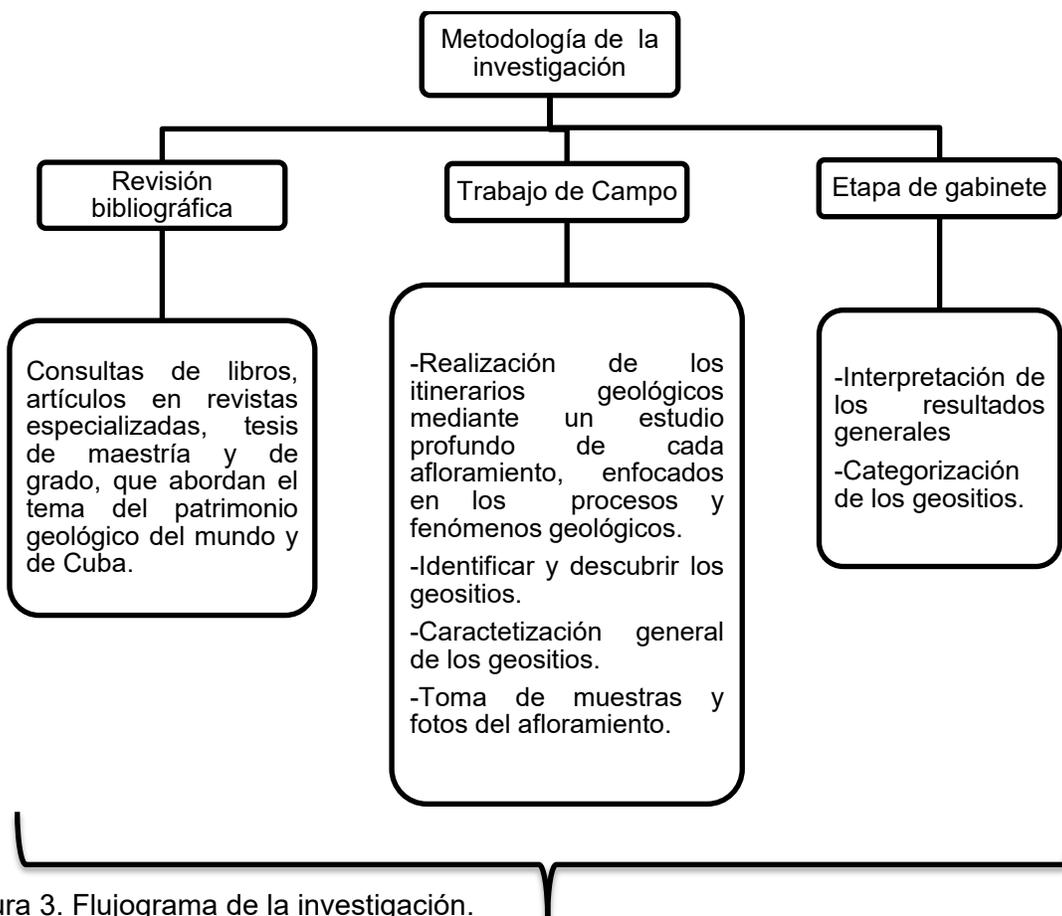


Figura 3. Flujograma de la investigación.

Caracterización de sitios de interés geológico para el desarrollo geoturístico en los cayos del norte de Ciego de Ávila.

## 2.2. Métodos

### Métodos científicos:

- **Métodos teóricos:**

**Análisis-Síntesis:** para el procesamiento e interpretación de la información recopilada en la revisión bibliográfica y de otras fuentes documentales relacionadas con el turismo sostenible y el geoturismo.

- **Métodos empíricos**

**Observación científica:** para identificar y diagnosticar la diversidad del patrimonio geológico.

**Descriptivo:** que fue usado en la etapa de campo con el fin de obtener información primaria que permitió una descripción y una evaluación objetiva del objeto de estudio.

**Análisis estadísticos:** se usó para obtener una comprensión numérica de los datos recolectados y los resultados obtenidos.

## 2.3. Materiales

Los materiales utilizados fueron la libreta de campo, bolígrafos, el sistema de posicionamiento global (GPS), cámara fotográfica, teléfono móvil y laptop.

Se trabajó con el gestor bibliográfico Mendeley para recopilar información, el sistema de información geográfica (ArcGis) para confeccionar los mapas, y Microsoft Excel para elaborar las tablas y gráficos de resultados.

## 2.4. Metodología de trabajo

### 2.4.1 Etapa preparatoria

La investigación se comenzó a desarrollar con la fase de búsqueda bibliográfica, en la que se desarrollaron varias subetapas, la primera dirigida a la búsqueda de bibliografía, revisión de trabajos, artículos, informes y otros documentos, con el fin

de reunir la mayor cantidad de información precedente, además de la selección de los geositos que serían posteriormente estudiados directamente.

Luego se confeccionó el marco teórico conceptual, se reunió y consultó bibliografía suficiente para obtener la caracterización físico-geográfica y la caracterización geológica regional y local de las distintas áreas de estudio.

En nuestro territorio nacional existen leyes de protección y conservación de sitios y objetos patrimoniales, además de una legislación que establece diversas categorías de manejo para determinadas áreas donde existen especies de animales, plantas o ecosistemas en general que necesitan de protección.

Dentro de la ciencia de la tierra, consideran como herencia geológica cubana:

- \* Localidades tipo y estratotipos de unidades lito y bioestratigráficas
- \* Holotipos y paratipos de especies de animales y plantas fósiles
- \* Yacimientos fosilíferos donde se han recuperado holotipos y paratipos
- \* Minas reconocidas y minas representativas de una explotación importante
- \* Estructuras geológicas de interés por su exclusividad o desarrollo
- \* Informes originales de personalidades del trabajo científico, en el campo geológico, concernientes al hallazgo de minas, yacimientos de petróleo, fósiles importantes, manantiales de aguas minero medicinales, etc.
- \* Otros bienes creados por esfuerzo propio en función del trabajo geológico (Domech, 2007).

Para la evaluación de los geositos se tomó como base la metodología elaborada por (Domech, 2007), que consiste en categorizar cualitativa y cuantitativamente los sitios de interés geológico, a partir de la valoración de la calidad de 10 parámetros, a los que se le hace corresponder una puntuación ponderada sobre la base de 100 puntos; según la consideración especializada, que le asigna peso o importancia a cada parámetro y, por tanto, mayor o menor puntuación (Tabla 1).

## 3. Tabla 1. Parámetros, calidad y puntuación ponderada.

No.	Parámetro	Calidad	Puntuación
1	Representatividad y valor científico	Alta	15
		Media	10
2	Valor histórico	Alto	10
		Medio	7
3	Valor estético para la enseñanza y el turismo	Alto	10
		Bajo	7
4	Importancia didáctica	Alta	12
		Media	8
5	Rareza	Notable	12
		Escasa	8
		Común	4
6	Irrepetibilidad	Irrepetible	12
		Repetible	8
7	Estado físico del geositio	Apropiado	3
		Poco apropiado	4
		Inapropiado	5
8	Vulnerabilidad	Muy vulnerable	12
		Vulnerable	8
		Poco vulnerable	2
9	Tamaño	Grande	2
		Medio	4
		Pequeño	6
		Muy accesible	6
10	Accesibilidad	Accesible	5
		Poco accesible	4
		Inaccesible	2

**Descripción de los parámetros.**

## 1) Representatividad y valor científico.

•Alta. En caso de ser una localidad tipo original, un lectoestratotipo, un neoestratotipo, o un geositio donde han sido descritas holotipos de macro y microfósiles, o han sido halladas grandes poblaciones de dichas especies, o cualquier otro lugar verdaderamente representativo de una época geológica determinada, o desarrollo geológico específico. También las localidades que presentan un relieve con características singulares y distintivas.

- Media. En caso de para estrato tipos y otros cortes representativos, pero que tienen homólogos o similares en mejores condiciones en otras partes. Localidades donde han sido descritas especies de fauna o flora fósil característica, pero que no son localidades tipo. También pueden incluirse en esta categoría sitios donde se encuentran formas y estructuras que evidencian procesos representativos de un momento específico del desarrollo geológico.

## 2) Valor histórico.

- Alto. Si está relacionado con el trabajo de los precursores o representa un punto de inflexión en el desarrollo de las geociencias.

- Medio. Si solo representa un geositio donde se ha descrito una unidad lito o bioestratigrafía, se ha identificado una especie, género o grupo de fósiles o se ha señalado la existencia de un fenómeno geológico.

## 3) Valor estético para la enseñanza y el turismo

- Alto. Si presenta estructuras, cristalizaciones, dislocaciones etc., pero que se manifiestan de forma espectacular; que puedan mostrarse a visitantes calificados o no y que llamen su atención e interés.

- Bajo. Si no presentan formas espectaculares que sean atractivas para el visitante neófito.

## 4) Importancia didáctica; para la enseñanza o promoción de las geociencias.

- Alta. Si presenta, prácticamente por sí solo, lo que quiere enfatizarse o varios fenómenos, que en conjunto definen determinada estructura o fenómeno que quiere explicarse, o muestra claramente la fauna y(o) flora fósil que identifica una edad o un proceso.

- Media. Si la presencia de las formas y procesos geológicos no son tan representativos y para explicar un fenómeno o estructura deben utilizarse otros medios.

5) Rareza, por la dificultad en encontrar algún geositio con estas características.

- Notable. Si el fenómeno o forma que presenta el geositio no se conoce en otro lugar del territorio nacional o de la región o del mundo.

- Escaso. Si el hecho geológico que presenta se encuentra raramente en el territorio nacional o fuera del mismo, de acuerdo al nivel de conocimientos del colectivo del proyecto y la literatura disponible.

- Común. Si se conocen otros sitios similares en el territorio nacional y fuera del mismo.

6) Irrepetibilidad, relacionada con la rareza, pero también con las afectaciones o desaparición que puedan haber sufrido geositios similares, que son irrecuperables.

- Irrepetible. Si constituye el único lugar donde se ha descrito la unidad lito o bioestratigráfica, si es la única localidad donde se ha encontrado una especie determinada o si el o los otros lugares que se conocían han sido dañados o destruidos de forma irrecuperable.

- Repetible, Si pueden designarse otros lugares que tengan características similares y que representen iguales situaciones, estructuras, formas o fenómenos que lo definen como un geositio de importancia.

7) Estado físico del geositio. Atiende a si se encuentra libre de malezas, residuales sólidos o líquidos o si se encuentra utilizado para un uso no investigativo.

- Apropiado. Está libre de malezas residuales u de otras circunstancias que lo altere o perjudique.

- Poco apropiado. Está cubierto ligeramente por malezas, está ocupado temporal y ligeramente por residuales o elementos que no causen daño definitivo, o utilizado con objetivos no investigativos.

- Inapropiado. Está cubierto fuertemente por malezas o está en un área de cultivo. Está siendo utilizado para verter residuales sólidos o líquidos en o a través del mismo. Está ocupado de forma permanente por alguna edificación.

8) Vulnerabilidad. Este parámetro está relacionado con la situación física del geosítio.

- Muy vulnerable. Si es un lugar muy expuesto a la acción antrópica y natural, o las características y condiciones del lugar determinan que debe protegerse de ambos agentes, con alguna medida especial.

- Vulnerable. Si es un lugar expuesto a la acción antrópica o de la naturaleza, y debe protegerse de alguno de estos agentes.

- Poco vulnerable. Si tiene buenas condiciones o características físicas y está protegido de la acción del hombre o puede protegerse mediante medidas simples.

9) Tamaño. Atendiendo al área que abarca.

- Grande. Si abarca más de una hectárea, en área o tiene una longitud mayor de 500 m, en el caso de un área donde se haya descrito una formación geológica. En el caso de la localidad de un holotipo, debe considerarse la totalidad del área.

- Medio. Si abarca menos de una hectárea y/o tiene una longitud menor de 500 metros y mayor de 100 metros.

- Pequeño. Si está en el entorno de 100 metros de longitud o 100 metros cuadrados (si es un corte o afloramiento).

10) Accesibilidad. Atendiendo a las posibilidades de aproximación.

- Muy accesible. Si existe camino para vehículos hasta el geosítio.

- Accesible. Si existen caminos para bestias o personas hasta el geosítio.

- Poco accesibles. Si existen solo veredas o rutas intrincadas hasta el geosítio.

- Inaccesibles. Si no existen caminos trazados hasta el geosítio y hay que abrirlos cuando quiera visitarse.

Categorización.

Al aplicar la metodología establecida y teniendo en cuenta la puntuación obtenida sobre la base de 100 puntos se establece la clasificación de los geositos en A, B y C, determinándose previamente que:

1. Para una puntuación entre 85 y 100 puntos los geositos se consideran de clase A, deben tener una mayor protección y si fuera posible una categoría patrimonial, local o nacional.
2. Entre 70 y 84 puntos los geositos se consideran de clase B y debe establecerse para los mismos una forma de manejo y si resultara factible una categoría patrimonial local.
3. Entre 50 y 69 puntos los geositos se catalogan como clase C y deben recibir algún tratamiento por las autoridades locales.

Según el artículo 5, del Decreto Ley 201/99, los geositos pudieran declararse: Parque Nacional, Reserva Natural, Reserva Ecológica, Elemento Natural, Paisaje Natural Protegido y según el artículo 3, áreas protegidas de significación nacional y áreas protegidas de significación local.

#### **2.4.2 Etapa de trabajo de campo**

El trabajo de campo se efectuó en tres salidas. El objetivo fue realizar la cartografía general de los geositos seleccionados. Se confeccionó un mapa satelital (Figura 4) y uno geológico (Figura 5) de ubicación geográfica de los geositos con 13 puntos.

Tabla 2: Puntos del Polígono.

Puntos	Nombres	Coordenadas X	Coordenadas Y	Ubicación
1	Agujero azul Cayo Paredón	-78.150603	22.444344	Cayo Paredón
2	Nicho de Marea Playa Larga	-78.355216	22.538362	Cayo Coco
3	Laguna litoral de Meliá Coco	-78.354879	22.533858	Cayo Coco
4	Planos de Estratificación Playa la Academia	-78.361358	22.538099	Cayo Coco
5	Calizas Biodetríticas Consolidadas	-78.388183	22.533529	Cayo Coco
6	Cueva del Jabalí	-78.405609	22.54522	Cayo Coco
7	Cueva con Solapas Cayo Coco	-78.41439	22.550136	Cayo Coco
8	Estratificación Inclínada Dunas del Puerto	-78.419433	22.553081	Cayo Coco
9	Playa Pilar	-78.698471	22.612604	Cayo Guillermo
10	Calizas Compactas Formación Cayo Guillermo	-78.701904	22.60967	Cayo Guillermo
11	Dunas de Playa Pilar	-78.698768	22.612642	Cayo Guillermo
12	Estratificación Cruzada Playa Pilar	-78.695098	22.611589	Cayo Guillermo
13	Calizas Biodetríticas Cayo Guillermo	-78.693992	22.608135	Cayo Guillermo

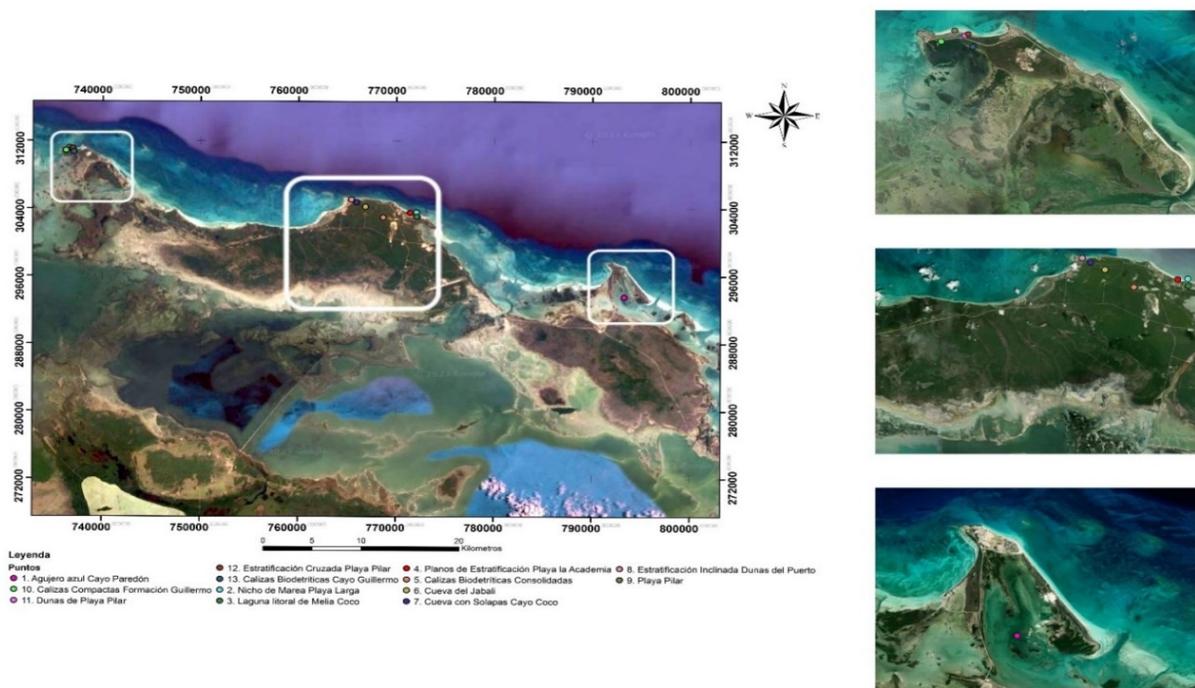


Figura 4. Imagen satelital de ubicación geográfica de los geositos propuestos, escala 1:50 000 elaboración propia.

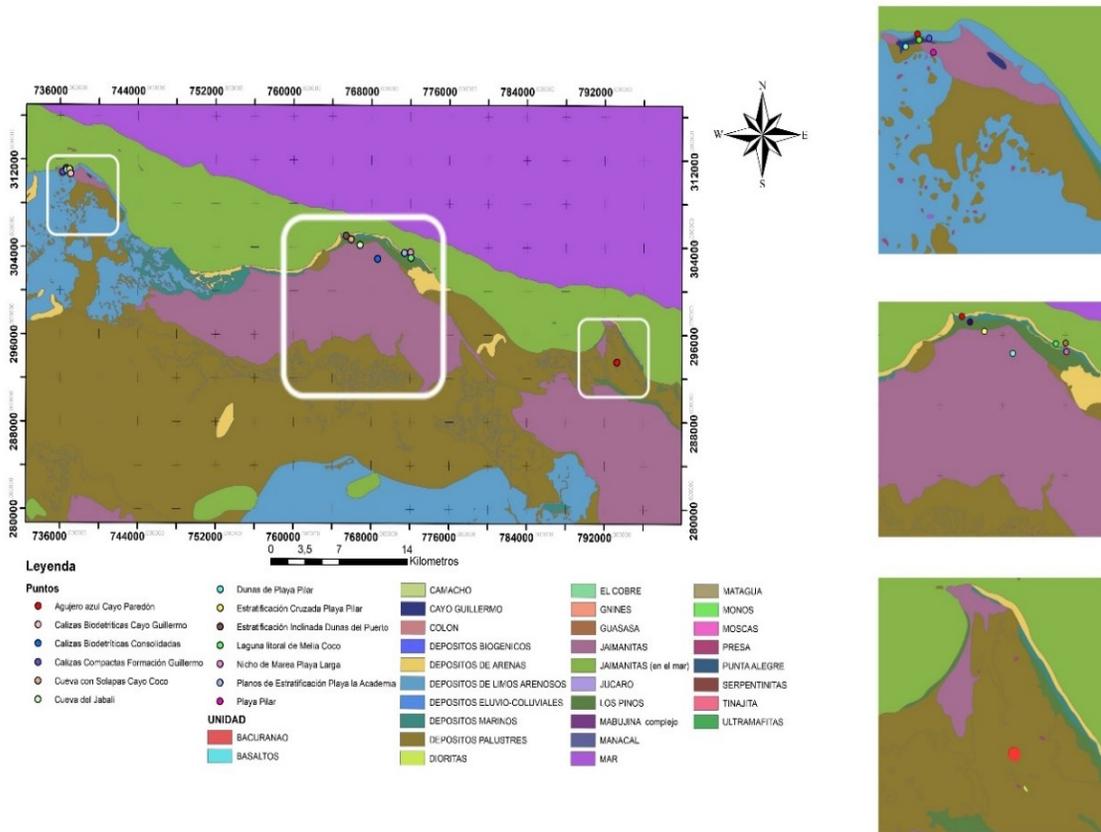


Figura 5. Esquema geológico con la ubicación geográfica de los geositios propuestos, escala 1:50 000 elaboración propia.

### 2.4.3 Procesamiento de la Información

Etapa de gabinete estuvo dirigida al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el trabajo de campo a través de la clasificación y se realizó la categorización de los geositios.

### Conclusiones

La comprensión del Geoturismo, dentro del marco del Turismo Sostenible, está basada en la valorización turística de elementos geológicos y/o geomorfológicos del paisaje, su conservación y la posibilidad de generar educación ambiental a partir de ellos, aunque se detectó que las investigaciones orientadas al desarrollo del geoturismo son limitadas y las tecnologías existentes no son aplicables para contribuir a la solución del problema científico de la investigación.

## CAPÍTULO III. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

### 3.1. Introducción

Durante la etapa de gabinete, se redactó el informe con la información obtenida durante la etapa de campo, se categorizaron los geositos propuestos y se propuso una serie de medidas para su protección y conservación.

### 3.2. Caracterización general de los sitios de interés geológico.

#### Punto 1: Agujero Azul Cayo Paredón.

**Coordenadas:** X: -78.150603 Y: 22.444344

**Breve descripción:** El punto se ubica en la ensenada de Cayo Paredón, rodeado por un perfil sumergido llano, homogéneo y regular, con profundidades predominantemente bajas que oscilan entre 0.50 y 1.50 metros. Esta estructura geológica submarina, con similitud a un sumidero o cueva vertical, exhibe paredes casi verticales, un diámetro de aproximadamente 90 metros y una profundidad de 36 metros. Destaca el marcado contraste de colores entre las aguas circundantes y las del interior, presentando tonalidades que van desde el azul oscuro hasta el negro. Se trata de una formación submarina fascinante y única en la región, originada por procesos de disolución y colapso de las calizas. Su relevancia científica es significativa, ya que ofrece información crucial sobre la historia ambiental y climática de la zona (Figura 6).



Figura 6. Imágenes satelitales del Agujero Azul en Cayo Paredón.

**Punto 2: Nicho de Marea Playa Larga.****Coordenadas:** X: -78.355216 Y: 22.538362

**Breve descripción:** El afloramiento exhibe notables nichos de marea, y el carso presente en la zona se clasifica como carso litoral y costero, influido por la acción del mar, que abarca procesos de erosión, abrasión y disolución marina. En su superficie se identifican dolinas, con una altura de alrededor de 3 metros sobre el nivel del mar y una extensión aproximada de 200x100 metros. Este punto posee una accesibilidad destacada y un estado físico adecuado, atribuible a la alta dureza de su litología. Su relevancia didáctica es significativa, mostrando una representatividad y valor científico elevados, además de su rareza, ya que, aunque existen otros afloramientos a lo largo de la línea costera de la región de estudio, este se distingue. Además, su valor histórico es notable, pues las rocas albergan una variedad de fósiles que brindan información valiosa sobre la historia de la vida en la Tierra (Figura 7).

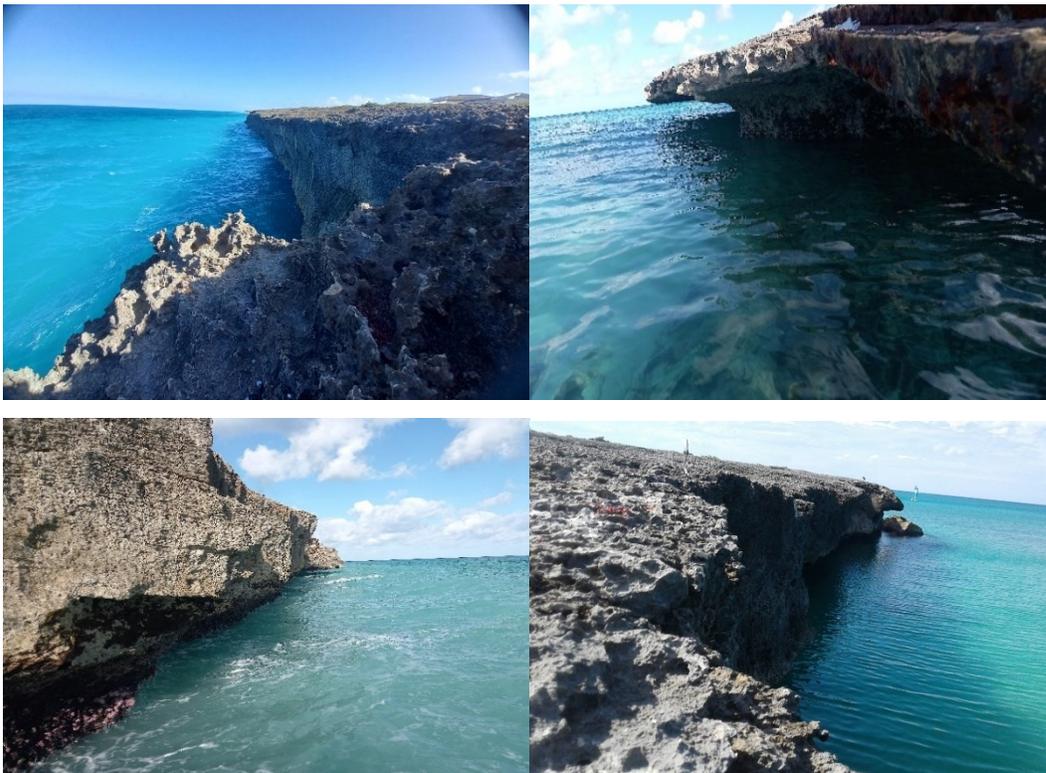


Figura 7. Fotografías del nicho de marea en Playa Larga.

**Punto 3: Laguna litoral Hotel Meliá Coco.****Coordenadas:** X: -78.354879 Y: 22.533858

**Breve descripción:** La laguna, accesible a través de la carretera del Hotel Meliá Coco, abarca aproximadamente 900 metros de longitud y 200 metros de ancho, con una profundidad que oscila entre 0.50 y 1.20 metros. Su único canal de alimentación es el mar, con un intercambio de aguas limitado; no obstante, a pesar de este hecho, sus aguas son completamente saladas. La formación de la laguna está vinculada a procesos geológicos que han ocurrido en la zona a lo largo de un extenso período de tiempo, donde destacan la erosión, meteorización y acumulación. La presencia de manglares en sus alrededores desempeña un papel crucial al estabilizar el suelo costero y mitigar el impacto de la erosión. Además, la laguna funciona como un depósito significativo de sedimentos, tanto de origen marino como continental, brindando información valiosa sobre la historia geológica y climática de la región (Figura 8).



Figura 8. Fotografías e imagen satelital de la laguna litoral del Hotel Meliá Coco.

**Punto 4: Planos de estratificación Playa la Academia.****Coordenadas:** X: -78.361358 Y: 22.538099

**Breve descripción:** El afloramiento exhibe planos de estratificación de calizas biodetríticas, con un tamaño promedio de 5 metros y acceso desde la línea costera, ya sea desde Playa Larga o Playa La Academia. Este sitio se encuentra en una situación vulnerable debido a la intensidad de los agentes erosivos y a su estado de deterioro, aunque destaca por su alto valor estético para el desarrollo del geoturismo. Además, presenta una elevada representatividad, valor científico e importancia didáctica para la enseñanza de las geociencias, la Geología de Cuba, la Geología General y la Paleontología; asimismo, cuenta con un destacado valor histórico. En cuanto a su rareza, es común, ya que existen otras estructuras similares en el territorio nacional. Este punto resulta significativo al proporcionar información valiosa sobre la dinámica costera en un período de tiempo específico en esta región (Figura 9).



Figura 9. Fotografías de los planos de estratificación en la Playa la Academia.

**Punto 5: Calizas biodetríticas consolidadas Cayo Coco.****Coordenadas:** X: -78.388183 Y: 22.533529

**Breve descripción:** El afloramiento exhibe calizas biodetríticas consolidadas con restos de caracolas, pertenecientes a la Formación Jaimanitas, formadas por la acumulación de materiales orgánicos en el fondo del mar, reflejando procesos de sedimentación y diagénesis. Con un tamaño de 20x10 metros, carece de accesibilidad debido a la presencia solo de veredas y rutas de difícil acceso. Su vulnerabilidad radica en la exposición a agentes exógenos, y su estado físico es poco apropiado al encontrarse parcialmente cubierto por malezas. A pesar de ello, su valor histórico e importancia didáctica son elevados, ya que alberga evidencias de la fauna del lugar en un determinado período geológico. Sin embargo, su valor estético para la enseñanza y el turismo es bajo. En relación con su rareza e irrepetibilidad, no posee un alto potencial, aunque resulta de gran relevancia al proporcionar información sobre el ambiente marino en el que se formaron, resguardando registros geológicos valiosos. (Figura 10).



Figura 10. Fotografías calizas biodetríticas en Cayo Coco.

**Punto 6: Cueva del Jabalí.****Coordenadas: X: -78.405609 Y: 22.545220**

**Breve descripción:** La cueva, ubicada cerca de Playa Prohibida y accesible por carretera, abarca aproximadamente 400 metros cuadrados con una altura de hasta 4 metros. Se caracteriza por un carso litoral y costero de origen marino y fluvial. Aunque presenta galerías naturales, es notable la marcada intervención antropogénica, transformándola en un centro de recreación nocturno. Este sitio ejemplifica cómo los procesos de disolución de las rocas calizas pueden originar sistemas subterráneos. Asimismo, exhibe formaciones como estalactitas, estalagmitas y columnas, resultado de la interacción entre las aguas y los minerales disueltos. Es esencial la protección de estas cuevas y su entorno natural para preservar tanto su valor geológico como ecológico (Figura 11).



Figura 11. Fotografías del interior de la Cueva del Jabalí.

**Punto 7: Cueva con solapa sendero Dunas del Puerto.**

**Coordenadas:** X: -78.414390 Y: 22.550136

**Breve descripción:** El área representa un paisaje cárstico modelado por procesos de disolución, que han dado lugar a la formación de cuevas con solapas. Estas cuevas, con un espesor de aproximadamente 1.50 metros, una altura variable entre 1 y 2 metros y una extensión de 35x15 metros, se han originado gracias a dichos procesos. La accesibilidad al lugar es buena, gracias a la reciente creación de un sendero. Destaca por su elevada representatividad, valor didáctico y atractivo estético tanto para la educación como el turismo. Su estado físico es óptimo, con un alto grado de conservación. Aunque su irrepetibilidad y rareza no son excepcionales, su proximidad a otras estructuras similares no disminuye su importancia. (Figura 12).



Figura 12. Fotografías de las solapas de la cueva del sendero Dunas del Puerto.

**Punto 8: Estratificación inclinada Dunas del Puerto.****Coordenadas:** X: -78.419433 Y: 22.553081

**Breve descripción:** El sitio, ubicado en las Dunas del Puerto, cercano a Playa Prohibida, exhibe calizas biodetríticas con una dimensión de 8 metros de longitud y 2 metros de altura. Se observa una marcada estratificación, con un ángulo de inclinación variable entre  $30^\circ$  y  $22^\circ$ . Sin embargo, su vulnerabilidad es notable, ya que estas rocas carecen de una consolidación robusta, haciéndolas susceptibles a los agentes erosivos. A pesar de ello, el lugar presenta un alto valor estético para propósitos educativos y turísticos, destacando por su importancia didáctica al exhibir estructuras que capturan la atención e interés de los visitantes. Aunque su rareza e irrepetibilidad no son excepcionales, dada la existencia de estructuras similares en la provincia, no se debe subestimar su significancia (Figura 13).



Figura 13. Fotografías de la estratificación con inclinación en Dunas del Puerto.

**Punto 9: Playa Pilar.****Coordenadas:** X: -78.698471 Y: 22.612604**Breve descripción:**

Considerada una de las mejores playas de Cuba y clasificada entre las 25 principales del mundo, esta magnífica franja de arena fina se destaca por sus aguas tibias y tonalidad azul turquesa. La playa, con aproximadamente 300 metros de longitud y 10 metros de ancho, exhibe arenas carbonatadas de blancura resplandeciente y grano muy fino, clasificadas según los parámetros del libro de Mineralogía Óptica de Paul Kerr (Kerr, 1972). Su acceso se realiza a través de una pasarela elevada sobre sus dunas, y, aunque es objeto de atención turística y vulnerable a la acción antropogénica, se implementan medidas para su conservación. La playa no solo ostenta un alto valor estético y turístico, sino que también posee una marcada significación en términos de representatividad, valor científico y didáctico, destacando por su rareza e irrepetibilidad en la región (Figura 14).



Figura 14. Fotografías de Playa Pilar en Cayo Guillermo, muestra de arena e imagen microscópica.

#### **Punto 10: Calizas compactas Formación Cayo Guillermo.**

**Coordenadas:** X: -78.701904 Y: 22.609670

**Breve descripción:** En este afloramiento, se pueden apreciar calizas biotráficas de color crema, fuertemente consolidadas y pertenecientes a la Formación Cayo Guillermo. Con dimensiones de aproximadamente 8x20 metros, su inaccesibilidad, ubicado a unos 150 metros de la carretera sin vías de acceso, lo expone a los agentes exógenos vinculados a las condiciones climáticas. A pesar de su escaso atractivo estético y limitada importancia didáctica para visitantes novatos, posee gran relevancia en términos de rareza e irrepetibilidad al representar exclusivamente a la formación Cayo Guillermo en el contexto nacional. Además, destaca por su alta representatividad y valor científico en el estudio de las calizas biotráficas (Figura 15).



Figura 15. Fotografías del afloramiento de calizas de la Formación Cayo Guillermo.

### **Punto 11: Dunas de Playa Pilar.**

#### **Coordenadas:**

**Breve descripción:** Estas dunas, accesibles por carretera y senderos, forman una impresionante estructura que se extiende a lo largo de la costa, alcanzando alturas de hasta 15 metros en algunos puntos. Compuestas mayormente por arena blanca y fina, resultado de la acción del viento y las corrientes marinas, estas dunas no solo destacan por su belleza natural, sino que también desempeñan un papel crucial en la protección costera contra la erosión y las tormentas. La vegetación que las cubre contribuye a estabilizarlas y prevenir la pérdida de arena. Con un estado físico excepcional, son las dunas mejor conservadas de América insular, lo que resalta su rareza e irrepetibilidad. Además, su categorización como elemento natural destacado subraya sus valores dentro del ecosistema (Figura 16).



Figura 16. Fotografías de las Dunas de Playa Pilar.

**Punto 12: Estratificación cruzada Playa Pilar.****Coordenadas:** X: -78.695098 Y: 22.611589

**Breve descripción:** Se puede observar una clara estratificación cruzada en las calizas biodetríticas que conforman las dunas de Playa Pilar, con dimensiones de 4 metros de longitud y 2 metros de altura. El acceso a este sitio se realiza a lo largo de la línea costera desde Playa Pilar. Sin embargo, las rocas exhiben una fuerte alteración y descomposición, lo que las hace frágiles y susceptibles a la erosión y el transporte. Aunque su rareza e irrepetibilidad no son notables debido a la presencia de estructuras similares en la región, este sitio destaca por su alto valor didáctico y estético, beneficiando tanto a la enseñanza como al turismo. Su valor histórico es moderado, al igual que su representatividad (Figura 17).



Figura 17. Fotografías de la estratificación cruzada en Playa Pilar.

**Punto 13: Calizas biodetríticas Guillermo.****Coordenadas:** X: -78.694015 Y: 22.608152

**Breve descripción:** En el afloramiento se pueden observar calizas biodetríticas consolidadas, con la presencia de restos de caracolas. Este presenta unas dimensiones de 30x10 metros y se accede a través de senderos, aunque se encuentra parcialmente cubierto por malezas y expuesto a procesos de meteorización. El punto se destaca principalmente por su valor histórico, ya que su estudio podría proporcionar información relevante sobre las condiciones ambientales en las que se depositaron estas rocas, incluyendo la profundidad del mar, la temperatura, la salinidad del agua y la composición de la fauna y flora marina en ese período específico (Figura 18).



Figura 18. Fotografías de calizas biodetríticas en Cayo Guillermo.

### 3.3 Análisis del comportamiento de cada parámetro

A partir de los resultados obtenidos durante el procesamiento de esta información se conformó una tabla analítica del comportamiento numérico de los parámetros (Tabla 3Tabla 1).

Tabla 3: Análisis del comportamiento de cada parámetro

Punto	Parámetros																				Puntuación	Clasificación						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																		
	15	10	10	7	10	7	12	8	12	8	4	12	8	3	4	5	12	8	2	2	4	6	6	5	4	2		
1	15			7	10		12		12			12		3				8				6				2	87	A
2		10		7	10			8			4		8		4			2		4		6					63	C
3		10	10			7		8			4		8	3				8		2		6					66	C
4		10		7	10			8			4		8		4		12				6			5			74	B
5		10	10			7		8			4		8		4			8			6				4		69	C
6		10		7	10		12			8			8		4		12				6	6					83	B
7		10	10		10		12			8			8		5		8			4				5			80	B
8		10		7	10			8			4		8		5		8				6		5				71	B
9	15			7	10			8	12				8		4		12			4		6					86	A
10	15		10			7	12		12			12			5		8				6				2		89	A
11	15			7	10		12		12			12		3				8		2		6					87	A
12		10	10		10		12				4		8		4			8			6		5				77	B
13		10	10			7		8			4		8		4			8			6			4			69	C

**Nota:** Los Parámetros son: 1-Representatividad y valor científico. 2-Valor histórico. 3-Valor estético para la enseñanza y el turismo. 4-Importancia didáctica. 5-Rareza. 6-Irrepetibilidad. 7-Estado físico del geositio. 8-Vulnerabilidad. 9-Tamaño. 10- Accesibilidad.

A través de la Tabla 3 fue posible confeccionar los gráficos de porcentaje de calidad para cada parámetro evaluado, que nos permite determinar las cualidades y el estado de los geositios.

El análisis del Gráfico 1 revela que un porcentaje significativo, específicamente el 31%, de los geositios exhiben una representatividad y valor científico considerablemente alto. Este hallazgo destaca la presencia de características geológicas únicas y significativas en estos lugares, siendo el punto 11 particularmente destacado. Este punto se destaca por las dunas más altas de América insular, lo que lo hace excepcional desde el punto de vista geológico.

Por otro lado, el 69% restante de los geositios ha sido clasificado con una representatividad y valor científico menor. Esto puede deberse a la presencia de puntos similares dentro del territorio que, según la evaluación, podrían ofrecer condiciones geológicas más favorables o características más destacadas en comparación con estos sitios.

En consecuencia, este análisis destaca la importancia de priorizar la conservación y promoción de aquellos geositios que exhiben una representatividad y valor científico más alto, ya que estos lugares no solo contribuyen significativamente al conocimiento geológico, sino que también tienen un potencial turístico valioso. Además, se sugiere una revisión y evaluación más detallada de los geositios con clasificaciones más bajas para determinar si hay aspectos geológicos adicionales que podrían haberse pasado por alto en la evaluación inicial (Gráfico 1).

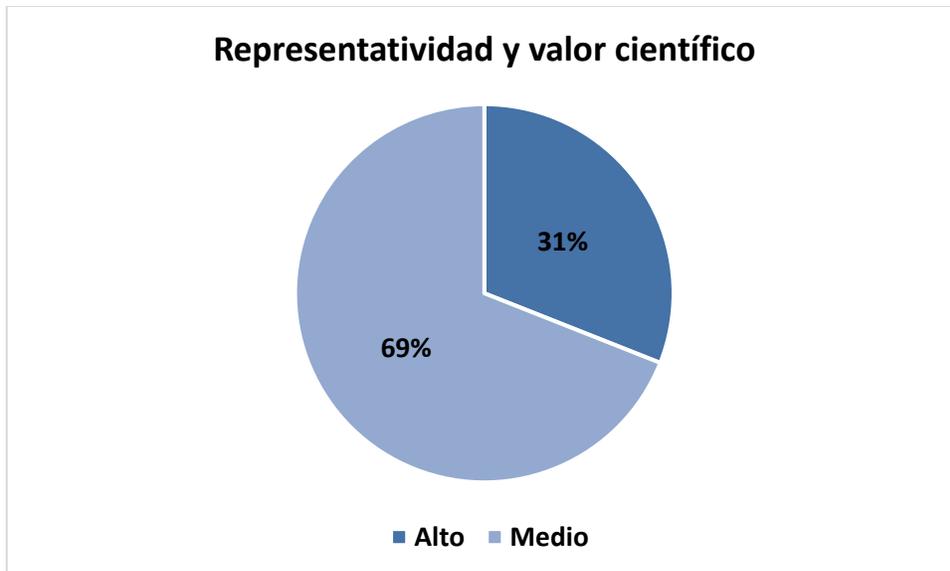


Gráfico 1. Representatividad y valor científico.

La interpretación del Gráfico 2 revela que un porcentaje significativo, específicamente el 46%, de los geositios visitados fueron considerados de gran relevancia en términos de su valor histórico. Este hallazgo sugiere que estos sitios poseen características geológicas que pueden proporcionar información valiosa sobre las condiciones ambientales en las que se formaron estas estructuras a lo largo del tiempo geológico. La atención especial a estos geositios puede ser crucial para comprender la evolución del entorno y los procesos geológicos que han dado forma a la región.

Por otro lado, el 54% restante de los geositios fue evaluado con una calidad histórica de nivel medio. Esto indica que, aunque estos sitios aún tienen un valor histórico, su importancia puede ser considerada menos significativa en comparación con aquellos que obtuvieron una calificación más alta. Es importante destacar que la calificación de calidad media no implica falta de importancia, sino que estos sitios pueden tener una relevancia histórica valiosa en un contexto más amplio (Gráfico 2).

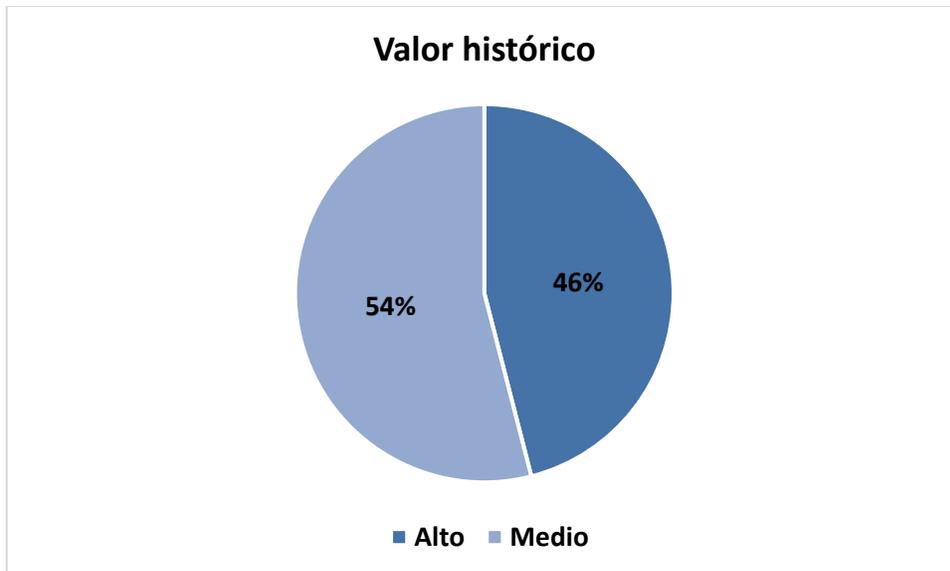


Gráfico 2. Valor histórico.

La interpretación del Gráfico 3 muestra que el 69% de los geositios evaluados exhiben un alto potencial en cuanto a su valor estético, lo que sugiere que estos sitios poseen características visuales y paisajísticas atractivas, convirtiéndolos en destinos ideales para la educación y el turismo de naturaleza o geoturismo. Entre los destacados en esta categoría se encuentran la Estratificación Cruzada en Playa Pilar, el Agujero Azul en Cayo Paredón y las Dunas de Playa Pilar. Estos lugares ofrecen formas espectaculares que resultan atractivas tanto para expertos como para visitantes neófitos interesados en la geología y la belleza natural.

En contraste, el 31% restante de los geositios se clasificó como de valor estético medio. Esto indica que, aunque estos sitios aún poseen ciertos aspectos visualmente atractivos, pueden carecer de formas espectaculares que sean tan llamativas para el visitante novato en comparación con aquellos que obtuvieron una clasificación más alta. Aunque su atractivo estético puede ser más moderado, aún contribuyen al panorama general de la geodiversidad de la región (Gráfico 3).

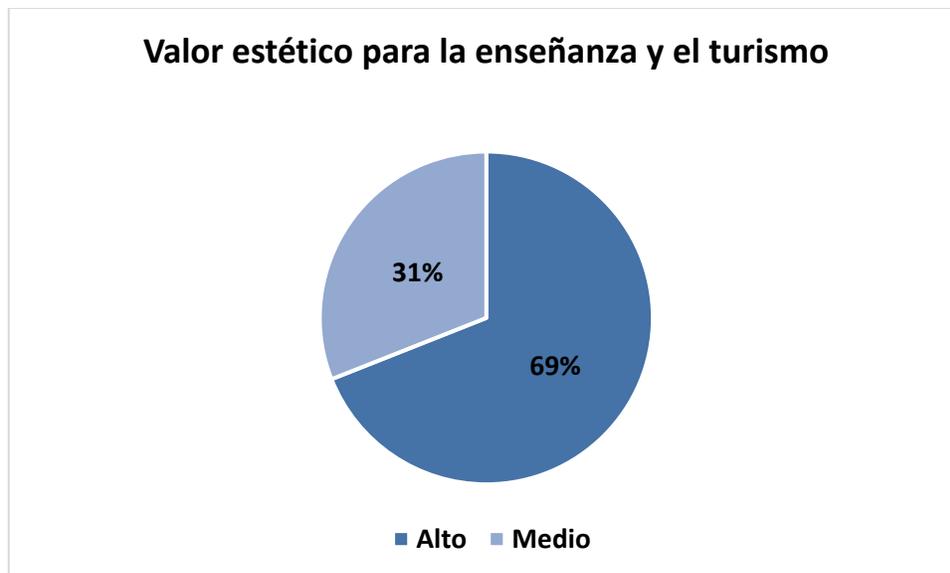


Gráfico 3. Valor estético para la enseñanza y el turismo.

La interpretación de la variable de importancia didáctica, según el Gráfico 4, revela que el 46% de los geosítios estudiados se clasifican como de alta importancia didáctica. Esto sugiere que estos lugares son valiosos para la enseñanza y ofrecen oportunidades significativas para ilustrar conceptos y procesos geológicos. En particular, el punto 12 destaca como un ejemplo, ya que sirve como recurso didáctico para la enseñanza de la Sedimentología y Estratigrafía, permitiendo la demostración de diferentes tipos de estratificaciones y cómo se originan.

Por otro lado, el 54% restante de los geosítios obtuvo una clasificación de importancia didáctica media. Esto indica que, aunque estos lugares aún pueden tener valor educativo, no son tan representativos en términos de formas y procesos geológicos en comparación con aquellos que obtuvieron una clasificación más alta. A pesar de ello, aún contribuyen al panorama general de la geodiversidad y pueden ser utilizados como recursos complementarios en contextos educativos (Gráfico 4).

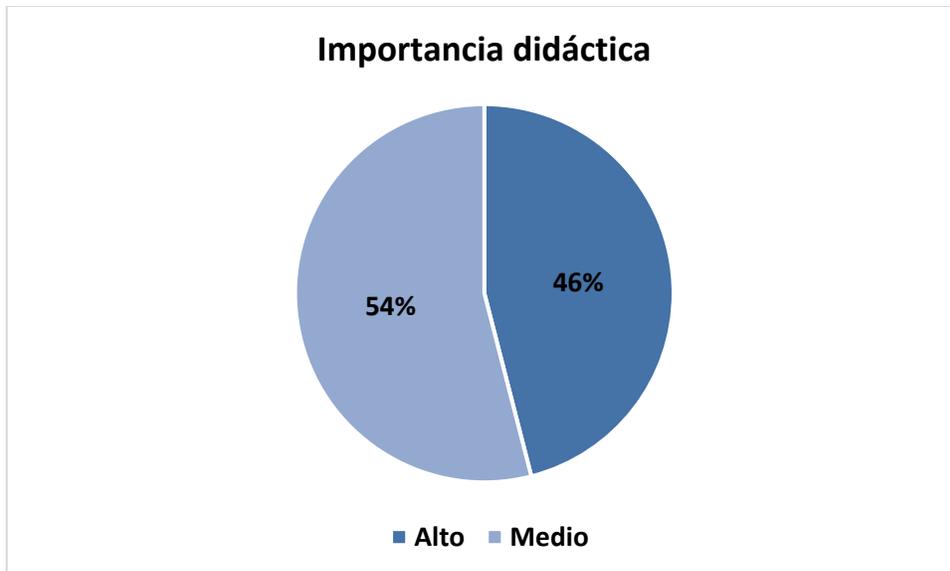


Gráfico 4. Importancia didáctica.

La interpretación de la variable de rareza, como se muestra en el Gráfico 5, revela que el 31% de los geositios estudiados fueron catalogados como notablemente raros. Entre estos, se destacan Calizas Compactas Formación Guillermo y Dunas de Playa Pilar como los más representativos en términos de singularidad geológica. Estos lugares poseen características únicas que los distinguen y los hacen excepcionales en comparación con otros sitios en la región.

Por otro lado, el 54% de los geositios fueron clasificados como comunes, indicando que existen otros lugares similares tanto dentro como fuera del territorio nacional. Esta clasificación sugiere que, aunque estos geositios aún pueden tener valor y particularidades geológicas, su rareza es menos pronunciada en comparación con aquellos catalogados como notablemente raros (Gráfico 5).

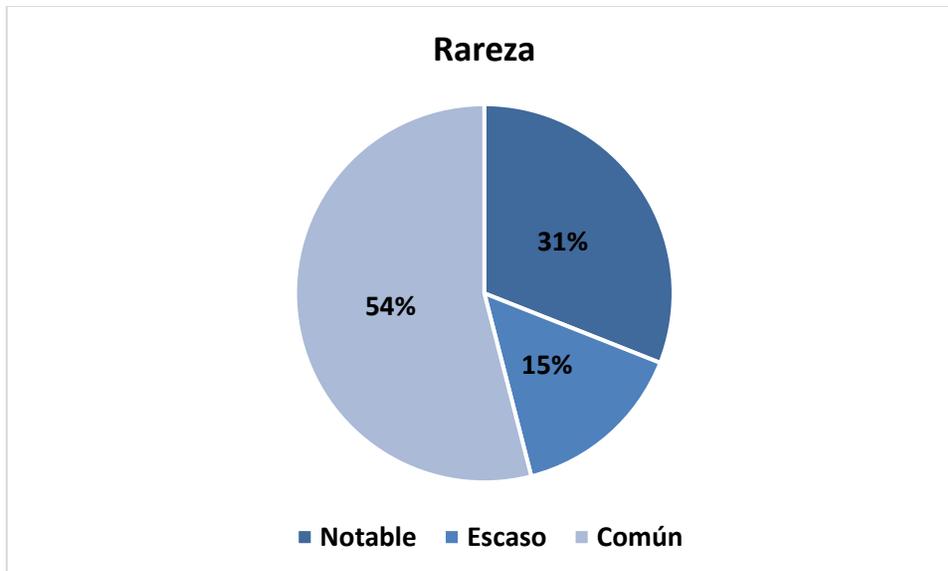


Gráfico 5. Rareza.

La clasificación de la variable de irrepetibilidad, como se observa en el Gráfico 6, indica que el 23% de los geositos estudiados fueron considerados irrepetibles. Entre ellos, las Dunas de Playa Pilar se destacan como las más altas y mejor conservadas de América Insular, lo que contribuye a su singularidad geológica. Estos sitios ofrecen características únicas que no se encuentran fácilmente en otros lugares.

Por otro lado, el 77% de los geositos fueron clasificados como repetibles, sugiriendo que comparten similitudes con otras estructuras y formas geológicas, ya sea dentro del territorio nacional o en contextos geológicos más amplios. Esta clasificación resalta que la mayoría de los lugares estudiados pueden tener características geológicas que se repiten en otros sitios (Gráfico 6).

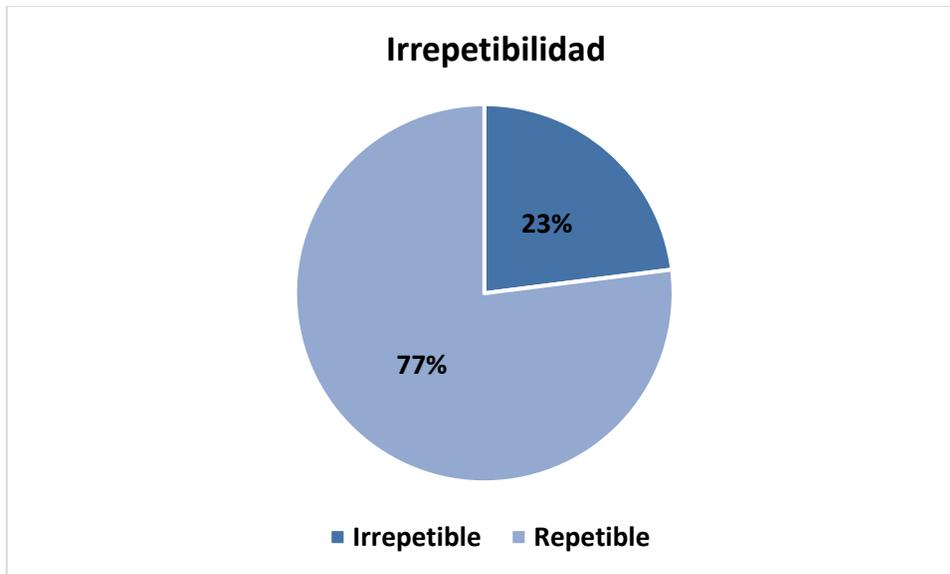


Gráfico 6. Irrepetibilidad.

La evaluación del estado físico de los geositorios revela que el 23% de ellos conservan un estado físico apropiado, indicando que estos lugares se encuentran en buenas condiciones desde el punto de vista geológico y no muestran signos significativos de deterioro. Entre estos geositorios, se destaca la preservación del estado físico, lo que contribuye a su valor geológico.

Por otro lado, el 54% de los geositorios presentan un estado físico poco apropiado, como es el caso de la Cueva del Jabalí, donde la acción antrópica ha incidido negativamente sobre el afloramiento. Esto sugiere que estos lugares están experimentando cierto grado de deterioro, lo que podría afectar su integridad geológica.

Finalmente, el 71% de los geositorios se clasifican como estado físico inapropiado, lo que indica una mayor influencia de los agentes exógenos sobre estos sitios. Esta categoría resalta la vulnerabilidad de la mayoría de los geositorios a los procesos naturales y antrópicos que afectan su condición física (Gráfico 7. Estado Físico).

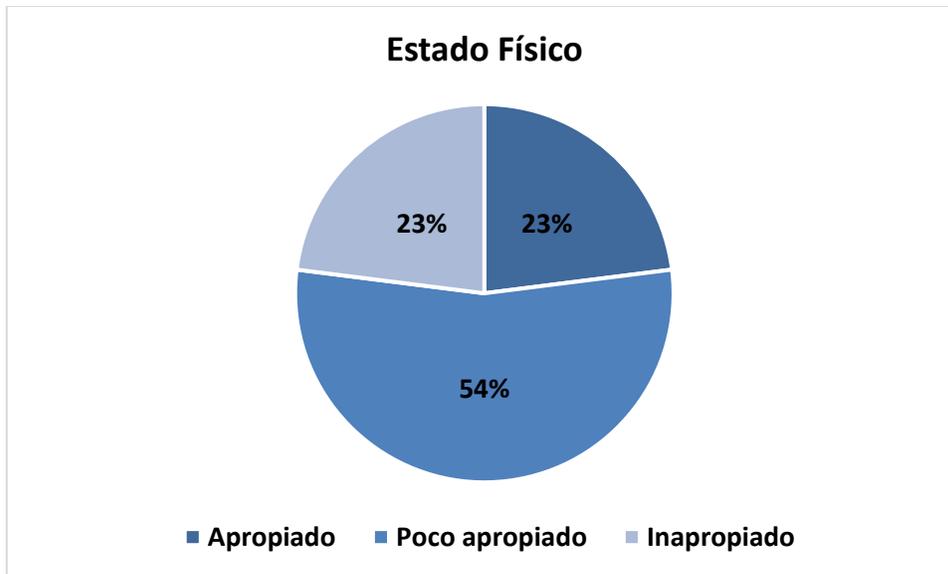


Gráfico 7. Estado Físico.

La variable de vulnerabilidad proporciona información valiosa sobre la susceptibilidad de los geositios a diferentes amenazas y procesos que pueden afectar su integridad geológica. En este análisis, se observa que solo el 8% de los geositios están en condiciones de poca vulnerabilidad, lo que sugiere que estos lugares están relativamente protegidos contra factores que podrían comprometer su estado físico.

En contraste, el 69% de los geositios se encuentran en estado vulnerable, indicando que están expuestos a procesos erosivos y de meteorización que podrían afectar negativamente su condición física. Esta categoría destaca la importancia de implementar medidas de conservación para mitigar los efectos de estas amenazas y garantizar la preservación a largo plazo de estos sitios.

Por último, el 23% de los geositios se clasifican como estado muy vulnerable, lo que sugiere que están altamente expuestos a la acción antrópica y natural. Esta categoría resalta la urgencia de tomar medidas efectivas para proteger estos lugares y minimizar los impactos negativos que podrían comprometer su valor geológico (Gráfico 8).

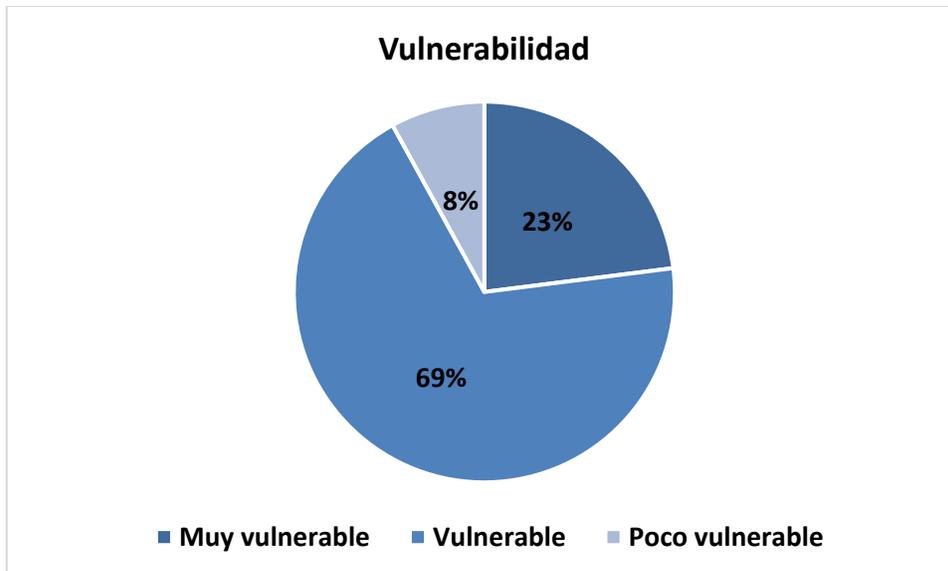


Gráfico 8. Vulnerabilidad.

El análisis del tamaño de los geositios proporciona información valiosa sobre la extensión y dimensiones físicas de estas formaciones geológicas. En este contexto, se observa que:

- El 15% de los geositios clasifican como grandes, siendo representativos por su extensión. Un ejemplo destacado es el punto 11, las Dunas de Playa Pilar, que se caracterizan por ser las dunas más altas de América insular. Estos sitios pueden ofrecer una experiencia geológica más amplia debido a su extenso alcance.

El 69% de los geositios tienen un tamaño medio, lo que indica que son significativos, pero no necesariamente extensos. Esta categoría incluye la mayoría de los puntos analizados y resalta la diversidad en cuanto a dimensiones físicas, lo que podría influir en la accesibilidad y la experiencia de visita.

El 62% de los geositios son de tamaño pequeño, y aquí se destaca el punto de Planos de Estratificación Playa La Academia. Estos lugares pueden tener un valor geológico concentrado en un área más reducida, lo que podría facilitar la observación detallada de características específicas.

La variable de tamaño revela la diversidad en las dimensiones físicas de los geositios, lo que puede influir en su accesibilidad, valor geológico y la experiencia que ofrecen a los visitantes. La interpretación geológica de cada sitio deberá considerar estos aspectos para ofrecer una comprensión completa de su importancia (Gráfico 9).

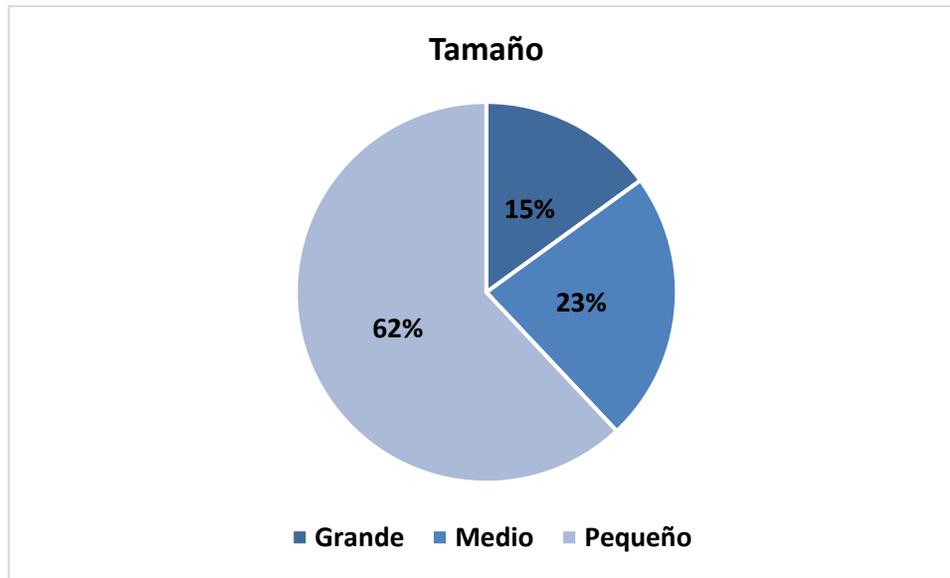


Gráfico 9. Tamaño.

La accesibilidad es un factor crucial en la valoración de los geositios, ya que influye directamente en la posibilidad de visita y estudio. Según el análisis realizado el 32% de los sitios se consideran muy accesibles, lo que sugiere que están ubicados cerca de caminos y carreteras, facilitando su alcance. Estos lugares pueden ser más propicios para la investigación y la divulgación, ya que su accesibilidad facilita la visita de científicos, estudiantes y el público en general.

El 38% de los geositios se clasifican como accesibles, lo que indica que, aunque no están tan cerca de vías principales, aún son relativamente fáciles de llegar. Esto amplía las oportunidades de estudio y visita, aunque puede requerir un esfuerzo adicional en comparación con los sitios muy accesibles.

El 15% se considera poco accesible, indicando que existen solo veredas y rutas intrincadas para llegar. Esto puede limitar la frecuencia de visitas y la disponibilidad

para el público en general, pero aún puede ser alcanzado por aquellos con un interés específico y la disposición de superar obstáculos.

El 15% se clasifica como inaccesible, como es el caso de Calizas Compactas Formación Guillermo, que es de difícil acceso. Estos lugares pueden requerir un esfuerzo significativo para llegar y pueden no ser adecuados para visitas regulares o estudios extensos (Gráfico 10).

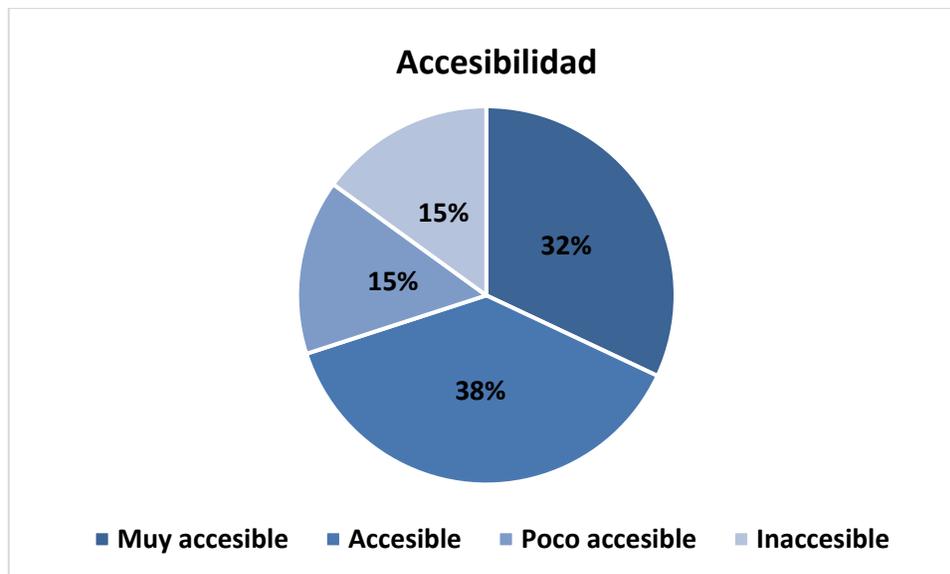


Gráfico 10. Accesibilidad.

La clasificación de los geositos en las categorías A, B y C proporciona una base importante para la toma de decisiones en términos de gestión y conservación del patrimonio geológico.

Clase A (31%): Estos sitios, representados por tres puntos, incluyendo Dunas de Playa Pilar, se consideran de gran importancia y requieren una mayor protección. La sugerencia de asignarles una categoría patrimonial, ya sea a nivel local o nacional, resalta la necesidad de medidas especiales para preservar estos lugares únicos y singulares. Esto puede implicar restricciones adicionales para garantizar su integridad y minimizar los impactos negativos.

Clase B (38%): Los ocho geositos clasificados como Clase B indican que, aunque no alcanzan el nivel de los de Clase A, todavía son significativos y requieren una

gestión cuidadosa. Se sugiere establecer una forma de manejo para estos puntos y, si es factible, considerar una categoría patrimonial local. Esto reconoce su importancia y busca equilibrar la conservación con posibles usos sostenibles.

Clase C (31%): Los dos geositos clasificados como Clase C representan una categoría intermedia. Aunque su importancia puede no ser tan alta como la de las clases A y B, aún requieren atención y tratamiento por parte de las autoridades locales. Esto puede incluir acciones para minimizar impactos negativos y garantizar su conservación a largo plazo.

La clasificación proporciona una guía valiosa para la toma de decisiones y la asignación de recursos en términos de conservación y gestión de los geositos. La atención especial a las clases A y B refleja la necesidad de proteger y gestionar de manera adecuada los lugares más destacados desde el punto de vista geológico (Gráfico 11).

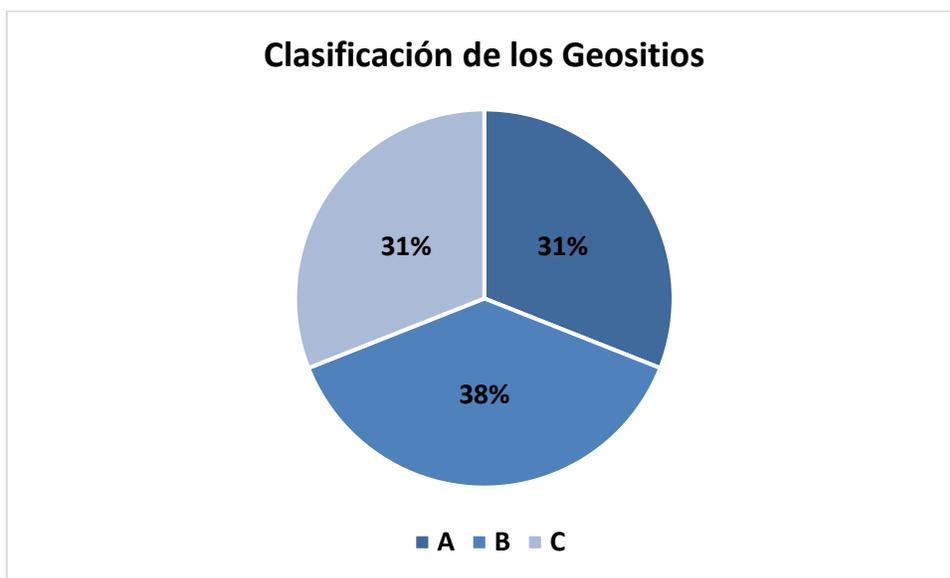


Gráfico 11. Clasificación de los Geositos.

### 3.4 Plan de medidas de prevención, mitigación y cambiar los impactos sobre los mismos

Plan de medidas de prevención, mitigación y cambiar los impactos sobre los mismos	Tiempo	Responsable
Promover una cultura de protección y conservación a través de actividades comunitarias en las localidades cercanas a los geositios.	De mediano a largo plazo.	CITMA; MINTUR, Empresa de Flora y Fauna, CIEC.
Proporcionar a las autoridades municipales y provinciales el informe del estado actual de conservación de los sitios de interés geológico, con el fin de explotar su potencial turístico u otro interés local.	Corto plazo.	CITMA; Empresa de flora y Fauna, CIEC.
Divulgar en los medios de comunicación y redes sociales los sitios de interés geológicos de esta región y divulgar su importancia para hacer llegar el conocimiento a los distintos niveles de enseñanza.	Corto plazo.	CITMA; MINTUR, CIEC.
Chequear paulatinamente el estado de los geositios con el fin reducir el deterioro de los mismos, tanto por la acción antrópica como natural.	Medio plazo y largo plazo.	CITMA; Empresa de Flora y Fauna, CIEC.

## **CONCLUSIONES**

1. La identificación de 13 geositios en la cayería norte de Ciego de Ávila subraya la notable riqueza geológica de la región.
2. La diversidad de formaciones y procesos geológicos, categorizados en clases A, B y C, evidencia la importancia de la zona como un recurso valioso para el estudio científico de la geología.
3. La clasificación de cuatro geositios como Clase A destaca la urgencia de acciones específicas de geoconservación. Estos sitios, identificados como de máxima relevancia, necesitan una atención prioritaria para preservar su integridad y asegurar que sus características geológicas únicas se mantengan a lo largo del tiempo.
4. La propuesta de medidas concretas para la conservación y preservación de los geositios no solo apunta a salvaguardar el patrimonio geológico, sino que también sienta las bases para un desarrollo sostenible.

## **RECOMENDACIONES**

Implementar programas educativos y divulgativos que promuevan la conciencia sobre el patrimonio geológico.

Estimular la realización de investigaciones adicionales centradas en los sitios de interés geológico.

Llevar a cabo estudios más exhaustivos relacionados con el patrimonio geológico regional, con el objetivo de desarrollar rutas geoturísticas.

Adoptar las medidas recomendadas para la preservación de geositos catalogados como vulnerables y muy vulnerables.

Establecer un sistema de monitoreo eficiente para evaluar continuamente el cumplimiento de estas medidas, garantizando así la efectividad a largo plazo de las acciones de conservación implementadas.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Brocx, M., & Semeniuk, V. (2007). Geoheritage and geoconservation-history, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 90(2), 53–87.
- Cañadas, E. S., & Flaño, P. R. (2007). Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 45.
- Carballo, A. (2017). Plan de manejo 2017-2021 de la Reserva Ecológica Centro y Oeste de Cayo Coco.
- Carcavilla, L., Belmonte, Á., Durán, J. J., & Hilario, A. (2011). Geoturismo: concepto y perspectivas en España. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 19(1), 81.
- Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García-Cortés, A., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, A., & Vegas, J. (2012). Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Carcavilla Urquí, L. García Cortés, Á. (2014). Geoparques. Significado y funcionamiento. In Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Economía y Competitividad.
- Caseres-Cimet, N., Pérez-Ortiz, O. L., & Valdes-Mariño, Y. (2021). Senderos geoturísticos para el desarrollo sostenible en el municipio Moa. Universidad de Holguín.
- Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. *El Patrimonio Geológico*, 17–28.
- Cuba, V. (n.d.). <https://www.viajescuba.org/playa-pilar>.
- Dávila Burga, J. (2011). Diccionario geológico. Arthaltuna grouting.
- de Asevedo, Ú. R. (2007). Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO. Instituto de Geociências/UFMG, Tese de Doutorado, Belo Horizonte. Disponível Em: <Http://Goo. Gl/GEVyxn>. Consultado Em, 17(07), 2015.
- Dominguez-González, L., & Rodriguez-Infante, A. (2007). Potencial geológico-geomorfológico de la región de Moa para la propuesta del modelo de gestión de sitios de interés patrimonial. *Minería y Geología*, 23(4), 22.
- Domech, G. (2007). Propuesta de metodología a emplear para las acciones de protección del patrimonio geológico. *Memorias II Convención Ciencias de La Tierra*.

- Domínguez-González, L. (2005). Potencial geológico-Geomorfológico de la region de Moa propuesta de un modelos de gestión de los sitios de interés patrimonial.
- Dowling, R. K., & Newsome, D. (2006). Geotourism. routledge.
- Gamboa, A. I. J. F. (2017). Caracterización de geositios para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio Baracoa. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Hose, T. A. (1995). Selling the story of Britain's stone. *Environmental Interpretation*, 10(2), 16–17.
- Inga, A. C. V. (2018). Valoración del Patrimonio Geológico en la Ruta de las Cascadas de la parroquia Rumipamba-Cantón Rumiñahui.
- Iturralde-Vinent, M. A. (1998). Sinopsis de la constitución geológica de Cuba. *Acta Geológica Hispánica*, 33(1), 9–56.
- Kerr, P. F. (1972). Mineralogía óptica. Ediciones del Castillo.
- Léxico Estratigráfico, de C. (2013). Instituto Cubano de Geología y Paleontología. La Habana. Cuba.
- López-Martínez, J., Valsero, J. J. D., & Urquí, L. C. (2005). Patrimonio geológico: una panorámica de los últimos 30 años en España. *Boletín de La Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, 100(1), 277–287.
- Manuel, A. G. (1967). Clasificación General y Descripción del Carso Cubano. P. Publicación Especial. Ingeniería Geológica, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos., 4, 33–64.
- Martinez, O. R. (2008). Patrimonio geológico. Geograficando.
- Miranda, F. (2011). Hacia los Geoparques. El Rol Del Servicio Geológico Minero Argentino. Taller Regional, 13–16.
- Núñez-Jimenez, A. (1984). Cuevas y Carsos. La Habana. Impresora Militar.
- Quintero Palomino, M., Sánchez Murillo, K., Ruíz, Valenciaz, L. A., & Zárata Pico, E. (2007). Diseño de un sendero interpretativo en los pozos del municipio de Curití como alternativa de desarrollo turístico.
- Richard, E., Crispieri, G. G., & Zapata, D. I. C. (2018). Geoparques: Lugar de encuentro para la geofilia, biofilia, cultura de la contemplación y turismo especializado y científico, el caso del Torotoro, Geoparque Andino (Potosí, Bolivia). *DOSSIER ACADÉMICO: BOSQUES, RECURSOS NATURALES Y TURISMO SOSTENIBLE*, 12.

- Sadry, B. N. (2009). *Fundamentals of geotourism with a special emphasis on Iran*. Tehran: Samt Organization Publishers (220 Pp. English Summary Available Online at: [Http://Physio-Geo.Revues.Org/3159](http://Physio-Geo.Revues.Org/3159)).
- Serrano, E., Ruiz-Flaño, P., & Arroyo, P. (2009). Geodiversity assessment in a rural landscape: Tiermes-Caracena area (Soria, Spain). *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia*, 87, 173–180.
- Sharples, C. (2002). *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service, Hobart.
- Urquí, L. C. (2014). Guía práctica para entender el patrimonio geológico. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 22(1), 5.
- Velázquez Rodríguez, C. (2019). Caracterización de geositos para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio de Maisí, Guantánamo. Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.
- Velázquez Rodríguez, C., & Valdés Mariño, Y. (2019). Caracterización de geositos para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio de Maisí, Guantánamo. Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.
- Villafranca, I. F. (1978). ¿Estratotipos o secciones tipo? *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 2(2), 105–111.
- Wimbledon, W. A., Benton, M. J., Bevins, R. E., Black, G. P., Bridgland, D. R., Cleal, C. J., Cooper, R. G., & May, V. J. (1995). The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: Part 1. *Modern Geology*, 20(2), 159.
- Wimbledon, W. A. P., Ishchenko, A. A., Gerasimenko, N. P., Karis, L. O., Suominen, V., Johansson, C. E., & Freden, C. (2000). PROYECTO GEOSITES, UNA INICIATIVA DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS (IUGS). LA CIENCIA RESPALDADA POR LA CONSERVACIÓN. *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión*, 73.
- Zouros, N., & Mc Keever, P. (2004). The European geoparks network. *Episodes*, 27(3), 165–171.