



**Facultad Geología y Minas
Departamento de Geología**

Trabajo de Diploma

En opción al Título de

Ingeniero Geólogo

**Título: Evaluación de la vulnerabilidad de
geosítios en Baracoa frente a riesgos geológicos
y antropogénicos.**

Autor: Yoannis Acosta Abad

Tutores: Dr.C. Yurisley Valdés Mariño

PENSAMIENTOS

"Sí, para nosotros es tierra en los zapatos. Sí, para nosotros es piedra entre los dientes. Y molemos, arrancamos, aplastamos esa tierra que con nada se mezcla. Pero en ella yacemos y somos ella, y por eso, dichosos, la llamamos nuestra. "

Anna Ajmátova

Nunca se aparten de ti la misericordia y la verdad; átalas a tu cuello, y escríbelas en la tabla de tu corazón, y hallaras gracia y buena opinión ante los ojos de Dios y de los hombres.

Proverbios 3:3-4

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar por estar siempre en todo momento, por llevarme de la mano y estar siempre conmigo.

A mi familia por su amor, apoyo incondicional y total sacrificio, por reconocer mis logros y ayudarme a realizarlos.

A mis compañeros y amigos que de una forma u otra me motivaron para continuar.

A todos los que valoran y aprecian la belleza y el significado de los geositios.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por su paz e infinito amor, por darme fuerza cuando no las tenía para poder continuar

A mi familia en general por estar presente y apoyarme en todo momento

A mi tutor Dr. C. Yurislely Valdés Mariño por apoyarme en los estudios y preparación por sus orientaciones claras y certeras, así como su excelente dedicación durante la realización de esta tesis.

A mis compañeros de aula que siempre estuvimos juntos en los tiempos más difíciles de la carrera

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad de los geositos seleccionados en el Municipio de Baracoa frente a los riesgos geológicos y los impactos antropogénicos. Se busca identificar los factores que influyen en la fragilidad intrínseca de dichos geositos y proponer medidas efectivas para mejorar su gestión y conservación. El diseño de la investigación consta de varias etapas, donde se lleva a cabo la caracterización de 12 geositos, la evaluación de su vulnerabilidad ante riesgos geológicos y antropogénicos, y un análisis detallado de los factores de riesgo identificados.

Los resultados obtenidos revelan la vulnerabilidad de los geositos, identificando las amenazas y factores que ponen en peligro su conservación. Se proponen 5 prácticas para mejorar la gestión y conservación de estos sitios, asegurando así su protección y preservación a largo plazo. Esto permitiría que estas valiosas áreas naturales y geológicas sean apreciadas por las generaciones futuras.

ABSTRACT

The research aims to evaluate the vulnerability of selected geosites in the Municipality of Baracoa against geological risks and anthropogenic impacts. The aim is to identify the factors that influence the intrinsic fragility of these geosites and propose effective measures to improve their management and conservation. The research design consists of several stages, where the characterization of 12 geosites is carried out, the evaluation of their vulnerability to geological and anthropogenic risks, and a detailed analysis of the identified risk factors.

The results obtained reveal the vulnerability of the geosites, identifying the threats and factors that endanger their conservation. 5 practices are proposed to improve the management and conservation of these sites, thus ensuring their long-term protection and preservation. This would allow these valuable natural and geological areas to be appreciated by future generations.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO- GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS FÍSICO - GEOGRÁFICAS, GEOLÓGICAS REGIONALES Y PARTICULARES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	12
1.1 Introducción	12
1.2 Ubicación geográfica del área de estudio	12
1.3 Flora y Fauna.....	13
1.4 Características socioeconómicas regionales	14
1.5 Particularidades climáticas de la región	15
1.6 Relieve	16
1.7 Hidrografía	16
1.8 Características geológicas de la región de estudio.....	17
1.9 Tectónica y sismicidad	19
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	23
2.1 Etapa I. Recopilación de la información y revisión bibliográfica.....	24
2. 2. 1. Antecedentes históricos internacionales	24
2. 2. 2. Trabajos Precedentes en Cuba	27
2. 2. 4. Método de evaluación del estado de conservación de los geositios. .	40
2.2 Etapa II. Trabajo de campo.....	45
1. 2.4 Etapa III. Procesamiento de la Información.....	46
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	48
3.1 Caracterización de los sitios de interés geológico.....	48
Punto 1. Conglomerados (Baracoa-Santa María)	48
Punto 2. Estratificación Cruzada (Baracoa- Recreo).....	49
Punto 3. Punta Barlovento	51
Punto 4. Playa Pinca.....	52
Punto 5. Tibaracón Rio Nibujón.....	53
Punto 6. Salto La Jaragua	55
Punto 7. Nicho de mareas de Cayo Guin	57
Punto 8. El Yunque	58

Punto 9. Cueva del Paraíso	61
Punto 10. Terrazas marinas emergidas Yara-Majayara.....	62
Punto 11. Terrazas de conglomerados (Paso de los alemanes)	64
Punto 12. Cañón de Yumurí	65
3.2 Evaluación del estado de conservación.	68
CONCLUSIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA	84

INTRODUCCIÓN

La preservación del patrimonio geológico a nivel internacional ha tenido un impacto relevante en la sociedad. La implementación de estrategias para su conservación y difusión del patrimonio natural y cultural alcanza una importante proyección a través del Convenio para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural adoptado por UNESCO.

El principal propósito del estudio de los peligros naturales es minimizar las consecuencias negativas sobre las personas y sus actividades; así, la zonificación del territorio es una herramienta eficaz para disminuir la exposición al peligro a través de la determinación de usos y/o actividades compatibles, incompatibles, restrictivos, combinando la conservación de la naturaleza con la protección ante peligros naturales, lo que es una práctica necesaria para el manejo de áreas protegidas (Castro et al., 2010).

Burton et al., (1978) define peligro natural como "aquellos elementos del medio ambiente físico, o del entorno físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él". En efecto, de acuerdo a las recomendaciones de OEA (1991), el término peligro natural es utilizado como referencia a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) u originados por el fuego que, debido tanto al lugar en que ocurren, como también a su severidad y frecuencia, pueden afectar de manera adversa a los seres humanos, a sus estructuras o actividades.

El patrimonio geológico es un bien común que forma parte de la riqueza natural de nuestro planeta. Los geosítios proporcionan pistas para descifrar la historia geológica de una región y ofrecen pronósticos sobre su evolución. Por ende, constituyen un auténtico patrimonio para la comunidad, que puede aprovecharse tanto para la formación de adultos y estudiantes, como para compartir este conocimiento con turistas y visitantes interesados en comprender la historia del paisaje.

En los últimos años, gracias al creciente interés por la conservación del medio ambiente y el avance de la globalización del conocimiento, hemos podido conocer

el tratamiento que se le da a los lugares más importantes de la herencia geológica del planeta, denominados geositios. Además, se han propuesto y obtenido distintas categorías y denominaciones para estos geositios, así como ayuda por parte de organismos nacionales e internacionales, tanto gubernamentales como no gubernamentales, para su preservación.

En el año 1996, durante el 30º Congreso Geológico Internacional celebrado en Beijing, surgió la preocupación por encontrar un medio de proteger el valioso patrimonio geológico. Esta inquietud llevó a la propuesta de crear geoparques como una forma de preservar y promover tanto el patrimonio geológico como el desarrollo económico sostenible de estas áreas (Zouros & Mc Keever, 2004).

El patrimonio geológico está compuesto por elementos geológicos que poseen singularidad y revisten un gran interés desde el punto de vista científico y educativo. Surge como resultado de una nueva perspectiva sobre la relación entre la humanidad y la Tierra. Con el paso del tiempo, la sociedad ha cambiado su forma de percibir el entorno, considera como un derecho, una necesidad y una responsabilidad la protección del medio ambiente y la promoción de un desarrollo sostenible (Penagos, 2009)

Los elementos geológicos de especial interés no son una excepción, ya que son parte integral del patrimonio natural y poseen un valor intrínseco. Por esta razón, muchos países llevan a cabo proyectos de inventario, diagnóstico, promoción, gestión de estos recursos y estudios de vulnerabilidad en geositios (Poch, 2019).

El conocimiento y la integración del patrimonio geológico-geomorfológico en el municipio de Baracoa son limitados, lo que subraya la necesidad de promover estrategias de conservación para preservar este valioso patrimonio. Es imperativo desarrollar enfoques que integren armónicamente este patrimonio dentro del esquema natural y cultural del territorio, buscando el beneficio sostenible del entorno y fomentando actividades humanas que contribuyan a la promoción del conocimiento científico. En este contexto, se plantea la implementación de la geoconservación como una estrategia clave.

El problema científico identificado radica en la falta de una caracterización exhaustiva del estado de conservación de los geositos seleccionados en el municipio de Baracoa frente a los riesgos geológicos y los impactos antropogénicos. Este vacío de información se atribuye a una gestión inadecuada de la conservación y protección del patrimonio geológico en el área de estudio.

Para abordar esta problemática, es crucial desarrollar un marco integral de investigación que incluya la identificación detallada de los geositos, la evaluación de su vulnerabilidad ante los riesgos geológicos y antropogénicos, así como un análisis exhaustivo de los impactos derivados de prácticas de conservación deficientes. Además, se deben proponer estrategias efectivas de gestión y conservación que aseguren tanto la preservación del patrimonio geológico como la promoción de un desarrollo sostenible en la región.

La implementación de programas de educación y concientización local es esencial para involucrar a la comunidad en la importancia de preservar el patrimonio geológico. Asimismo, se requiere la colaboración activa entre entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y la comunidad científica para establecer políticas y prácticas efectivas de conservación.

Objetivo general: caracterizar los sitios de interés geológico en el municipio Baracoa mediante la identificación de los factores naturales y antrópicos que inciden en la vulnerabilidad para su protección y conservación.

Objeto de estudio: sitios de interés geológico en el municipio Baracoa.

Campo de acción: vulnerabilidad de los geositos

Objetivos específicos:

- 1) Identificar los geositos en el municipio Baracoa.
- 2) Caracterizar los sitios de interés geológico.
- 3) Proponer medidas de conservación para los geositos de mayor peligrosidad.

Hipótesis: Si se identifican los peligros naturales en sitios de interés geológico en el municipio Baracoa, entonces se podrán evaluar los riesgos para la conservación del patrimonio.

IMPACTOS ESPERADOS:

Impacto económico

Promover y contribuir a preservar la geodiversidad y el patrimonio geológico en el sector Baracoa, que pueda ser empleado con fines geoturísticos o de turismo de naturaleza para el desarrollo local del municipio de Baracoa y contribuir a la sostenibilidad de la población.

Impacto social

Promover el conocimiento en los estudiantes y la población en general, de los sitios de importancia geológica que se encuentran en el sector Baracoa, en función de mejorar la cultura y sus posibilidades de contribuir a la protección del medio ambiente.

Impacto científico

Identificar los lugares del territorio que presentan importancia científica y que por malas decisiones o desconocimiento se encuentran afectados o en vías de ser dañados y de perder la importancia que los define.

MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Introducción

La investigación en geodiversidad y patrimonio geológico ha emergido recientemente como un campo clave dentro de la Geología, impactando significativamente en la sociedad a nivel internacional. Este enfoque ha generado numerosas definiciones y consideraciones en todo el mundo sobre el patrimonio geológico y minero. Cada criterio y acción de grupos u organizaciones está orientado invariablemente hacia la protección, conservación y resalte de esta valiosa herencia.

El patrimonio geológico engloba recursos naturales no renovables con valor científico, cultural o educativo, y un atractivo paisajístico recreativo. Incluye formaciones rocosas, estructuras geológicas, relieve, acumulaciones sedimentarias, ocurrencias minerales, paleontológicas y otros elementos que posibilitan el reconocimiento, estudio e interpretación de la evolución de la historia geológica de la Tierra y los procesos que la han moldeado. Este patrimonio no solo representa un tesoro científico, sino también un legado cultural y educativo que enriquece nuestra comprensión de la conexión entre la Tierra y la humanidad.

Marco teórico conceptual

Patrimonio Geológico

Está constituido por el conjunto de enclaves naturales, básicamente de carácter no renovable (aunque no exclusivamente) tales como formaciones rocosas, estructuras y acumulaciones sedimentarias, formas, paisajes, yacimientos minerales o paleontológicos, lugares hidrogeológicos, o colecciones de objetos geológicos de valor científico, cultural o educativo, cuyas características, sobre todo las relativas a su exposición y contenido, permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia geológica que ha modelado una determinada región y, en última instancia, de la 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).

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).

Georecurso

Valderrama et al., (2013) hace referencia al elemento o conjunto de elementos, lugares o espacios de valor y significación geológica que cumplen, al menos, una de las siguientes condiciones:

- Que tengan un elevado valor científico y/o didáctico y, por tanto, deban ser objeto de una protección adecuada y de una gestión específica.
- Que sean utilizables como recurso para incrementar la capacidad de atracción del territorio en el que se ubican y, en consecuencia, de mejorar la calidad de vida de la población de su entorno.

- El concepto de Georecurso prima las perspectivas de recurso y de desarrollo sostenible, ya que se considera:
- Bien natural y cultural del territorio, al igual que el resto de recursos del patrimonio natural (flora, fauna, ecosistemas, etc.).
- Activo socioeconómico con capacidad de sustentar actividades científicas, educativas, turísticas y recreativas y, en consecuencia, de promover el desarrollo de las áreas rurales.

Movimiento de masas

- Los movimientos de masas son un fenómeno geológico común en Baracoa debido a su topografía montañosa y a la presencia de suelos y rocas inestables. Estos movimientos de masas incluyen deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas y flujos de lodo, y pueden ser causados por una variedad de factores, incluyendo la lluvia intensa, la actividad sísmica, la erosión del suelo y la actividad humana.
- En Baracoa, los movimientos de masas son un problema importante debido a la presencia de zonas de inestabilidad geológica y a la urbanización en áreas de alto riesgo. En algunas zonas de la ciudad, la construcción de viviendas y edificios en laderas inestables ha aumentado el riesgo de deslizamientos y derrumbes.
- Las autoridades locales de Baracoa han implementado medidas para reducir el riesgo de movimientos de masas en la región, incluyendo la identificación y monitoreo de zonas de alto riesgo, la construcción de muros de contención y la reforestación de áreas deforestadas para reducir la erosión del suelo.
- Es importante que las personas que viven en Baracoa estén informadas sobre los riesgos de movimientos de masas y tomen medidas para protegerse, como evitar construir en zonas de alto riesgo, seguir las recomendaciones de las autoridades locales y tener un plan de emergencia en caso de un evento sísmico o de otro tipo de desastre natural.
- **Deslizamiento**
- La presencia de montañas y valles en la región hace que sea susceptible a deslizamientos de tierra, especialmente durante períodos de lluvia intensa. Los

deslizamientos de tierra pueden causar daños a las propiedades y poner en riesgo la vida de las personas.

- **Erosión**

- La erosión es un proceso natural que afecta el suelo y las rocas en Baracoa, y es el resultado de la acción del agua, el viento y la actividad biológica. En general, la erosión en Baracoa es alta debido a su clima tropical húmedo y la presencia de laderas empinadas y suelos inestables.

- La erosión del suelo en Baracoa es un problema grave, ya que puede provocar la pérdida de suelo fértil, la degradación del medio ambiente y la disminución de la calidad del agua. Además, la erosión puede contribuir a la ocurrencia de movimientos de masas, como deslizamientos y derrumbes, que pueden ser peligrosos para las personas que viven en la región.

- Las actividades humanas, como la agricultura intensiva, la deforestación y la urbanización, pueden aumentar la tasa de erosión en Baracoa.

- **Intemperismo**

- En Baracoa, el intemperismo es un proceso importante debido al clima tropical húmedo de la región y a la presencia de una gran variedad de rocas y suelos. La exposición prolongada a la lluvia y la humedad, así como a la actividad biológica, puede provocar la descomposición química y física de las rocas y la alteración de sus minerales. La acción de las raíces de las plantas, los animales y los microorganismos también puede contribuir a la erosión y la descomposición del suelo y las rocas.

- El intemperismo puede tener un impacto significativo en la calidad del suelo y la capacidad de la región para sustentar la agricultura y la vida silvestre. En Baracoa, las prácticas agrícolas y la urbanización pueden aumentar la tasa de intemperismo y la erosión del suelo, lo que puede tener consecuencias negativas para la salud ambiental y la sostenibilidad a largo plazo de la región.

CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS FÍSICO - GEOGRÁFICAS, GEOLÓGICAS REGIONALES Y PARTICULARES DEL ÁREA DE ESTUDIO

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.

1.2 Ubicación geográfica del área de estudio

El municipio de Baracoa está situado al norte de la provincia Guantánamo, muy próximo al extremo oriental de la isla de Cuba. Limita con otros municipios: al sureste con Maisí, al suroeste con Imías y San Antonio del Sur, y al oeste con Yateras y Moa, este último perteneciente a la provincia de Holguín (Figura 1).

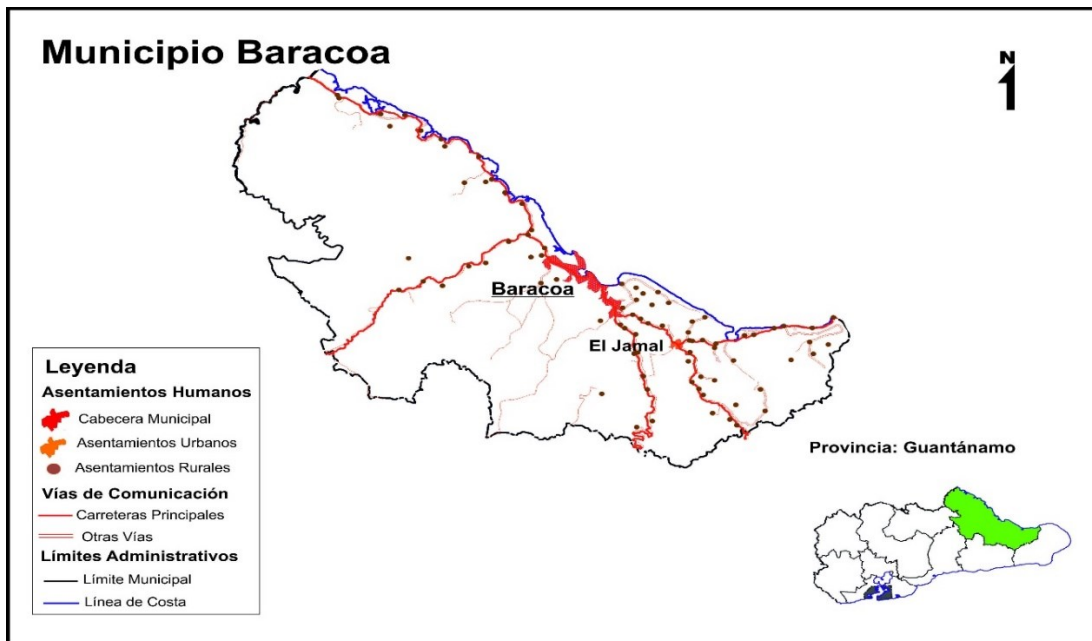


Figura 1. Esquema de ubicación geográfica del municipio Baracoa (IPF).

El territorio ocupa un área de 976,6 km² y alcanza su mayor extensión de este a oeste entre la desembocadura de los ríos Yumurí, al Oriente, y Jiguaní, al Occidente. Es el mayor municipio de la provincia de Guantánamo; ocupa el 15,3 % del territorio provincial. A partir de 1976, como parte de la división político administrativa, se crea Baracoa, perteneciente a la Oriental provincia de

Guantánamo, el cual queda estructurado por 15 consejos populares enumerados de oeste a este para conformar el municipio número cuatro del territorio.

El municipio se enfrenta a un gran reto natural y geográfico, el predominio de áreas montañosas con un 95 % y una inclinación del terreno de más de 15.0%, lo que limita lograr un desarrollo tecnológico, no es posible la mecanización en la agricultura, se mantiene para la producción fundamentalmente los métodos tradicionales de

laboreo de las tierras, las cuales por el lavado periódico producto a las fuertes lluvias que se producen en el territorio pierden parte de la Capa vegetal, se exige el uso de balizas o terrazas para su contención (Jústiz, 2014).

1.3 Flora y Fauna

La flora de Baracoa es variada y peculiar. Se pueden encontrar áreas extensas cultivadas de pinos y otras de árboles de distintas calidades, de maderas duras. Sin faltar los Helechos arborescentes o las formaciones puras de Najesíes. Existen varias especies florísticas endémicas, muchas en peligro de extinción: Ácana, Cuyá, Azulejo, Varía, Caoba, Cagueirán, jiquí, Roble Incienso (Jústiz, 2014).

Se reconoce también por su riqueza faunística, caracterizada por variedad y alto endemismo. Varias de esas especies hoy corren un grave riesgo y sólo se les puede ver en escaso número, en zonas apartadas, entre ellas algunas que sólo pueden encontrarse en esta zona del país como el almiquí, el tocororo, la jutía conga, el majá de santa maría y la polymita.

Sitio representativo de la riqueza de la flora y la fauna local es el Parque Nacional Alejandro de Humboldt, con valores naturales entre los cuales se destacan los geológicos de gran complejidad, los que van desde tobas de origen volcánico y las ofiolitas, hasta los sedimentos indiferenciados del reciente geológico (Jústiz, 2014).

La fauna como es lógico, tiene rasgos afines con la del resto del territorio nacional. Se destaca en el parque un extremo endemismo y diversificación de formas

animales donde resaltan el Almiquí, las bellas polymitas, únicas en el mundo por su hermoso colorido; las manitas, muy abundantes en el área pero muy significativas por su reducido tamaño. La riqueza y abundancia de la fauna es tal, que es casi imposible marchar un metro por dentro del bosque, sin que apreciemos una bella e interesante especie animal (Jústiz, 2014).

1.4 Características socioeconómicas regionales

En el municipio Baracoa, la economía se basa fundamentalmente en el turismo, recursos forestales, así como el cultivo de coco, café, cacao, constituyen estos últimos una industria local de gran aporte para el país.

Baracoa tiene una capacidad de alojamiento para el turismo internacional de 272 personas, distribuido en tres hoteles, un hostel y una villa. El Hotel Porto Santo, el Hotel Castillo, el Hotel La Rusa, el Hostal La Habanera, La Villa Maguana. Baracoa es el mayor productor de coco y cacao del país; las industrias de aceite de coco y carbón activado, son únicas en el país.

Existen plantadas 9 455 hectáreas de cocoteros, lo que representa el 32,2 % de la tierra agrícola, y se alcanzan volúmenes de producción de más de 282 000 quintales al año. Seis mil 216 hectáreas de tierra están sembradas de cacao, para un volumen del 21,2 % de la superficie agrícola total, con una producción anual de unos 26 000 quintales.

El 10,4 % de las tierras agrícolas del municipio, 3 mil 49 hectáreas, lo ocupa el cultivo del café, con una producción anual de casi 50 mil latas y el nivel de electrificación del territorio se eleva a más del 95 %.

Baracoa tiene un total de 65 entidades económicas. La producción material del municipio se estructura en seis sectores, entre los cuales el de mayor peso es el industrial. Otros renglones que aportan son la construcción, mantenimiento de la red de viales y la actividad científico técnica. En la esfera de los servicios sobresale el turismo, con una significación creciente por su aporte a la producción mercantil (Jústiz, 2014).

Los visitantes que lleguen a la **Ciudad Primada de Cuba** disponen de otras opciones como Finca la Esperanza de Flora y Fauna, Finca turística Duaba, instalaciones de la Cadena Palmares, otras organizadas por las cadenas turísticas que operan en el municipio. Entre las facilidades que se brinda al cliente se cuentan los servicios de Buró de turismo, Rent a car, Asistur, Servicios médicos, Transtur, Transgaviota, Cubataxi, y Servicentro.

1.5 Particularidades climáticas de la región

En el municipio de Baracoa el comportamiento de algunas variables meteorológicas tiene un comportamiento característico, debido a la influencia orogénica del macizo montañoso Sagua – Baracoa que sirve de barrera al paso de los vientos Alisios; o sea que las nubes cargadas de agua provenientes desde el océano Atlántico, precipitan desde el parteaguas central hacia el N. Esta relación provoca que en la zona donde se enmarca el área de investigación, las condiciones sean muy especiales, diferenciándolas de todo el país. Según la clasificación de Köppen modificado, el clima se cataloga como Tropical Lluvioso. La precipitación media anual es de 2 723 mm, todos los meses son lluviosos, el mes menos lluvioso es julio con una media de 93,5 mm. Los meses más lluviosos son octubre y noviembre con más de 300 mm.

La temperatura media anual es de 25,4 °C. Los meses más cálidos son julio y agosto con 27,5 °C y los más frescos enero y febrero con 23,0 y 23,3 °C respectivamente. La temperatura máxima media es de 29,8 °C, en tanto que la mínima media es de 22,0 °C. Estos valores absolutos corresponden a las zonas próximas a la costa y de bajas alturas. Las zonas altas, lógicamente, presentan temperaturas más frescas. La humedad relativa anual es de 82 %. Esta variable es muy estable todo el año ya que los valores máximos promedian 90 % y los mínimos 78 %. Los frentes fríos son más frecuentes en el periodo de diciembre a mayo. En el área existe un régimen de vientos que no se caracteriza por altas frecuencias, predominan los Alisios con una velocidad media anual de (3,3 m/s) y su comportamiento es bastante estable durante todo el año (Jústiz, 2014).

1.6 Relieve

Baracoa es conocida como la tierra de las cuchillas, las Terrazas Marinas, los Tibaracones y el Yunque. Tiene una topografía abrupta, con muy pocas zonas llanas, cerca del 95 % del área total del municipio tiene un relieve de alturas clasificado como premontañoso, de montañas pequeñas y bajas. Caracteriza el relieve la existencia de cuchillas con pendientes mayores del 15 %, así como la formación de diferentes estructuras geológicas. El 5 % restante lo conforma una pequeña franja costera de 2 km de ancho (Figura 2).

El rasgo distintivo de la morfología litoral lo constituyen los Tibaracones, camellón conformado por una gran barra o cortina de arena, palizadas y sedimentos que el oleaje vivo del mar levanta en la boca de los ríos, paralela a las playas, al romper las lluvias los ríos descienden en avenidas cuyas aguas son temporalmente represadas por la cortina (Jústiz, 2014).

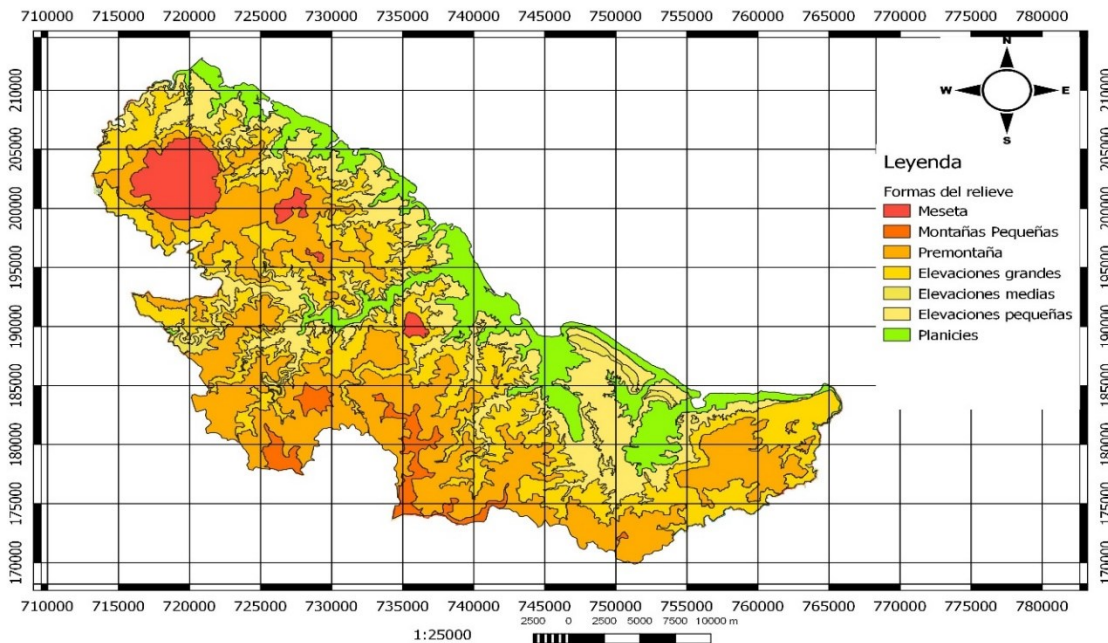


Figura 2. Mapa esquemático de curvas de nivel municipio de Baracoa escala: 1:25 000.

1.7 Hidrografía

Baracoa está rodeada de ríos. Al oeste el Macaguaniguas, que entra en el pueblo bordeando la bahía donde desemboca. Más allá el Duaba, de mayor caudal. Varios kilómetros más al oeste el Toa, grande y hermoso, con sus orillas de una

vegetación espesa. Hacia el este el Miel, toda una leyenda a la entrada de la ciudad; y en los límites por el oriente el Yumurí.

Las playas son otros de los recursos naturales bien conservados de la zona. Algunas presentan pendientes fuertes y sedimentos gruesos oscuros, de origen predominantemente fluvial, aunque hay otras de arenas blancas y finas, y pendientes suaves. Las principales son Yumurí, Barigua, Manglito, Cajuajo, Miel, Duaba, Toa, Maguana, Cayo Santo, Mapurís, Nibujón y El Cayo (Jústiz, 2014).

1.8 Características geológicas de la región de estudio

El área de estudio se ubica Geológicamente en la depresión Paleogénica mata – Baracoa, rellena por sedimentos del paleógeno, de forma triangular, siendo una de las puntas la ciudad de Baracoa (Figura 3). Las formaciones presentes son las siguientes:

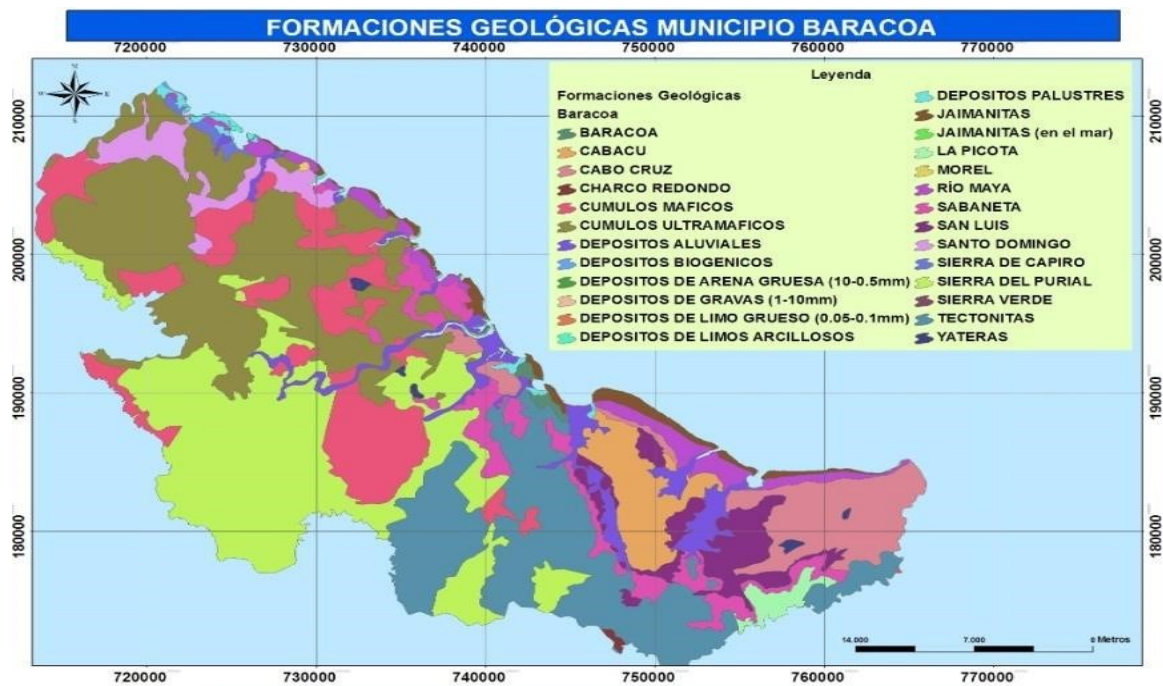


Figura 3. Esquema Geológico del Municipio de Baracoa. Escala original 1: 25 000.

Formación Baracoa (bc): Calizas biodetríticas arenáceas de grano grueso, duras y algo porosas. Ocasionalmente contienen gravas finas polimícticas de volcanitas, metavolcanitas y ultramáficas, que forman intercalaciones con arcillas

calcáreolimosas con contenidos de gravas finas y nódulos algáceos ocasionales, calcarenitas, margas, areniscas, así como gravas finas polimícticas en estratos, predominantemente de medianos a gruesos, fosilíferos y decoloración amarillo pardusca a pardo-amarillenta, parcialmente abigarrada.

Formación Cabacú (cbc): representada por gravelitas, areniscas y limonitas polimícticas (provenientes principalmente de ultramafitas y vulcanitas), de cemento débilmente arcilloso – calcáreo y ocasionales lentes de margas arcillosas en la parte inferior. La estratificación es lenticular y a veces cruzada. Colores grisáceos, verdosos y oscuros. De edad Mioceno Medio parte alta (N11).

Formación San Luis (sl): Está compuesta por una secuencia terrígena flyschoide, finamente estratificada, de rocas clásticas y terrígeno-carbonatadas, de granulometría variada desde arcillas hasta conglomerados. También contiene areniscas polimícticas de grano medio a fino, de color gris, que en ocasiones aparecen en capas gruesas.

Formación Charco Redondo (chr): Tobas medias y básicas, litoclásticas a vitroclásticas, con lavas en forma de sills y diques de andesitas y andesito-basaltos, calizas, areniscas, limolitas, pedernales y tufitas. Estos depósitos están muy tectonizados y se presentan en forma de escamas tectónicas independientes, o incluidos dentro de las serpentinitas.

Formación Rio Maya (rm): El contenido de arcilla es muy variable. Hay abundantes clastos de material terrígeno, provenientes de las rocas de las zonas vecinas emergidas; su granulometría varía entre arenas y cantos. En ocasiones existen intercalaciones de conglomerados polimícticos de granulometría variable y cemento calcáreo.

Formación Sabaneta (sn): Tobas de ácidas a medias, de colores claros, vitroclásticas, litovitroclásticas, cristalovitroclásticas con intercalaciones de tufitas calcáreas, areniscas tobáceas, calizas, conglomerados tobáceos, limolitas, margas, gravelitas, conglomerados vulcanomícticos y ocasionalmente pequeños cuerpos de basaltos, andesitas, andesito- basaltos y andesito-dacitas.

Formación Santo Domingo (sd): Se caracteriza por el dominio del componente piroclástico en el corte, con intercalaciones de litofacies terrígenas finas, silicitas, tufitas, efusivos principalmente de composición andesítica-basáltica y andesítica, raramente hasta dacíticas, con la presencia de cuerpos de dioritas, dioritas cuarcíferas, gabrodioritas, gabrodiabas y diabasas, con desarrollo limitado de rocas esquistosas calcáreas, calizas y corneanas.

1.9 Tectónica y sismicidad

La sismicidad de la región presenta como característica significativa y que al mismo tiempo hace que su evaluación sea compleja para algunas áreas, el hecho de que en este territorio se presentan dos formas de génesis de sismos: la de entre placas y la de interior de placas. Por estas razones, es que se considera este territorio como uno de los de mayor peligrosidad sísmica del país.

La zona sismogénica de Cuba y el Caribe Noroccidental, comprende el límite entre la placa de Norteamérica y la microplaca de CONAVE. Ambas se mueven una con respecto a la otra, con velocidad de 17 mm/año como promedio. Lo antes mencionado, provoca sismos en toda su longitud. Esta actividad es conocida como movimientos entre placas, a su vez dichos desplazamientos se vinculan a la estructura de Bartlett - Caimán (zona Sismogénica de Oriente) (Figura 4) con alta frecuencia de terremotos de elevadas magnitud e intensidad. Además, pueden existir sismos generados en las zonas Cauto – Nipe, Santiago – Bayamo y Baconao (Jústiz, 2014).

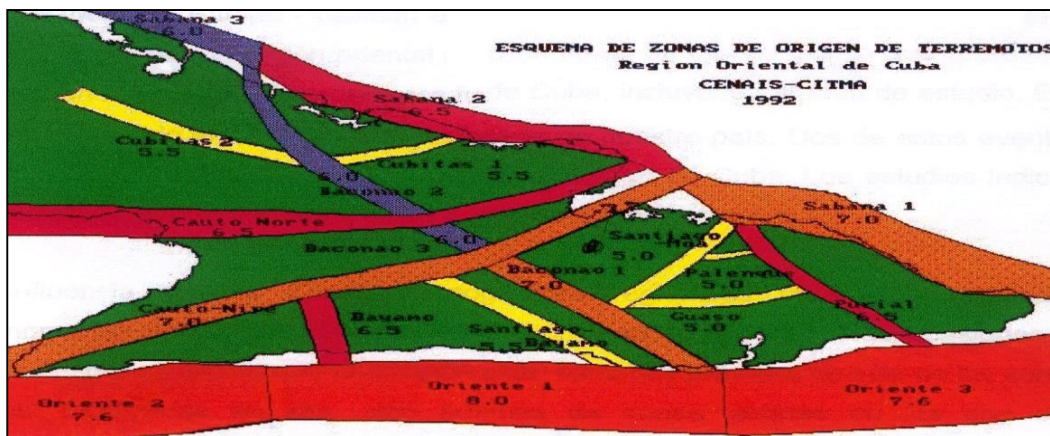


Figura 4. Zonas Sismogénicas de la Región Oriental de Cuba.

La región oriental de Cuba se caracteriza por su actividad tectónica moderna vinculada a la última etapa de evolución geológica de la Isla, en la cual permanecen con un grado de actividad significativa los movimientos verticales y horizontales, cuya génesis está relacionada con su ubicación en las proximidades de la zona de fallas Bartlett – Caimán, principal estructura tectónica activa, límite transformante entre las placas litosféricas caribeña y norteamericana (Jústiz, 2014). Dadas las características geológicas y el tipo de obra, se asumen las generalidades del comportamiento de macrozonación sísmica y de respuesta dinámica del suelo. La distribución espacial de los terremotos con magnitudes mayores que 4,0 en la escala de Richter en el periodo (1997 – 2007), reportados por la Red de Estaciones Sismológicas pertenecientes al Servicio Sismológico Nacional de Cuba (SSNC), donde se corrobora que la mayor cantidad de los epicentros se distribuyen a lo largo de la Zona Sismogénica Oriente. La ciudad de Baracoa, se encuentra situada en la zona sísmica 2ª según la NC 46,1999 (Figura 5), zona de riesgo sísmico moderado, donde puede ocasionar daños en las construcciones debiéndose tomar medidas sismorresistentes en todas las estructuras y obras en función de la importancia de las mismas. Los valores de la aceleración horizontal máxima del terreno (A) para el cálculo será de 0,15 g (147,0 cm/s²) (Jústiz, 2014).

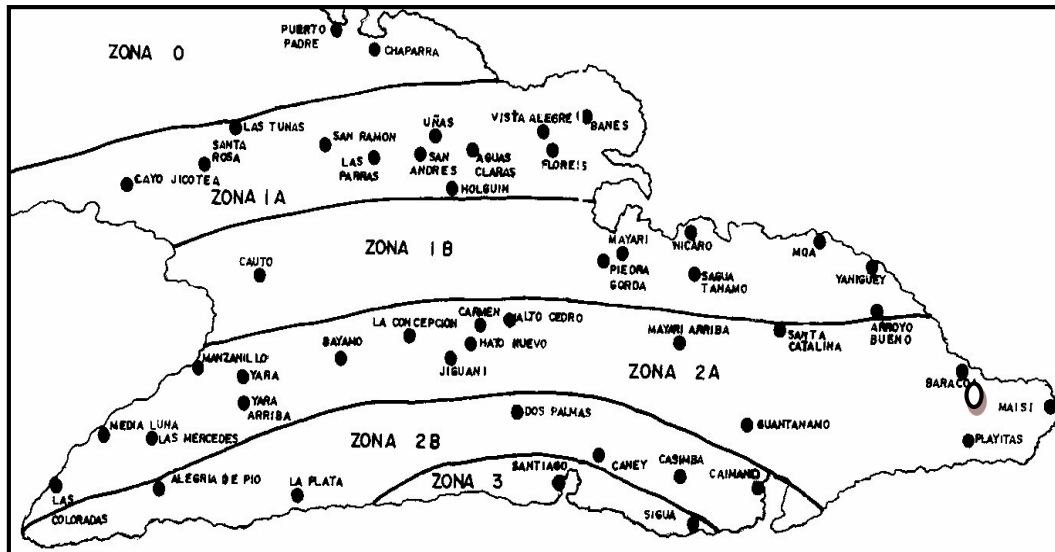


Figura 5. Esquema de zonificación sísmica de la parte oriental (NC 46: 1999).

El perfil de suelo se clasifica como un S3 (NC 46: 1999), caracterizados como depósitos de arcillas blandas o medias y arenas con espesores de 10 m o más, sin presencia de capas intermedias de arenas u otra clase de suelos no cohesivos. Este material puede caracterizarse por una velocidad de propagación de una onda cortante menor de 240 m/s (Jústiz, 2014).

Falla Taco: se extiende desde el nacimiento del río Taco en la Lechuga con dirección N20°E en algunos tramos tiene dirección N30°E hasta la Bahía de Taco.

Criterios que permitieron su identificación.

- Rasgos topográficos zonas de escarpadas.
- Alineación fluvial con ríos de cauces profundos y formación de barrancos, los que en ocasiones aparecen cortados y desplazados por otras estructuras.
- Cambio brusco de formas geomorfológicas en la desembocadura del río Taco.
- Formación de barrancos y encajamientos de la red fluvial.
- Cambio de la dirección de la línea divisoria de aguas.

Falla Nibujón: aparece desde el nacimiento del río Nibujón en la cota 600 m hasta la desembocadura del río del mismo nombre. En sus tramos más rectos posee un rumbo de N45°E y N20°E.

Criterios que permitieron su identificación.

- Formación de barrancos, los que en ocasiones aparecen cortados y desplazados por otras estructuras.
- Alineación fluvial con los ríos de causes profundos.
- Cambio brusco de formas geomorfológicas (llanuras acumulativas y llanuras erosivas con series con series escalonadas).
- Formación de barrancos y encajamientos de la red fluvial.
- Contactos litológicos bruscos entre las rocas de la asociación ofiolítica y las rocas volcánicas, en algunos casos desplazadas.

Conclusiones

En la región las características geográficas y climáticas son propicias para que se pueda explotar el potencial geológico y geomorfológico desde el punto de vista patrimonial.

El área de estudio comprende zona de costa y de montaña y está enlazada por importantes vías de comunicación facilitando así la accesibilidad a los geositios.

El relieve originado por la interacción de los procesos y fenómenos geológicos puede catalogarse de complejo, se destaca el relieve de llanura y de montaña, mostrando formas singulares de gran belleza.

Las características geológicas y tectónicas ayudan a comprender la evolución geológica del archipiélago cubano, que conjuntamente con su extensión, lo hacen un reto al conocimiento.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Introducción

El presente capítulo, contiene la metodología aplicada en la investigación realizada para la evaluación y diagnóstico de geositos de la provincia Guantánamo municipio Baracoa para la protección y conservación del patrimonio geológico (ver Figura 6).

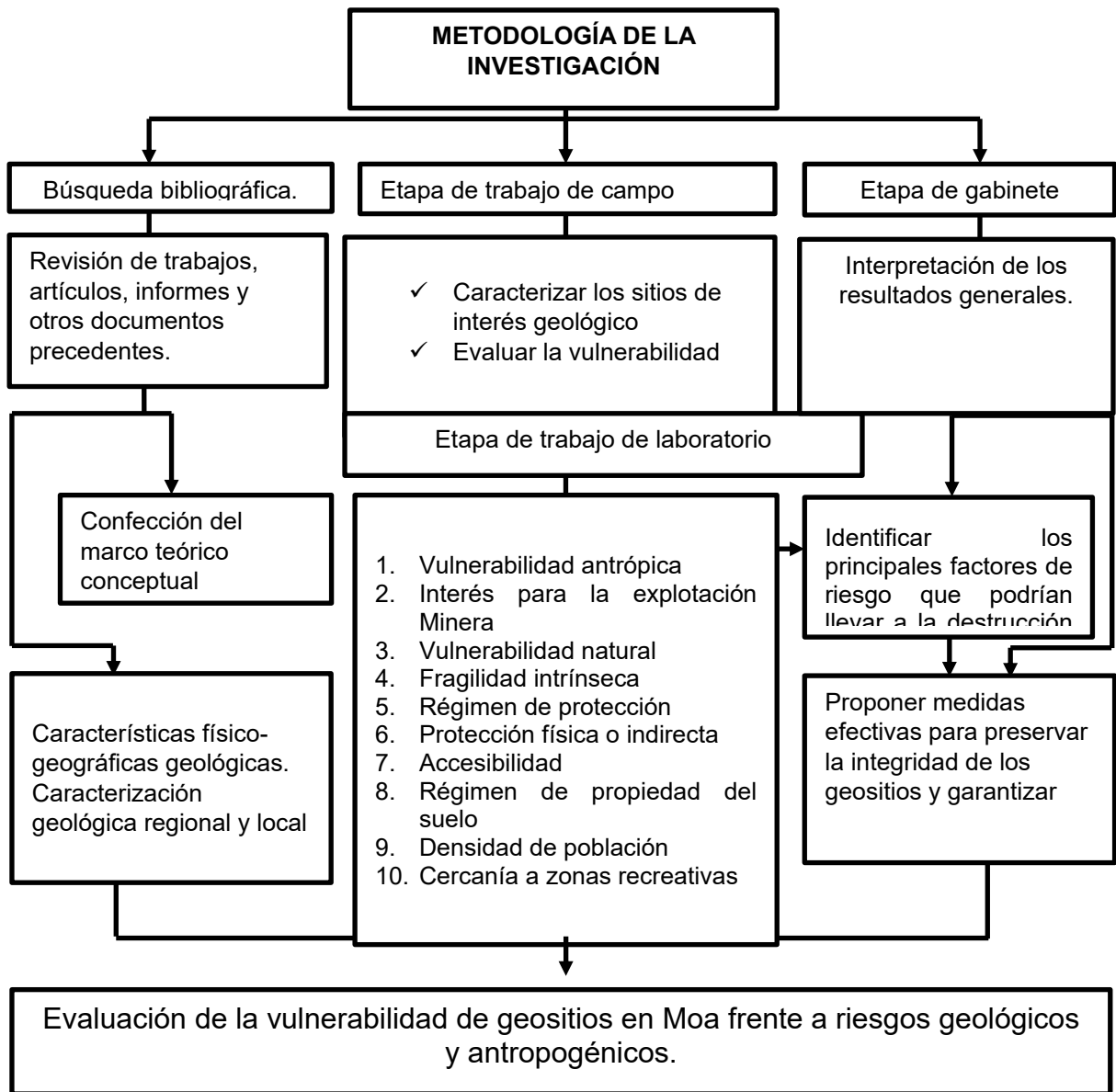


Figura 6. Flujograma de la Investigación.

2.1 Etapa I. Recopilación de la información y revisión bibliográfica

Durante la primera etapa de la investigación, se llevó a cabo la identificación de las zonas con mayor peligro de deslizamiento. Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica sobre el tema y el lugar de estudio, se consultaron artículos científicos, trabajos de diplomas, tesis de maestría y doctorados, revistas y libros. Además, se revisaron investigaciones previas relacionadas y se buscaron datos actualizados y confiables en sitios web especializados. Dado que los deslizamientos de terreno suelen estar relacionados con fenómenos como fuertes lluvias, terremotos o intervención humana, se recopiló toda la información disponible sobre eventos pasados en estas áreas.

2. 2. 1. Antecedentes históricos internacionales

La primera actividad organizada para la conservación de elementos geológicos se presenta luego de promoverse la protección de la famosa "Agassiz Rock" en Edimburgo en 1840 (Durán, 1998) que prueba la existencia de glaciares en Escocia. 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). La "Commission Geologique de la Societé Suisse De Recherche sur la Nature" propone en 1887 la protección de bloques erráticos, esto es aceptado más tarde por el estado suizo. Sociedades como la mencionada, estuvieron influyendo, en la divulgación de diferentes figuras legales que comprometieron sobre la conservación y protección del patrimonio geológico (Colegial et al., 2002). 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 (Domínguez-González, 2005) , Gran Bretaña como pionera en Europa en este aspecto, inició la selección de lugares de interés geológico en 1949 (Henao & Osorio, 2012).

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 (Domínguez-González, 2005).

En Alemania ya existía en 1969 un grupo nacional centrado en Geoconservación, denominado GEA, cuyo objetivo era la identificación de lugares geológicos de interés científico y divulgativo en ese país (Henao & Osorio, 2012). Pero no es hasta la década de los 70 que comenzó a desarrollarse de forma sistemática en Europa.

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 virtud de ello, en varios estados europeos se ha comenzado a prestar particular atención, como parte integrante del Patrimonio Natural, al Patrimonio Geológico. 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) tomado de (Ramos, 2018).

Los trabajos sobre patrimonio geológico y geoconservación realizados en diversos países europeos dieron lugar a que en 1988 se reunieran geólogos de 7 países (Austria, Dinamarca, Finlandia, Reino Unido, Irlanda, Noruega y Holanda) para poner en común sus ideas y problemáticas. Esta “primera reunión internacional de geoconservación” incluía entre sus temas fundamentales como afrontar el proceso de selección y clasificación de puntos de interés y patrimonio geológico, y su posterior gestión para garantizar su conservación. Esta primera cita sirvió de base para que se realizara varias reuniones más, (entre ellas la de Digne, Francia en 1991, a la que asistieron más de un centenar de especialistas), incluyendo geólogos de otros países, como Suiza, Francia y Bélgica y donde se proclamó la Declaración internacional sobre los derechos de la memoria de la Tierra (Henao & Osorio, 2012). Fue después de este momento que la geoconservación adquirió importancia a escala mundial, especialmente después del Primer Simposio Internacional para la Conservación del Patrimonio Geológico y la creación de la Asociación Europea para

la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO), en 1992 (Pâmella Moura, Maria Da Glória M. Garcia & Amaral, 2017).

En este contexto, la geoconservación emerge como un área nueva dentro de las Ciencias de la Tierra en la que el conocimiento producido se puede usar para prevenir, corregir y minimizar los impactos ambientales que causan riesgo al patrimonio geológico, como la planificación inadecuada del uso de la tierra.

Posteriormente, en 1993 la International Union of Geological Sciences (IUGS) decide formar un grupo de trabajo para crear un soporte científico a la iniciativa de la geoconservación; se origina así el proyecto "Geositios". Dicho proyecto propone realizar un inventario y una base de datos compilados en forma sistemática y continuamente actualizados de Sitios de Interés Geológico a nivel mundial. Este proyecto tiene una utilidad potencial para la educación, la investigación y la promoción del conocimiento de la Geología (Piacente & Giusti, 2000).

Con el fin de promover el inventario y la conservación de los geositios más representativos en términos de eventos geológicos, procesos y características tanto a nivel nacional como internacional, en 1995 la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) creó el Proyecto GEOSITES.

Este proyecto fue una evolución de la anterior Lista Indicativa Global de Sitios Geológicos (GILGES), asociada a la Base de Datos Mundial de Sitios Geológicos de IUGS, que buscaba una selección sistemática de geositios basados en marcos geológicos específicos, lo que permite su comparación en varias escalas (W. A. P. Wimbledon et al., 2000) el Proyecto GEOSITES asumió que el desarrollo de las geociencias depende del acceso completo a una amplia variedad de afloramientos, tanto para la investigación científica como para la enseñanza.

Finalmente, y como avance internacional importante, la UNESCO se hizo eco, en el año 2001, del interés del patrimonio geológico e incluyó una declaración específica en la que hacía una serie de recomendaciones para garantizar su conservación. En dicha declaración se insiste en la idea de la pertenencia del patrimonio geológico al patrimonio natural y la necesidad de su estudio y prioridad de su conservación (Henaó & Osorio, 2012).

En este mismo año, 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” (Martinez, 2008).

Con el fin de reflejar más de cerca los desafíos sociales de las Ciencia de la Tierra y proporcionar un estatus internacional a una antigua red de sitios de importancia geológica, el 17 de noviembre de 2015, los 195 Estados Miembros de la UNESCO ratificaron la creación de una nueva etiqueta, los Global Geoparks de la UNESCO, durante la 38ª Conferencia General de la Organización, donde se aprobó la creación del Programa Internacional de Geociencias y Geoparques (IGGP); el IGGP comprende el Programa Internacional de Geociencias (IGCP), que durante más de 40 años ha reunido a geocientíficos de todas las regiones del mundo para estudiar la Tierra y los procesos geológicos bajo temas que tienen una relevancia social cada vez mayor, y los Geoparques mundiales de la UNESCO, que promueven sitios de valor geológico internacional y son la base del desarrollo sostenible local.

2. 2. 2. Trabajos Precedentes en Cuba

En el siglo XX, con la expansión del poderío estadounidense sobre la economía cubana y el desencadenamiento de la I Guerra Mundial, fue frecuente la exploración de las riquezas nacionales por diferentes compañías mineras y petroleras y el descubrimiento de numerosos sitios geológicos de importancia e interés. Entre las décadas del 30 y el 50, bajo la presión de la necesidad de minerales para la industria, sobre todo de armamentos, debido a los preparativos y ejecución de la II Guerra Mundial, el territorio de Cuba fue intensamente estudiado por geólogos extranjeros, principalmente holandeses y estadounidenses, entre los que se destacan Vaughan, Thiadens, Rutten, Lewis, Kozary, Hatten, y otros y también por los precursores cubanos José Isaac del Corral, Jorge Brodermann, Antonio Calvache y Pedro J. Bermúdez.

Luego del Triunfo de la Revolución, especialistas de las organizaciones relacionadas con la Geología en el desaparecido campo socialista, algunos profesionales latinoamericanos y por los numerosos geólogos cubanos graduados después, llevaron a cabo investigaciones que contribuyeron al incremento del conocimiento geológico del subsuelo cubano.

Anteriormente trabajos como los de Kozary, (1968) estuvieron encaminados a la descripción geológica de la porción central de la antigua provincia de Oriente, cuyos puntos de vista acerca de la secuencia ofiolítica no se diferencian sustancialmente de los conceptos anteriores.

No es hasta la década del sesenta que se desarrollan investigaciones profundas de carácter regional, destacándose los trabajos de los especialistas soviéticos (Quintas-Caballero, 1988) que constituyeron un paso fundamental en el conocimiento geológico del territorio oriental y esencialmente para las zonas de desarrollo de cortezas de intemperismo ferroniquelíferas.

En 1972 se inician investigaciones de carácter regional del territorio oriental cubano por especialistas del Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, luego la Universidad de Moa y ya en 1976 se estableció que la tectónica de sobre empuje afecta también a las secuencias sedimentarias dislocadas fuertemente, donde se detectan en numerosas localidades la presencia de mantos alóctonos constituidos por rocas terrígenas y volcánicas del Cretácico superior, yacen sobre secuencias terrígenas del Maestrichtiano-Paleoceno superior, además observaron el carácter alóctono de los conglomerados-brechas de la formación La Picota. Con estos nuevos elementos es reinterpretada la geología del territorio y se esclarecen aspectos de vital importancia para la acertada valoración de las reservas minerales. En el período 1972 -1976 se realiza el levantamiento geológico de la antigua provincia de oriente a escala 1: 250 000 por la brigada cubano-húngara de la Academia de Ciencias de Cuba, es el primer trabajo que generaliza la geología de Cuba oriental. El mapa e informe final de esta investigación constituyó un aporte científico a la geología de Cuba al ser la primera interpretación geológica regional de ese extenso territorio basada en datos de campos, obteniéndose resultados interesantes expresados en los mapas geológicos, tectónicos y de yacimientos

minerales, columnas y perfiles regionales, así como el desarrollo de variadas hipótesis sobre la evolución geológica de la región. En este trabajo la región oriental se divide en cinco unidades estructuro faciales: Caimán, Auras, Tunas, Sierra de Nipe-Cristal-Baracoa y Remedios y tres cuencas superpuestas: Guacanayabo-Nipe, Guantánamo y Sinclinorio Central (Gyarmati & Leyé, n.d.).

Desde el punto de vista tectónico de carácter regional adquieren importancia relevante las investigaciones realizadas en su estudio tectónico de la porción oriental de las provincias Holguín y Guantánamo, donde propone siete unidades tectono-estratigráficas para el territorio, describe las características estructurales de cada una de ellas y establece los períodos de evolución tectónica de la región (Campos-Dueñas, 1983).

A partir de 2006 se ha desarrollado un proyecto de investigación que pretende rescatar, para su preservación en primer lugar, las localidades tipo de las formaciones aprobadas y registradas en el Léxico Estratigráfico de Cuba y los yacimientos fosilíferos que constituyen un patrimonio de la nación, así como también los sitios geológicos de marcado interés: científico, docente, turístico, etc. Sin embargo, desde el año 2005 el Instituto de Geología y Paleontología (IGP) ya realizaba un inventario nacional de los sitios de interés geológico (geositios) existentes en el país, gracias al cual también se pudo identificar, preliminarmente, cuántos de ellos habían sido declarados como monumento local o nacional y cuántos estaban incluidos en áreas naturales protegidas.

Por lo que se tiene como base la descripción de los principales rasgos geológicos-geomorfológicos existentes en el territorio de la región oriental del país, se han definido investigaciones como: (Castellanos, 2016) desarrolló la “Evaluación de los sitios de interés geológicos más importantes de los municipios Sagua de Tánamo y Moa, Holguín”, donde se identificaron 18 geositios, de los cuales 2 fueron propuestos como Monumento Local y 2 como Monumento Nacional. De igual forma se plantearon medidas para su conservación.

(Corpas, 2017) realizó la “Evaluación y diagnóstico de geositios en el municipio de la zona oeste de la provincia de Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico”. En ella, se identificaron 29 sitios de interés geológicos, de los

cuales, 8 fueron propuestos como patrimonio nacional, 17 como Patrimonio local y 2 fueron propuestos a recibir un tratamiento por las autoridades locales. Se proyectaron medidas eficientes para la conservación de los geositos.

Romero, (2017) ejecutó la “Evaluación y diagnóstico de geositos en los municipios del este de la provincia de Holguín”, donde se identificaron 14 sitios de interés geológicos, de los cuales 4 fueron propuestos como patrimonio nacional, 9 como patrimonio local y 1 fue propuesto para recibir tratamiento por las autoridades locales. Se trazaron medidas para su conservación.

(Ferreira-Gamboa, 2017) particularizó la “Caracterización de geositos para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio Baracoa”, donde se evaluaron 14 sitios de interés geológicos, de los cuales 4 fueron propuestos como patrimonio nacional, 8 como patrimonio local y 2 fueron propuestos para el cuidado de las autoridades locales. Al igual que en trabajos anteriormente citados se propusieron medidas para la conservación.

Francisco en el (2018), precisó la “Caracterización de geositos para la protección y preservación del patrimonio geológico en la ruta Baracoa-Puriales de Caujerí”, donde se valoraron 26 sitios de interés geológico, donde 5 de ellos se opinaron como Patrimonio Nacional y 14 como Monumentos Locales. Se expresaron medidas pertinentes para la conservación y preservación de los geositos.

Ramos, (2018) detalló la “Evaluación y diagnóstico de nuevos geositos en los municipios Sagua de Tánamo y Frank País, de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico”, donde se concretaron 18 geositos, 14 correspondientes al municipio de Sagua de Tánamo y 4 al municipio de Frank País. Se propusieron como áreas protegidas de significación Nacional a los geositos: las Brechas de Sagua y la Desembocadura del río Sagua; de significación Local a: las Calcedonias del Pícao, Cueva de Mucaral, la Terraza Emergida de Río Grande y la Mina de Cromita de Río Grande. Se expusieron medidas de conservación para los geositos de mayor vulnerabilidad.

Bravo, (2018) puntualizó la “Evaluación de los sitios de interés geológicos en el sector Ramón de las Yaguas, Santiago de Cuba” donde se describieron y evaluaron

20 sitios de interés geológico en todo el territorio y como designación a Monumento Nacional se propuso: Los Basaltos en Almohadilla del Camino de Campo Rico.

En el XIII Congreso de Geología, se presentaron trabajos relacionados con Geodiversidad, Patrimonio y Geoturismo:

(Yurisley Valdés Mariño y Roberto Gutiérrez Domech) “Geoturismo: Perspectivas en la región de Baracoa provincia de Guantánamo”, en el mismo se analiza el potencial geoturístico en la región de Baracoa de las principales formas de accidentes geográficos, así como de afloramientos geológicos identificados (SCG, 2019)

(Roberto Gutiérrez Domech, Guillermo Pantaleón Vento, Yurisley Valdés Mariño, Luis Bernal Rodríguez y José Corella) “Algunas características de geositos cársicos en la provincia de Holguín”, se describen 10 geositos cuyas características kársticas resultan notables en la provincia de Holguín (SCG, 2019).

La investigación emprendida por (Délcio, 2020) se enfocada en la "Evaluación de los sitios de interés geológicos más prominentes en la provincia de Guantánamo", se llevó a cabo en respuesta a la necesidad imperante de examinar el estado actual de dichos sitios, estableciéndose como una base esencial para su preservación. El objetivo fundamental de este estudio consistió en evaluar la situación y condición física de los geositos, caracterizados por sus considerables dimensiones y accesibilidad, así como su significativo valor histórico, el cual se proyecta como una oportunidad que debe ser aprovechada y cuidadosamente preservada. En este contexto, se implementaron dos metodologías distintas: el criterio de expertos y la aplicación de una ficha técnica que involucra la evaluación ponderada de parámetros específicos.

Durante el desarrollo del proceso cartográfico llevado a cabo en la investigación, se logró identificar un total de dieciocho (18) geositos, entre los cuales destacan seis por su destacado potencial paisajístico e interés científico, siendo oficialmente designados como de importancia nacional. Estos sitios emblemáticos comprenden el Pico Gálan, Zoológico de Piedra, Los Monitongos, Reserva Ecológica de Baitiquirí, Salto Fino y el Viaducto de la Farola.

En una investigación paralela, dirigida por Carmenaty, (2020), se abordó la temática

de geositios, geomorfositos y geoparques como estrategias orientadas a la conservación, educación y desarrollo sostenible. Bajo el título "Caracterización de Geositios para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio El Salvador en la provincia de Guantánamo", el estudio tuvo como objetivo principal identificar y caracterizar los geositios en el municipio El Salvador, a fin de diagnosticar su estado y proponer medidas para su preservación.

La metodología empleada se basó en la propuesta de (Domech, 2007), evaluando exhaustivamente 10 parámetros con una clasificación ponderada. Como resultado, se evidenció que numerosos geositios están expuestos a los agentes erosivos y a la acción antrópica. Durante el trabajo cartográfico geológico se identificaron 14 puntos de interés, con la propuesta de designar dos Geositios como Monumento Nacional.

Pedro António, (2020) dirigió una investigación focalizada en la evaluación de los sitios de interés geológico en el municipio de San Antonio del Sur, el estudio consistió en determinar el estado actual de conservación de dichos sitios y proponer medidas que contribuyeran a su cuidado y preservación. A lo largo del proceso de cartografiado, se lograron identificar un total de 17 geositios, entre los cuales tres se destacan por sus notables potencialidades paisajísticas e interés científico, siendo susceptibles de ser catalogados como de importancia nacional.

Hidalgo Griff, (2021) llevó a cabo una investigación con el propósito de determinar el estado actual de conservación de los geositios en la provincia de La Habana, función de promover y contribuir a la preservación de los sitios de interés geológico en dicha provincia, como parte de la protección de la geodiversidad y el patrimonio geológico regional.

Castelló Bruzón, (2022) llevó a cabo una investigación centrada en la caracterización de geositios en el sector Santa María-Nibujón, Baracoa. El objetivo principal de este estudio fue describir y caracterizar los puntos de interés geológico en la región, considerando aspectos como la complejidad geológica y la presencia de flora y fauna endémica. La metodología aplicada se enfocó en evaluar las potencialidades para la creación de senderos geoturísticos.

Como resultado de la investigación, se determinaron dos Senderos Geoturísticos, El Cocal y Nibujón – La Jaragua, diseñados para integrar las potencialidades naturales y contribuir al desarrollo económico local. En el análisis, se identificaron tres sitios de interés geológico de importancia nacional: El Salto La Jaragua, La Bahía de Taco y la Estratificación Cruzada en el Recreo. Además, de los 12 geositos evaluados, cuatro fueron clasificados como paisajes naturales protegidos debido a su atractivo visual, originalidad y diversidad de vida.

En el año 2022, González Villavicencio llevó a cabo una investigación titulada "Caracterización de puntos de interés geológicos para la definición de senderos geoturísticos en el sector Yamanigüey-Potosí-Santa María". El objetivo primordial de esta investigación fue establecer senderos geoturísticos que respondieran al desarrollo del geoturismo en la región, dada su amplia diversidad que incluye la presencia de rocas del complejo ofiolítico, la vegetación característica de la zona de estudio, saltos de agua y una relevante historia en la minería del cromo. Para la definición de estos senderos, se aplicó la metodología propuesta por Gutierrez en 2007.

Los resultados obtenidos en la investigación incluyen la identificación y descripción detallada de 12 geositos que revelan la riqueza geológica del área. Como propuesta concreta, se presentaron dos senderos geoturísticos: el Sendero Geoturístico Yamanigüey-Mina Potosí y el Sendero Geoturístico Bahía de Yamanigüey Jiguaní-Santa María. Estos senderos se diseñaron considerando la diversidad geológica y natural del sector, ofreciendo a los visitantes una experi

En 2022 del Toro, Rene llevó a cabo un estudio que destacó la relevancia científica, práctica y preservativa de los geositos, particularmente en el contexto cubano, donde su aplicación práctica está estrechamente vinculada al impulso del geoturismo. La investigación se centró en una franja de terreno delimitada por el poblado Morel y el río Yumurí, al oeste y este de la ciudad de Baracoa, respectivamente. La llanura costera del norte de las provincias Guantánamo y Holguín fue el escenario de estudio, caracterizándose por la presencia de

formaciones carbonatadas de edad Mioceno-Holoceno, abarcando aproximadamente el 40 %. Predominaron las formaciones de carso epigénico de meseta y llanura costera aterrazadas y carsificadas, con una rica vegetación endémica y una extensa red hidrográfica, destacándose como una de las más importantes de Cuba, con numerosos saltos de agua.

Como resultado del estudio, se propuso la creación de un sendero geoturístico que caracteriza el carso tanto a nivel regional como local. La caracterización se llevó a cabo mediante indicadores hidrogeológicos, geomorfológicos, geológicos, paleontológicos y botánicos. La metodología incluyó el apoyo de fotointerpretación de imágenes satelitales, la interpretación de cartas topográficas y la recopilación de información de mapas y literatura especializada, utilizando mapas de pequeña y gran escala (1: 100 000, 1:50 000 y 1:25 000).

Los resultados obtenidos contribuyeron significativamente a la comprensión del desarrollo actual del carso en el municipio de Baracoa, brindando información clave para su utilización racional y protección. La evaluación de los geositos cársicos en la zona costera, incluyendo lugares emblemáticos como el Cañón del Río Yumurí, la Cueva del Paraíso, el Yunque de Baracoa, el Nicho de Cayo Güin, la Terraza de Maguana y la Terraza de Yara-Majayara, fue fundamental para enriquecer la propuesta de sendero geoturístico y su potencial impacto en el desarrollo sostenible de la región.

Castelló Bruzón, (2022) desarrolló una investigación centrada en la caracterización de geositos en el sector Santa María-Nibujón, Baracoa. El objetivo fundamental de este estudio fue describir y caracterizar los puntos de interés geológico en la región, teniendo en cuenta aspectos como la complejidad geológica y la presencia de flora y fauna endémica. La metodología aplicada evaluó las potencialidades para la creación de senderos geoturísticos. Como resultado de la investigación, se determinaron dos Senderos Geoturísticos, El Cocal y Nibujón – La Jaragua, concebidos para integrar las potencialidades naturales y contribuir al desarrollo económico local. Se identificaron tres sitios de interés geológico de importancia nacional: El Salto La Jaragua, La Bahía de Taco y la Estratificación Cruzada en el Recreo. Además, de los 12 geositos evaluados, cuatro fueron clasificados como

paisajes naturales protegidos debido a su atractivo visual, originalidad y diversidad de vida.

Lorenzo Comesaña, (2023) realizó una 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 geositios en la Cayería con el propósito de diagnosticar su estado y proponer medidas de conservación. Como resultado de este estudio, se logró identificar un total de 13 geositios, donde se señala la importancia de que las autoridades locales les presten atención y tomen medidas pertinentes para la protección y conservación ante la influencia antrópica en los sitios.

En 2023, Texidor Verdecia llevó a cabo una investigación centrada en la identificación y aplicación de medidas para la conservación de áreas con valor geológico patrimonial en el mundo, una temática que ha cobrado relevancia en los últimos años. El estudio se enfocó específicamente en determinar el estado de conservación actual de los geositios en el sector Ramón de las Yaguas de la provincia Santiago de Cuba. El objetivo primordial fue promover y contribuir a la preservación de los sitios de interés geológico ubicados en la zona de estudio, como parte integral de la protección de la geodiversidad y del patrimonio geológico de la provincia. Además, se propusieron medidas concretas de conservación.

A lo largo de la investigación, se describieron detalladamente 20 puntos de interés. Estos puntos fueron meticulosamente geo-referenciados en el campo para garantizar su correcta ubicación y fueron agrupados en itinerarios para facilitar el acceso a ellos. Se llevó a cabo un análisis exhaustivo y se definieron los senderos, entre los cuales se destacan "Los Basaltos en Almohadilla del Camino de Campo Rico", "Areniscas Claras de Montecil" y "Rocas Sedimentarias Oscuras Emilia". Estos senderos no solo ofrecen un acceso estructurado a los geositios, sino que también representan una propuesta para potenciar la apreciación y conservación de la rica diversidad geológica presente en la provincia Santiago de Cuba.

Estudios recientes evalúan la vulnerabilidad de los geositios en la provincia de Santiago de Cuba frente a riesgos geológicos y antropogénicos (Calunga La, 2023), los resultados revelaron que la erosión y las actividades humanas emergieron como

las amenazas más significativas, impactando considerablemente la integridad de los geositos en Santiago de Cuba. El análisis global indicó que el 50 % de los indicadores exhibieron una alta vulnerabilidad, el 36 % presentaron vulnerabilidad media, mientras que solo el 14 % registró una baja vulnerabilidad. Esta distribución evidenció diversas causas contribuyentes, como la falta de medidas de protección y conservación, la presencia de actividades humanas incompatibles y la escasa conciencia sobre los valores intrínsecos y la importancia de la conservación.

Entre los factores clave identificados se encontraron la exposición geológica y la presión antropogénica, que surgieron como elementos determinantes en la fragilidad intrínseca de los geositos evaluados. La exposición geológica refiere la vulnerabilidad inherente de los elementos geológicos ante fenómenos naturales, mientras que la presión antropogénica señala el impacto de las actividades humanas sobre estos sitios, exacerbando su vulnerabilidad.

Considerando las investigaciones realizadas, El estudio aborda la temática de peligros naturales en sitios de interés geológico en el Municipio de Moa, es esencial para comprender y gestionar de manera sostenible los recursos geológicos en esta región específica. La identificación y evaluación de estos peligros naturales proporcionan una perspectiva crítica no solo para la preservación de la geodiversidad y el patrimonio geológico local, como se observa en los senderos geoturísticos propuestos, sino también para fortalecer la resiliencia comunitaria ante eventos naturales adversos. El enfoque considera la complejidad geológica, la presencia de flora y fauna endémica, y los riesgos asociados, estableciendo así una sólida base para la implementación de medidas de conservación específicas. Esto garantiza la sostenibilidad y una integración efectiva de estos valiosos recursos en el desarrollo socioeconómico local.

2. 2. 3. Método de evaluación de lo geositos

Para la evaluación de los geositos se tomó como base la metodología elaborada por los expertos: (Domech-Gutiérrez, 2007). Fue aprobada además por el Consejo Científico del Instituto de Geología y Paleontología (IGP); donde se recomendó su generalización en el país (Gaceta Oficial de la República de Cuba, 2020).

Esta metodología 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 (ver Tabla 1).

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 paraestratotipos 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 geosítio donde se ha descrito una unidad lito o bioestratigráfica, 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 geosítio con estas características.

- Notable. Si el fenómeno o forma que presenta el geosítio 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 geosítios 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 geosítio de importancia.

7) Estado físico del sendero. 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. Es 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. Depende del 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.

- 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 sendero de importancia.

10) Accesibilidad. Atiende a las posibilidades de aproximación

- Muy accesible. Si existe camino para vehículos hasta el geositio
- Accesible. Si existen caminos para bestias o personas hasta el geositio
- Poco accesibles. Si existen solo veredas o rutas intrincadas hasta el geositio.
- Inaccesibles. Si no existen caminos trazados hasta el geositio y hay que abrirlos para visitarlos.

2. 2. 4. Método de evaluación del estado de conservación de los geositios.

Selección preliminar de lugares de interés geológico, estudio y descripción de los geositios

La evaluación de los geositios se procedió a la revisión y consulta de toda la información disponible, que incluyeron los informes de levantamiento geológico a escala 1:50 000 realizados en la región (Alberto et al., 2000; Coutin Lambert, 2020; Quintas-Caballero, 1989) (Gyarmati & O’Conor, 1990) (Valdés-Mariño et al., 2019), informes de las investigaciones hidrogeológicas realizadas en el área (Dunán-Ávila et al., 2020; Valdes Toledo, 2022) y demás investigaciones sobre el patrimonio geológico (Guerra-santisteban et al., 2018; Torres et al., 2020; Urquí, 2014) (Domech-Gutiérrez, 2007), además se seleccionaron todos aquellos lugares que fueron declarados geositios por (Castellanos, 2016; Corpas, 2017; González

Villavicencio, 2022; Ramos, 2018; Wright Castellanos, 2016). Todos los lugares fueron visitados, donde se realiza una evaluación del estado de conservación y los peligros naturales a que se encuentra expuestos, no solo en lo relativo a los elementos geológicos, sino también se recogieron aspectos relacionados a su estado de conservación, ubicación, área, estudios realizados con anterioridad, posibilidad de realizar actividades recreativas y posible interés científico y/o didáctico. Toda esta información está debidamente registrada en una ficha descriptiva la que se anexa al informe general y formará parte de una base de datos de fácil acceso y que puede ser consultada por los interesados en el tema, ya sea para futuras investigaciones o para cultura general.

Valoración de la vulnerabilidad y de la prioridad de protección.

Después de seleccionados los geositos y calculados por separado sus valores científicos, didácticos o turísticos/recreativos, se evaluó su prioridad de protección sobre la metodología establecida por (Torres et al., 2020) y modificada por el autor. Para esto se utilizaron 10 parámetros de valoración dirigidos, a establecer la vulnerabilidad de cada lugar atribuyendo a cada uno una puntuación objetiva y ordena el conjunto de acuerdo con estas puntuaciones. En la tabla 2 se exponen los parámetros para la valoración de la vulnerabilidad. Algunos de ellos, como la accesibilidad, la densidad de población o la fragilidad, han sido también considerados, en nuestro caso, como parámetros de valoración del interés, pero aquí juegan un distinto papel y, en algunos casos, como en el parámetro de la fragilidad, influyen en sentido contrario: a mayor fragilidad menos potencialidad de uso recreativo o turístico, pero más vulnerabilidad y, por tanto, más prioridad de protección.

Parámetros para la valoración de la vulnerabilidad de los geositos

Tabla 1. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad de los geositos y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No		Alto	Medio	Baja
----	--	------	-------	------

1	Vulnerabilidad Antrópica	15	10	5
2	Interés para la Explotación Minera	10		5
3	Vulnerabilidad Natural	12	8	4
4	Fragilidad Intrínseca	10		6
5	Régimen de Protección	8		4
6	Protección Física o Indirecta	12	7	5
7	Accesibilidad	10	7	4
8	Régimen de Propiedad del Suelo	10		5
9	Densidad de Población	8	6	4
10	Cercanía a Zonas Recreativas	5	3	2

Variables:

1. **Vulnerabilidad antrópica:** se refiere a la susceptibilidad del sitio a ser afectado negativamente por las actividades humanas. Esta variable aborda la influencia directa de la intervención humana en el geositio y considera una serie de factores que podrían comprometer su integridad y valores naturales. Presión Turística. Desarrollo No Sostenible. Explotación de Recursos. Contaminación. Intervención Directa
2. **Interés para la explotación minera:** se refiere a la presencia de recursos minerales o materiales valiosos que podrían ser extraídos con propósitos comerciales o industriales. Esta variable evalúa el potencial del geositio para convertirse en un sitio de interés para la industria minera. Depósitos Minerales. Valor Económico. Accesibilidad y Logística. Potencial de Extracción Sostenible.
3. **Vulnerabilidad natural:** se refiere a su susceptibilidad intrínseca a procesos naturales y eventos que puedan afectar su integridad geológica y paisajística. La evaluación de esta vulnerabilidad es crucial para implementar medidas de conservación y gestión adecuadas. Geodinámica local, estabilidad geológica, clima y meteorología, riesgos naturales específicos, diversidad biológica, potencial de cambios rápidos, capacidad de regeneración.
4. **Fragilidad intrínseca:** La fragilidad intrínseca de un geositio se refiere a la susceptibilidad de sus características geológicas y paisajísticas a ser afectadas por factores internos o eventos naturales. Evaluar la fragilidad intrínseca es fundamental para establecer prácticas de gestión que minimicen los impactos adversos y preserven la integridad del geositio. composición geológica, estructuras geológicas, procesos de meteorización, afectaciones por cambios

climáticos, susceptibilidad a alteraciones humanas, estabilidad del paisaje, cambios geodinámicos recientes.

5. **Régimen de protección:** El régimen de protección de un geosítio se refiere al conjunto de medidas, normativas y prácticas establecidas para salvaguardar sus valores geológicos, paleontológicos y paisajísticos. Evaluar el régimen de protección es crucial para asegurar la preservación a largo plazo del geosítio y su entorno. Designación Legal. Normativas de Acceso y Uso. Vigilancia y Monitoreo. Restricciones a la Extracción. Educación y Concientización, Participación Comunitaria, Iniciativas de Conservación, Coordinación Institucional.
6. **Protección física o indirecta:** se refiere a las medidas y estrategias implementadas para resguardar sus características geológicas, paleontológicas y paisajísticas sin afectar negativamente su acceso y disfrute. Se considera la Infraestructuras de Acceso, Señalización Informativa, Zonas de Restricción, Control de Flujos de Visitantes, Monitoreo de Visitas, Restauración de Áreas Degradadas, Coordinación con Comunidades Locales, Programas Educativos.
7. **Accesibilidad:** La accesibilidad de un geosítio se refiere a la facilidad o dificultad para llegar a él, considerando factores como la infraestructura de transporte, la proximidad a vías principales y las condiciones del terreno. Vías de Acceso, Distancia desde Vías Principal, Medios de Transporte, Infraestructuras para Visitantes, Señalización de Rutas, Condiciones del Terreno, Adaptabilidad a Personas con Movilidad Reducida. Accesibilidad en Condiciones Climáticas Adversas.
8. **Régimen de propiedad del suelo:** El régimen de propiedad del suelo de un geosítio se refiere a la titularidad y gestión de la tierra en la que se encuentra el geosítio. Titularidad del suelo; condiciones del arrendamiento; restricciones de uso del suelo; regulación gubernamental: involucramiento de la comunidad local; programas de conservación y preservación. Historial de cambios en la propiedad.
9. **Densidad de Población:** La densidad de población es un indicador clave al evaluar la vulnerabilidad y la gestión de geosítios. Se debe de considerar la

densidad poblacional en las inmediaciones; tendencias de crecimiento poblacional; actividades humanas en la zona; infraestructura urbana; niveles de conciencia y educación ambiental; participación comunitaria en la conservación; capacidad de resiliencia comunitaria; sensibilidad cultural y social.

10. Cercanía a zonas recreativas: es esencial al evaluar geositorios, ya que la proximidad a áreas recreativas puede influir en su vulnerabilidad y gestión. Definición de Zonas Recreativas, Presión Turística, Infraestructuras Recreativas, Planificación del Desarrollo Recreativo, Gestión de Residuos y Contaminación, Participación Comunitaria en la Gestión Recreativa. Impacto en la Flora y Fauna, Educación Ambiental en Zonas Recreativas.

La evaluación integral de estos parámetros proporciona una base sólida para el diseño de estrategias efectivas de conservación y manejo, asegurando la preservación a largo plazo de los geositorios.

Clasificación de la vulnerabilidad

Para la categorización de la vulnerabilidad de los geositorios, luego que se haya definido la calidad de los parámetros, se calcula el total de punto para cada geositorio sobre la base de 100 puntos donde se establece la siguiente clasificación:

1. Alta Vulnerabilidad.

- Descripción: Geositorios que han alcanzado una puntuación total entre 90 y 100 puntos.
- Características: Indica una vulnerabilidad significativa, donde múltiples factores podrían amenazar la integridad del sitio.
- Acciones Sugeridas: Requiere medidas de gestión y conservación intensivas para proteger el geositorio de posibles amenazas.

2. Vulnerabilidad Media.

- Descripción: Geositorios que han obtenido una puntuación total entre 75 y 89 puntos.

- **Características:** Indica un nivel moderado de vulnerabilidad, con ciertos factores que podrían afectar el geositio.
- **Acciones Sugeridas:** Se necesitan medidas de gestión y monitoreo para mitigar los riesgos y preservar el valor del geositio.

3. Vulnerabilidad Baja.

- **Descripción:** Geositios con una puntuación total entre 50 y 74 puntos.
- **Características:** Muestra una vulnerabilidad relativamente baja, con menos amenazas significativas.
- **Acciones Sugeridas:** Aunque la vulnerabilidad es baja, se deben implementar prácticas de gestión para garantizar la conservación a largo plazo.

Estos rangos de clasificación permiten una evaluación rápida y efectiva de la vulnerabilidad de cada geositio, facilitando la implementación de estrategias y medidas de conservación adaptadas a su nivel de riesgo percibido.

2.2 Etapa II. Trabajo de campo.

La segunda etapa corresponde al trabajo de campo, en esta se realizan visitas a los diferentes geositios con el objetivo de caracterizarlos, documentarlos y verificar las descripciones de otros autores según la bibliografía consultada (Ver Figura 8). Se toman varias fotos panorámicas y de detalles para apoyar las descripciones. En la ejecución de esta tarea se valida los aspectos analizados en la etapa precedente y se establecen las regularidades para la implementación de las medidas de protección de los geositios esto se realiza por medio del desarrollo en varias campañas de corta duración.

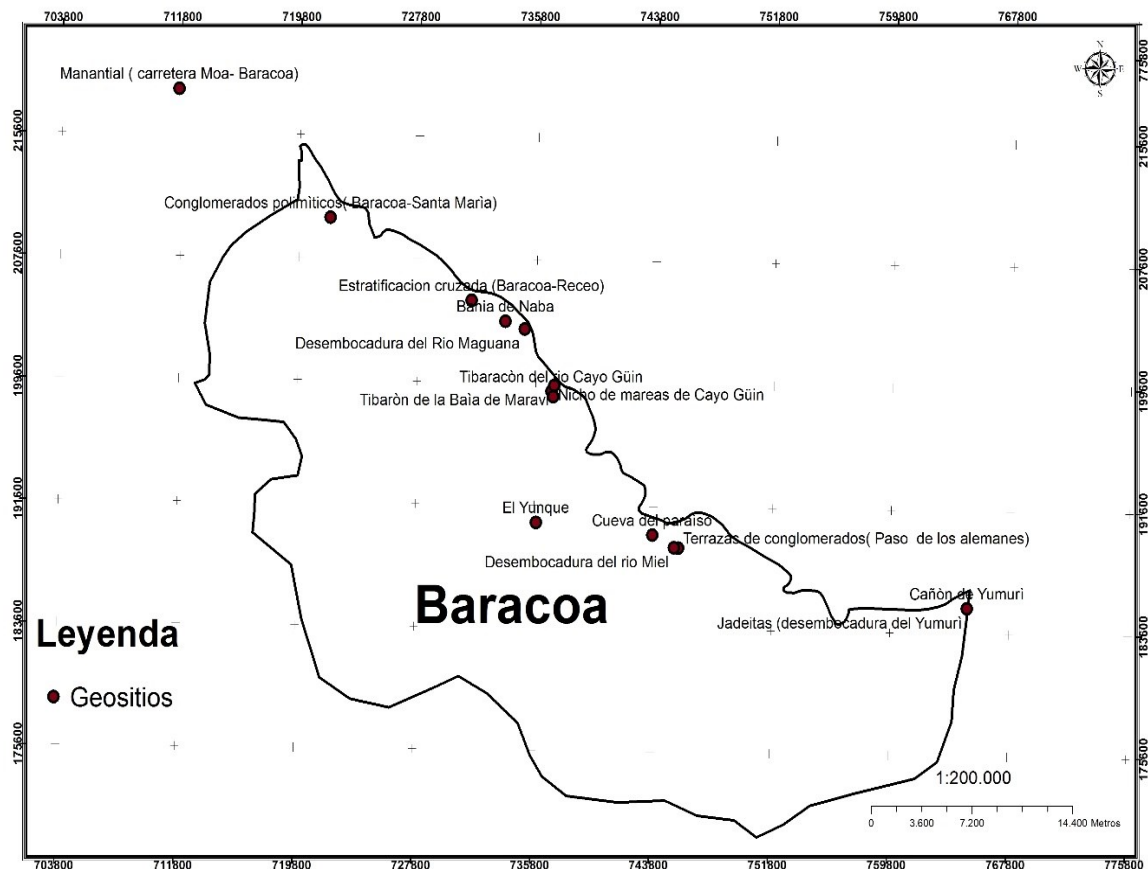


Figura 8. Esquema de ubicación geográfica de los geositos en el municipio de Baracoa.

2.3 Etapa III. Procesamiento de la Información.

Dadas las etapas mencionadas previamente en el diseño de investigación, las acciones propuestas se definen la identificación de los principales factores de riesgo que podrían llevar a la destrucción de los geositos seleccionados. Esto incluiría la evaluación de factores geológicos, como movimientos de masas o erosión, así como factores antropogénicos, como la urbanización, la explotación minera o la deforestación.

Se realiza un análisis detallado de cada factor de riesgo identificado, para comprender su impacto potencial en la integridad de los geositos y su grado de influencia. Además, se evalúa la fragilidad intrínseca de cada geosito frente a los factores de riesgo identificados. Esto implica analizar su estructura geológica, su sensibilidad a procesos de desgaste o erosión, así como su capacidad de

recuperación natural. El procesamiento de la información se realizó con el Excell y el gestor bibliográfico el Mendeley 19.3.

En la tercera etapa, se busca identificar los principales factores de riesgo que amenazan los geositos seleccionados y desarrollar estrategias y recomendaciones concretas para mitigarlos. El objetivo es garantizar la protección y conservación efectiva de los geositos, a partir de valorar su fragilidad intrínseca y los impactos antrópicos.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 Caracterización de los sitios de interés geológico.

Las puntuaciones otorgadas a cada geosítio acorde a los parámetros evaluativos, permitió clasificar los mismos, según su puntuación en A, B, C como establece la metodología utilizada.

Punto 1. Conglomerados (Baracoa-Santa María)

Coordenadas: X: 20,532538 Y: -74,705969

El geosítio evaluado muestra una puntuación total de 87 en la tabla de parámetros de valoración, señalando una alta vulnerabilidad y, al mismo tiempo, un interés significativo para la conservación y protección. La cercanía a la carretera y la exposición a la acción antrópica atribuyen una considerable vulnerabilidad antrópica. A pesar de ser considerado como material para caminos y construcción, lo que aumenta su interés para la explotación, las autoridades locales han identificado y protegido el geosítio, reflejando un compromiso con su preservación. La vulnerabilidad natural se manifiesta en la falta de cobertura vegetal, un talud con una pendiente del 45% y evidencia de desprendimiento de bloques. Aunque está protegido físicamente, la accesibilidad fácil y la presencia de población en el área plantean desafíos adicionales. En consecuencia, se enfatiza la importancia de estrategias de manejo integral que equilibren la conservación del geosítio con el acceso controlado y la educación pública sobre su valor geológico (ver Figura 8 y Tabla 3).



Figura 8. Conglomerados (Baracoa-Santa María)

Tabla 3. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geositio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Se encuentra cerca de la carretera, expuesto a la acción antrópica del hombre.	15
2	Interés para la Explotación Minera	El geositio no es de interés para explotaciones mineras.	5
3	Vulnerabilidad Natural	El sitio se encuentra sin cobertura vegetal, se encuentra agrietado y existe evidencia de desprendimiento de bloques.	12
4	Fragilidad Intrínseca		6
5	Régimen de Protección	Se encuentra identificado y está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido.	7
7	Accesibilidad	Afloramiento con buena accesibilidad.	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre.	5
9	Densidad de Población	Hay población en el área.	8
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Es un atractivo natural debido a sus cuevas o cavernas.	5
			81

Punto 2. Estratificación Cruzada (Baracoa- Recreo)

Coordenadas: X: 20,510497 Y: -74.677186

El geositio de Estratificación Cruzada en Baracoa-Recreo presenta características geológicas notables, siendo un afloramiento de estratificación cruzada (caótica) compuesto por areniscas y calcarenitas. Con dimensiones de 40 metros de longitud y 18 metros de altura, las rocas exhiben una marcada alteración y fragilidad, siendo propensas a la erosión y el transporte. La presencia de una delgada capa de suelo sobre las areniscas, donde prosperan palmeras, sugiere un ambiente carbonatado. Desde el punto de vista de la evaluación de la vulnerabilidad, se destaca su alta vulnerabilidad antrópica debido a su proximidad a la carretera, así como la vulnerabilidad natural derivada de la alteración de las rocas. La accesibilidad fácil y la falta de protección oficial contribuyen a su riesgo, sumando un total de 88 puntos en la evaluación de vulnerabilidad.

Este geositio también presenta un alto interés para la explotación minera, con un puntaje significativo en la tabla de parámetros de valoración. Aunque se encuentra identificado, la falta de protección por parte de las autoridades y la libre accesibilidad

umentan su fragilidad intrínseca. La combinación de estos factores destaca la importancia de implementar medidas de conservación y protección para salvaguardar este valioso recurso geológico, equilibrando el interés potencial de explotación con la preservación del sitio y su entorno (ver Figura 9 y Tabla 4).



Figura 9. Estratificación Cruzada (Baracoa- Recreo).

Tabla 4. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geosítio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Tiene alta vulnerabilidad debido a que se encuentra cerca de la carretera y a que es propicio la erosión	15
2	Interés para la Explotación Minera	Un alto interés para la explotación	10
3	Vulnerabilidad Natural	Es vulnerable debido al grado de alteración de las rocas pues son erosionadas y transportadas	12
4	Fragilidad Intrínseca	El sitio presenta alta fragilidad debido al tipo de roca que afloran en el área del geosítio, presenta poca resistencia a la erosión.	10
5	Régimen de Protección	El sitio se encuentra identificado, pero no está protegido por las autoridades.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido	7
7	Accesibilidad	Es de fácil acceso lo que incrementa su vulnerabilidad.	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre.	5
9	Densidad de Población	Hay población en el área del geosítio	6
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Se encuentra en zonas recreativas o turísticas	5
			88

Punto 3. Punta Barlovento**Coordenadas:** X: 20.522058 Y: -74.667289

El punto de interés geológico descrito revela una compleja interacción entre los procesos cárnicos y la influencia del mar en el litoral costero. A pesar de su ubicación distante de la carretera y su aparente baja vulnerabilidad ante intervenciones humanas, este geosítio alcanza una puntuación de 70 en la tabla de parámetros para evaluar la vulnerabilidad. Su singularidad se manifiesta a través de la evolución de los procesos cárnicos, evidenciados por fenómenos de erosión, abrasión y disolución causados por las aguas marinas. Formaciones kársticas como el "diente de perro costero" se extienden a lo largo de la costa, beneficiadas por la abundancia de agua, la baja temperatura del agua y la composición de la roca.

A pesar de la dificultad de acceso, el geosítio revela vestigios históricos, como las ruinas de un asentamiento de familias norteamericanas hasta la década de 1950 y restos de una antigua vía de comunicación. La zona está impregnada de leyendas que sugieren ser un misterioso refugio de tesoros, respaldadas por hallazgos de fósiles, vasijas indígenas y lozas de barro que indican la presencia tanto de colonizadores españoles como de piratas. La combinación de su valor geológico y su rica historia lo convierte en un punto fascinante; sin embargo, la necesidad de equilibrar el acceso limitado con una conservación meticulosa destaca la importancia de evaluar y gestionar su vulnerabilidad de manera integral (ver Figura 10 y Tabla 5).

Tabla 5. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geositio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Se encuentra lejos de la carretera, poca vulnerabilidad	10
2	Interés para la Explotación Minera	No tiene indicio de explotación minera.	5
3	Vulnerabilidad Natural	El sitio presenta erosión y abrasión.	12
4	Fragilidad Intrínseca	El sitio presenta alta fragilidad poca resistencia a la erosión.	10
5	Régimen de Protección	El sitio se encuentra identificado, pero no está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido.	7
7	Accesibilidad	Es de difícil acceso.	4
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre.	8
9	Densidad de Población	No hay población en el área del geositio	6
10	Cercanía a Zonas Recreativas	No se encuentra en zonas recreativas o turísticas.	3
			70

Punto 4. Playa Pinca

Coordenadas: X: 20.512934 Y: -74.652033

Este punto se refiere a una playa de arenas negras con presencia de nichos de marea de alrededor de 10 metros de diámetro. La playa se encuentra en una zona irregular desde el punto de vista topográfico, siendo la configuración general de la costa uno de los factores que determinan su morfodinámica.

El geositio evaluado presenta una puntuación total de 75 en la tabla de parámetros de valoración, señalando una situación generalmente favorable con algunos aspectos a destacar para su conservación y manejo.

Aunque se describe como de singular atractivo para los visitantes debido a su belleza, lo cual puede aumentar la vulnerabilidad antrópica, el hecho de que no sea de interés para la explotación minera es positivo. La vulnerabilidad natural, afectada por condiciones de oleaje, requiere una evaluación más detallada para comprender y abordar los posibles impactos.

La baja fragilidad intrínseca, atribuida a la génesis de las rocas, es positiva, al igual que la identificación y protección por parte de las autoridades locales. La buena

accesibilidad y el libre acceso pueden aumentar el riesgo de impacto humano directo, especialmente si la densidad de población en la zona aumenta en el futuro. La claridad de las aguas como atractivo natural destaca la importancia de estrategias de manejo sostenible y educación ambiental para preservar el sitio. Se sugiere una evaluación continua de la vulnerabilidad y la implementación de medidas preventivas para garantizar la conservación a largo plazo del geosito (ver Figura 11 y Tabla 6).



Figura 11. Playa Pinca

Tabla 6. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geosito y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Esta es de singular atractivo para los visitantes debido a su singular belleza	15
2	Interés para la Explotación Minera	No es de interés para la explotación minera.	5
3	Vulnerabilidad Natural	El sitio se encuentra afectado por condiciones de oleaje.	12
4	Fragilidad Intrínseca	Es baja gracias a la Genesis de las rocas que lo forman.	6
5	Régimen de Protección	Se encuentra identificado y está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido	5
7	Accesibilidad	Buena accesibilidad	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de libre acceso	5
9	Densidad de Población	Baja	4
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Es un atractivo natural debido a la claridad de sus aguas.	5
			75

Punto 5. Tibaracón Rio Nibujón

Coordenadas: X: 20.510286 Y: -74.646996

El geositio de la piscina natural en la desembocadura del Río Nibujón es un área extensa de 500 metros, separada del mar por aproximadamente 10 metros. En esta ubicación, se forma una estructura que constituye un banco de material friable, principalmente grava y arena, acumulada por las olas marinas en la desembocadura del río. La acción de las olas obliga a desviar su curso, siguiendo un recorrido paralelo al litoral. Este geositio es de fácil acceso y posee una alta importancia didáctica para el turismo y la enseñanza de la geología, ya que representa procesos fluviales y dinámicas exógenas en el proceso de erosión y transporte de sedimentos. En términos de la evaluación de la vulnerabilidad, el geositio presenta una serie de desafíos, con una puntuación total de 82 en la tabla de parámetros de valoración. Aunque se destaca su alto interés para la explotación de materiales de construcción y su acceso fácil, la vulnerabilidad antrópica debido a la proximidad a la carretera y la presencia de población en el área aumentan el riesgo. Aunque está identificado, la falta de protección oficial y la fragilidad intrínseca de las rocas en el sitio subrayan la necesidad de medidas de conservación para equilibrar su potencial turístico con la preservación de sus características únicas y frágiles (ver Figura 12 y Tabla 7).



Figura 12. Tibaracón Río Nibujón.

Tabla 7. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad de los geositios y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Se encuentra cerca de la carretera, expuesto a la acción antrópica del hombre.	15
2	Interés para la Explotación Minera	Un alto interés para materiales de la construcción	10
3	Vulnerabilidad Natural	El sitio se encuentra agrietado y existe evidencia de erosión y desprendimiento de bloques.	8
4	Fragilidad Intrínseca	El sitio presenta alta fragilidad debido al tipo de roca que afloran en el área del geositio presenta poca resistencia a la erosión.	10
5	Régimen de Protección	El sitio se encuentra identificado, pero no está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido.	7
7	Accesibilidad	Es de fácil acceso lo que incrementa su vulnerabilidad.	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre.	5
9	Densidad de Población	Hay población en el área del geositio	8
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Se encuentra en zonas recreativas o turísticas	5
			82

Punto 6. Salto La Jaragua

Coordenadas: X: 20.462985 Y: -74.665214

El geositio en cuestión, con una puntuación total de 61 en la tabla de parámetros de valoración, presenta características que sugieren una moderada vulnerabilidad y ciertos desafíos de conservación. Aunque la vulnerabilidad antrópica es baja debido a la limitada accesibilidad, la buena accesibilidad en sí misma podría aumentar el riesgo de impacto humano directo. La baja fragilidad intrínseca, atribuida a la génesis de las rocas, es un punto positivo, pero la vulnerabilidad natural a la erosión fluvial debe ser monitoreada.

El hecho de que el geositio no sea de interés para explotaciones mineras es una ventaja, pero la falta de protección oficial y la presencia de población en el área sugieren la necesidad de evaluaciones y acciones de conservación adicionales. La cercanía a zonas recreativas plantea la posibilidad de un aumento en la actividad

humana, lo que podría afectar la integridad del sitio. En consecuencia, se sugiere una evaluación exhaustiva de la vulnerabilidad y la implementación de medidas de protección para salvaguardar este recurso geológico (Figura 13 y Tabla 8).



Figura 13. Salto La Jaragua

Tabla 8. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geositio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Es poco vulnerable a la acción del hombre debido a que no tiene buena accesibilidad.	5
2	Interés para la Explotación Minera	El geositio no es de interés para explotaciones mineras.	5
3	Vulnerabilidad Natural	El geositio es vulnerable gracias a la resistencia de los conglomerados a la erosión fluvial.	4
4	Fragilidad Intrínseca	Es baja gracias a la Genesis de las rocas que lo forman.	6
5	Régimen de Protección	El sitio se encuentra identificado y no está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	No se encuentra protegido	5
7	Accesibilidad	Tiene buena accesibilidad	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre	5
9	Densidad de Población	Hay población en el área del geositio	8
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Se encuentra cerca de zonas recreativas	5
			61

Punto 7. Nicho de mareas de Cayo Guin**Coordenadas:** X: 20,426760 Y: -74,562661

El geosítio evaluado muestra una puntuación total de 81 en la tabla de parámetros de valoración, indicando una vulnerabilidad moderada y un conjunto de características que requieren atención en términos de conservación y manejo. La cercanía a la carretera y la exposición a la acción antrópica contribuyen a su vulnerabilidad, a pesar de que no es de interés para explotaciones mineras, lo cual es un punto positivo.

La vulnerabilidad natural se evidencia por la falta de cobertura vegetal, agrietamiento y evidencia de desprendimiento de bloques, sugiriendo la necesidad de medidas preventivas. La fragilidad intrínseca se menciona, pero no se proporciona una descripción detallada, por lo que se recomienda una evaluación más detallada de este aspecto. El geosítio está identificado y protegido por las autoridades locales, lo que es alentador, y cuenta con protección física. Sin embargo, la buena accesibilidad y la presencia de población en el área plantean desafíos adicionales. La cercanía a zonas recreativas sugiere un potencial para el turismo, destacando la importancia de un manejo sostenible que preserve las características únicas del geosítio mientras se facilita el acceso controlado (ver Figura 14 y Tabla 9).



Figura 14. Nicho de mareas de Cayo Guin

Tabla 9. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geositio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Se encuentra cerca de la carretera, expuesto a la acción antrópica del hombre.	15
2	Interés para la Explotación Minera	El geositio no es de interés para explotaciones mineras.	5
3	Vulnerabilidad Natural	El sitio se encuentra sin cobertura vegetal, se encuentra agrietado y existe evidencia de desprendimiento de bloques.	12
4	Fragilidad Intrínseca		6
5	Régimen de Protección	Se encuentra identificado y está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido.	7
7	Accesibilidad	Afloramiento con buena accesibilidad.	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre.	5
9	Densidad de Población	Hay población en el área.	8
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Es un atractivo natural debido a sus cuevas o cavernas.	5
			81

Punto 8. El Yunque

Coordenadas: X: 20,352646 Y: - 74,573743

El Yunque está localizado al noroeste de la ciudad y municipio Baracoa, ocupa parte de las Cuenca de los ríos Toa y Duaba, en la Sierra del Purial del Macizo Montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. El geositio evaluado presenta una puntuación total de 82 en la tabla de parámetros de valoración, señalando una vulnerabilidad moderada y aspectos importantes a considerar para su gestión y conservación. La cercanía al poblado y la exposición a la acción antrópica indican una vulnerabilidad significativa, a pesar de que no hay evidencia de explotación minera, lo cual es positivo.

La vulnerabilidad natural, aunque se describe como "vulnerable", no proporciona detalles específicos, por lo que se recomienda una evaluación más detallada para comprender mejor los riesgos asociados. La fragilidad intrínseca, relacionada con la carstificación que ha resultado en una pendiente plana y rugosa, destaca la necesidad de medidas de protección adicionales.

Aunque el geositio está identificado y protegido por las autoridades locales, la fácil accesibilidad y la cercanía a zonas pobladas y recreativas aumentan la vulnerabilidad. Se sugiere la implementación de estrategias de manejo que equilibren el acceso público con la conservación, y medidas preventivas para abordar los riesgos naturales y la acción antrópica. La colaboración continua con las autoridades locales es esencial para garantizar la protección a largo plazo del geositio (ver Figura 15 y Tabla 10).



Figura 15. El Yunque

Tabla 10. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geositio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO VALORACIÓN DE	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Se encuentra cerca del poblado expuesto a la acción antrópica del hombre	15
2	Interés para la Explotación Minera	No hay evidencia de explotación	5
3	Vulnerabilidad Natural	Vulnerable	8
4	Fragilidad Intrínseca	Presenta una pendiente plana y rugosa que son resultados de la misma carstificación	10
5	Régimen de Protección	Se encuentra identificado y está protegido por las autoridades locales	4
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido	5
7	Accesibilidad	Es de fácil acceso lo que incrementa su vulnerabilidad	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre	5

9	Densidad de Población	Se encuentra cerca de un área poblada.	8
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Se encuentra cerca de zonas recreativas	5
			82

Punto 9. Cueva del Paraíso**Coordenadas:** X:743 718.5, Y:189 554.9

Este elemento individual se clasifica como Cueva. El geosítio evaluado presenta una puntuación total de 75 en la tabla de parámetros de valoración, indicando una vulnerabilidad moderada y algunos aspectos que requieren atención en términos de conservación y manejo. La exposición a la acción antrópica y la alta fragilidad debido al tipo de roca son factores clave que contribuyen a su vulnerabilidad.

La vulnerabilidad natural se manifiesta en la falta de cobertura vegetal, un talud de pendiente 45°, agrietamiento y evidencia de desprendimiento de bloques. A pesar de que el geosítio está identificado y protegido por las autoridades locales, la fácil accesibilidad y la presencia de población en el área aumentan la vulnerabilidad al impacto humano directo.

La cercanía a zonas recreativas y su uso como atractivo natural para el turismo resaltan la importancia de un manejo sostenible. Se recomienda implementar medidas de protección adicionales, como controles de acceso y educación ambiental, para equilibrar el acceso público con la conservación del geosítio. La evaluación continua de la vulnerabilidad y la participación activa de la comunidad y las autoridades locales son esenciales para garantizar la preservación a largo plazo del geosítio (ver Figura 16 y Tabla 11).



Figura 16: Cueva del Paraíso

Tabla 11. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad de los geositos y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Se encuentra expuesto a la acción antrópica del hombre.	15
2	Interés para la Explotación Minera	No hay evidencia de explotación	5
3	Vulnerabilidad Natural	El sitio se encuentra sin cobertura vegetal, con un talud de pendiente 45, se encuentra agrietado y existe evidencia de desprendimiento de bloques	8
4	Fragilidad Intrínseca	El sitio presenta alta fragilidad debido al tipo de roca que afloran en el área del geositio	6
5	Régimen de Protección	Se encuentra identificado y está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido	5
7	Accesibilidad	Es de fácil acceso lo que incrementa su vulnerabilidad.	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre.	5
9	Densidad de Población	Hay población en el área del geositio	8
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Es un atractivo natural utilizado para el turismo.	5
			75

Punto 10. Terrazas marinas emergidas Yara-Majayara

Coordenadas: X:746585.19061 Y:189507.30249

El geositio bajo análisis revela una vulnerabilidad significativa, con una puntuación total de 77 en la tabla de parámetros de valoración. A pesar de estar cercano a la carretera y ser susceptible a la acción antrópica, se destaca su alta fragilidad intrínseca debido al tipo de roca que aflora en la zona. Además, se registra un interés evidente para la explotación minera, lo que acentúa la necesidad de una gestión cuidadosa para equilibrar el desarrollo económico con la preservación del sitio.

Aunque el geositio presenta erosión y abrasión naturales, la existencia de una protección activa por parte de las autoridades locales ofrece un elemento positivo en su evaluación. La accesibilidad fácil lo hace accesible para visitantes, pero la baja densidad de población en el área y la distancia de zonas recreativas o turísticas

indican que el impacto humano directo es limitado. La combinación de estos factores resalta la importancia de mantener y reforzar las medidas de protección existentes, así como de llevar a cabo un manejo sostenible que preserve tanto el valor geológico como el equilibrio ambiental del geosítio (ver Figura 17 y Tabla 12).



Figura 17. Terrazas marinas emergidas Yara-Majayara

Tabla 12. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geosítio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No.	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Se encuentra cerca de la carretera, expuesto a la acción antrópica del hombre.	15
2	Interés para la Explotación Minera	Tiene indicio de explotación minera.	10
3	Vulnerabilidad Natural	El sitio presenta erosión y abrasión.	8
4	Fragilidad Intrínseca	El sitio presenta alta fragilidad debido al tipo de roca que afloran en el área.	10
5	Régimen de Protección	Se encuentra identificado, y está protegido por las autoridades locales que deben de proteger y conservar el geosítio.	4
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido	5
7	Accesibilidad	Es de fácil acceso	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre.	5
9	Densidad de Población	Hay poca población en el área del geosítio	4
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Se encuentra distante de zonas recreativas o turísticas.	2
			77

Punto 11. Terrazas de conglomerados (Paso de los alemanes)

Coordenadas: X: 20,337397 Y: -74,482253

Breve descripción: El geositio evaluado obtiene una puntuación total de 83 en la tabla de parámetros de valoración, indicando un nivel significativo de vulnerabilidad y algunos aspectos que requieren atención especial para su conservación y manejo. La cercanía a la carretera y la acción antrópica son factores clave que contribuyen a su vulnerabilidad, aunque no se observa evidencia de explotación minera, lo cual es positivo.

La vulnerabilidad natural es evidente, ya que el sitio está ligeramente cubierto de malezas y afectado por procesos exógenos que provocan deslizamientos. La fragilidad intrínseca, relacionada con el tipo de roca que aflora en el área, es otro factor importante a considerar para su conservación. A pesar de estar identificado, la falta de protección oficial por parte de las autoridades locales es una preocupación que debe abordarse.

La accesibilidad fácil y la cercanía a zonas pobladas y recreativas aumentan la vulnerabilidad del geositio, destacando la necesidad de implementar medidas de protección y gestión. Se recomienda una evaluación detallada de los procesos naturales que afectan al geositio y la implementación de medidas preventivas para mitigar los riesgos asociados. Además, la colaboración con las autoridades locales para establecer medidas de protección formal sería beneficioso para garantizar la preservación a largo plazo del geositio (ver Figura 18 y Tabla 13).



Figura 18. Terrazas de conglomerados (Paso de los alemanes)

Tabla 13. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geositio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Se encuentra cerca de la carretera, expuesto a la acción antrópica del hombre	15
2	Interés para la Explotación Minera	No hay evidencia de explotación minera	5
3	Vulnerabilidad Natural	El sitio se encuentra cubierto ligeramente de malezas y afectado por procesos exógenos que provocan deslizamientos. La pendiente del terreno también facilita el desprendimiento de bloques.	12
4	Fragilidad Intrínseca	El sitio presenta alta fragilidad debido al tipo de roca que afloran en el área.	10
5	Régimen de Protección	Se encuentra identificado, pero no está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido	5
7	Accesibilidad	Es de fácil acceso lo que incrementa su vulnerabilidad.	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	Es de acceso libre.	5
9	Densidad de Población	Se encuentra cerca de un área poblada.	8
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Se encuentra cerca de zonas recreativas	5
			83

Punto 12. Cañón de Yumurí

Coordenadas: X: 20,301593 Y: - 74,296386

Breve descripción: El cañón de Yumurí ocupa territorios en el municipio Baracoa, encontrándose a 28 km al noreste de esta ciudad, y al este con el municipio Maisí, ambos de la provincia de Guantánamo. Está situado a lo largo del Cañón del río Yumurí, hasta el sitio conocido como Minas La Olla. El geositio evaluado presenta una puntuación total de 79 en la tabla de parámetros de valoración, indicando una vulnerabilidad moderada y aspectos a considerar para su conservación y manejo. Aunque está expuesto a la acción antrópica y presenta una alta fragilidad debido al tipo de roca, cuenta con ciertos elementos positivos en términos de protección. La vulnerabilidad natural se manifiesta en la fuerte erosión por la acción pluvial y eólica, destacando la necesidad de estrategias de conservación que aborden estos procesos. La protección física o indirecta es un punto positivo, aunque la accesibilidad fácil puede aumentar la vulnerabilidad al impacto humano directo.

A pesar de que el geosítio está identificado y protegido por las autoridades locales, la presencia de población en el área y su atractivo natural para actividades recreativas subrayan la importancia de un manejo equilibrado. La claridad de las aguas como atractivo natural resalta la necesidad de estrategias de educación y concienciación para promover el turismo sostenible y minimizar el impacto negativo. Se sugiere una evaluación continua de la vulnerabilidad y medidas preventivas para garantizar la conservación a largo plazo del geosítio (ver Figura 19 y Tabla 14).



Figura 19: Cañón de Yumurí

Tabla 14. Parámetros de valoración de la vulnerabilidad del geosítio y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

No	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
1	Vulnerabilidad Antrópica	Está expuesto a la acción antrópica del hombre.	15
2	Interés para la Explotación Minera	No hay evidencia de explotación	5
3	Vulnerabilidad Natural	El geosítio es vulnerable por la fuerte erosión por la acción pluvial y eólica.	8
4	Fragilidad Intrínseca	Presenta alta fragilidad debido al tipo de roca que afloran en el área.	10
5	Régimen de Protección	Se encuentra identificado y está protegido por las autoridades locales.	8
6	Protección Física o Indirecta	Se encuentra protegido	5
7	Accesibilidad	Afloramiento con accesibilidad	10
8	Régimen de Propiedad del Suelo	De acceso libre.	5
9	Densidad de Población	Hay población en el área del geosítio	8
10	Cercanía a Zonas Recreativas	Es un atractivo natural debido a la claridad de sus aguas.	5
			79

A partir de los resultados de la caracterización de los puntos de interés geológico se pudo determinar los principales factores de riesgo que inciden en la vulnerabilidad de los geositos (ver Tabla 15).

Tabla 15. Análisis de los principales factores de riesgo que podrían llevar a la destrucción de los geositos.

	VA			IEX		VN			FI		RP		PFI			A			RPS		DP			CZR		
	A	M	B	A	B	VM	V	PV	A	B	NP	P	A	M	B	MA	A	PA	E	P	A	M	B	MC	C	D
Geositos	15	10	5	10	5	12	8	4	10	6	8	4	12	7	5	10	7	4	5	10	8	6	4	5	3	2
1	15			10		12			10		8			7		10			5			6		5		
2	15			10			8		10			4		7		10			5		8			5		
3		10			5	12			10		8			7				4	5			6			3	
4	15			10			8		10		8				5	10			5				4			2
5			5		5			4		6	8				5	10			5		8			5		
6	15			10			8		10			4	12			10			5		8			5		
7	15				5	12				6	8			7		10			5		8			5		
8	15				5	12			10		8				5	10			5		8			5		
9	15				5		8		10			4	12			10			5		8			5		
10	15				5		8		10		8				5	10			5		8			5		
11	15				5		8			6	8				5	10			5		8			5		
12	15				5	12				6	8				5	10			5				4	5		

Nota:1)- **VA**: Vulnerabilidad antrópica. **A**: Alta **M**: Media **B**: Baja. 2)-**IEX**: Interés para la explotación minera **A**: Alta **B**: Baja; 3)-**VN**: Vulnerabilidad natural **VM**: Muy vulnerable **V**: Vulnerable **PV**: Poco vulnerable. 4)-**FI**: Fragilidad Intrínseca **A**: Alta; **B**: Baja. 5)-**RP**: Régimen de Protección **NP**: No protegido **P**: Protegido. 6)-**PFI**: Protección Física o Indirecta **A**: Alta; **M**: Medio **B**: Bajo. 7)-**A**: Accesibilidad **MA**: Muy accesible **A**: Accesible **PA**: Poco accesible. 8)-**RPS**: Régimen de Propiedad del Suelo **E**: Estatal **P**: Privado. 9)- **DP**: Densidad de Población **A**: Alta **M**: Media **B**: Baja. 10)- **CZR**: Cercanía a Zonas Recreativas **MC**: Muy cerca **C**: Cerca **D**: Distante.

3.2 Evaluación del estado de conservación.

Vulnerabilidad antrópica.

La evaluación detallada de los geositos reveló una inquietante realidad: el 84% de ellos presenta una vulnerabilidad significativa, demandando una atención inmediata. Factores como la exposición a eventos climáticos extremos, la presión antropogénica y la carencia de medidas de conservación adecuadas contribuyen a esta situación. A un nivel más específico, el 8% de los geositos muestra una vulnerabilidad media, posiblemente vinculada a fragilidades geológicas o a la proximidad de actividades humanas. Sin embargo, un alentador 8% presenta una vulnerabilidad baja, indicando que algunos geositos pueden estar mejor protegidos ante riesgos potenciales.

En respuesta a estos hallazgos, se proponen dos acciones clave para la protección de los geositos. En primer lugar, se destaca la necesidad imperativa de implementar Zonas de Restricción Controlada, estableciendo áreas donde se restrinja el acceso y la actividad humana con el fin de salvaguardar la integridad de estos lugares vulnerables. Esta medida no solo protegería directamente los geositos, sino que también contribuiría a preservar la biodiversidad asociada.

En segundo lugar, se sugiere la implementación de programas de concientización dirigidos a las comunidades locales y visitantes. Estos programas tienen como objetivo destacar la importancia crítica de la conservación de los geositos y promover prácticas sostenibles. Al fomentar la responsabilidad ambiental y cultural, se espera reducir la presión antropogénica y fortalecer la resiliencia de estos sitios ante posibles amenazas. La implementación coordinada de estas medidas no solo abordaría la vulnerabilidad identificada, sino que también establecería las bases para un enfoque integral y sostenible de conservación a largo plazo (Figura 20).

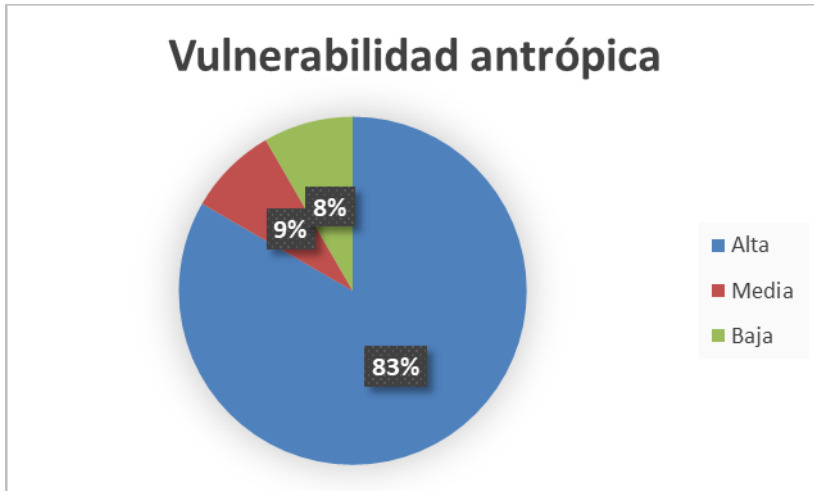


Figura 20. Vulnerabilidad antrópica.

Existen varios elementos que pueden provocar esta alta vulnerabilidad, y algunas posibles causas podrían ser:

1. La ausencia de estrategias de conservación y la falta de una gestión efectiva pueden dejar a los geositios vulnerables a amenazas y daños.
2. Actividades humanas inadecuadas, como la explotación excesiva de recursos naturales, el desarrollo no sostenible, la contaminación y el turismo no regulado, pueden contribuir a la vulnerabilidad de los geositios.
3. Las alteraciones ambientales provocadas por el cambio climático, como el aumento de las temperaturas, las sequías, las inundaciones y los fenómenos meteorológicos extremos, también pueden aumentar la vulnerabilidad de los geositios.
4. La falta de conocimiento sobre los valores de los geositios y la importancia de su conservación puede llevar a una falta de acción y medidas adecuadas para protegerlos.

Para abordar esta alta vulnerabilidad y proteger los geositios, se pueden implementar varias medidas:

1. Establecer estrategias detalladas para la conservación y el manejo sostenible de los geositios, a partir de las características específicas de cada sitio y los riesgos a los que están expuestos.
2. Implementar políticas y regulaciones claras que fomenten la protección de los geositios y restrinjan actividades dañinas.

3. Promover la participación comunitaria: Involucrar a las comunidades locales en la gestión y protección de los geositios.
4. Realizar campañas de sensibilización y programas educativos para aumentar la conciencia sobre la importancia de los geositios y promover su conservación entre la población local y los visitantes.
5. Establecer programas de monitoreo regular para evaluar el estado de los geositios y detectar posibles amenazas o cambios.

La implementación de estas medidas contribuirá a reducir la vulnerabilidad de los geositios y garantizar su preservación a largo plazo, proteger su valor científico, cultural y natural para las generaciones presentes y futuras.

El 33 % de los geositios evaluados se consideran una fuente de materiales para la industria de materiales de construcción. Esto implica que estos geositios contienen los recursos minerales necesarios para satisfacer la demanda de materiales de construcción, como piedra, arena, grava, arcilla u otros minerales utilizados en la industria de la construcción.

El interés en estos geositios se debe a su valor económico y utilidad para la producción de materiales esenciales para la construcción de infraestructuras, edificios y otros proyectos relacionados. Estos geositios pueden estar ubicados en áreas convenientes y accesibles, lo que facilita su explotación y transporte de los materiales extraídos.

Por otro lado, el alto interés del 67 % puede deberse a diversas razones. Que puede ser resultado de una planificación efectiva y de políticas de conservación que busquen proteger estos geositios debido a su valor científico, cultural o ambiental (Figura 21).



Figura.21 Interés para la explotación minera.

Los resultados indican que el 42 % de los geositos evaluados presentan una alta vulnerabilidad natural, asociada a riesgos geológicos como movimientos de masas y erosión, mientras que el 50 % muestra una vulnerabilidad media y el 8% una vulnerabilidad baja. Estos resultados pueden estar justificados por varios elementos:

1. **Características geológicas:** Muchos geositos pueden estar ubicados en áreas donde existen condiciones geológicas propensas a movimientos de masas, como deslizamientos de tierra o desprendimientos de rocas. Estas condiciones pueden ser causadas por la composición geológica del terreno, la topografía, la erosión o eventos naturales como terremotos o fuertes lluvias.
2. **Factores climáticos y ambientales:** Los patrones climáticos y las condiciones ambientales también pueden contribuir a la vulnerabilidad natural de los geositos. Por ejemplo, una mayor exposición a la erosión puede deberse a la presencia de condiciones climáticas extremas, como fuertes lluvias, vientos intensos o cambios en los niveles de agua.
3. **Tipo de geosito:** Algunos tipos de geositos, como acantilados o costas, pueden tener una mayor vulnerabilidad natural debido a la interacción entre los fenómenos geológicos y los elementos climáticos, como oleaje, marejadas o cambios en el nivel del mar. Estos factores pueden aumentar la probabilidad de erosión costera y otros riesgos geológicos.

4. Evaluación de riesgos: Es posible que se hayan realizado evaluaciones de riesgos detalladas en los geositos, lo que permitiría identificar y clasificar la vulnerabilidad natural asociada a características específicas de cada sitio. Estas evaluaciones pueden tener en cuenta factores como la pendiente del terreno, la exposición a agentes erosivos o la estabilidad geológica.

Es importante tener en cuenta que estos resultados subrayan la necesidad de tomar medidas adecuadas para gestionar y mitigar los riesgos asociados a la vulnerabilidad natural de los geositos. Estas medidas pueden incluir la implementación de sistemas de monitoreo, la planificación de acciones de conservación y la adopción de enfoques de gestión y uso del territorio que tomen en consideración los riesgos geológicos y ambientales específicos de cada geosito. Esto garantizará una mayor protección de los geositos y sufragará así su valor y su conservación a largo plazo (Figura 22).

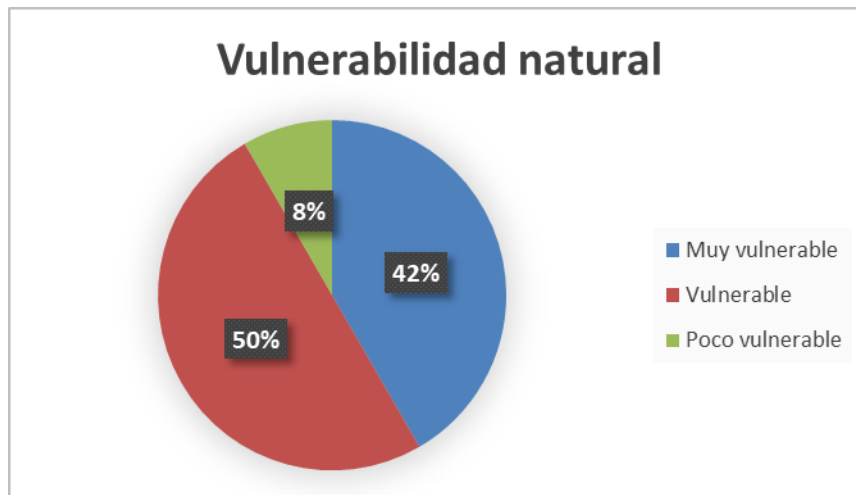


Figura 22. Vulnerabilidad natural

La variable de fragilidad intrínseca muestra que el 67 % de los geositos evaluados presentan alta fragilidad, mientras que solo el 33 % tiene una fragilidad baja destaca. Dado los elementos mencionados anteriormente, estos resultados pueden justificarse por varias razones:

1. La alta vulnerabilidad natural de los geositos, asociada a riesgos geológicos y movimientos de masas, puede contribuir significativamente a su fragilidad

intrínseca. Los procesos de erosión y los riesgos geológicos pueden debilitar la estabilidad de los geositios y, en consecuencia, aumentar su fragilidad.

2. La influencia humana en los geositios, como la explotación minera no sostenible, la deforestación, la urbanización descontrolada o la contaminación, puede incrementar la fragilidad intrínseca de estos lugares. Estas actividades pueden alterar los equilibrios naturales, degradar los suelos y afectar los ecosistemas, lo que debilita la resistencia y la capacidad de recuperación de los geositios.
3. Los efectos del cambio climático, como el aumento de las temperaturas, las sequías y los eventos climáticos extremos, pueden acentuar la fragilidad intrínseca de los geositios. Estos cambios ambientales pueden provocar desequilibrios en los ecosistemas, aumentar los riesgos geológicos y acelerar la degradación de los recursos naturales presentes en los geositios.

Al considerar estos elementos, es crucial tomar medidas de conservación y manejo adecuadas para proteger los geositios y reducir su fragilidad intrínseca. Esto implica implementar planes de gestión sostenible, promover prácticas de uso del territorio que minimicen los impactos negativos, realizar monitoreo regular y fomentar la participación de las comunidades locales en la protección y conservación de los geositios. Además, el fortalecimiento de la conciencia y la educación ambiental puede contribuir a la valoración y preservación efectiva de estos lugares únicos (Figura 23).

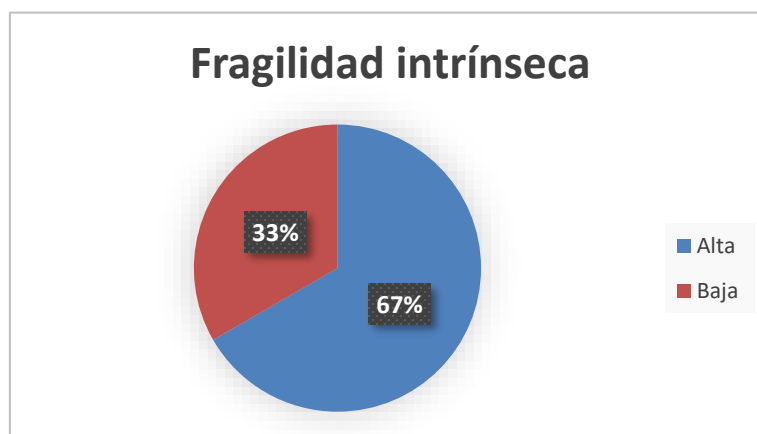


Figura. 23

Fragilidad intrínseca

De acuerdo con los datos proporcionados, se observa que el 75% de los geositos analizados requiere una alta protección, mientras que el 25% está protegido. Estos resultados resaltan la importancia de implementar medidas sólidas de protección para la mayoría de los geositos evaluados.

Uno de los elementos clave de protección que se puede considerar es la designación legal y reglamentaria de los geositos como áreas protegidas o patrimonio cultural o natural. Estas designaciones brindan una base legal para la salvaguardia de estos sitios y establecen reglamentos y mecanismos de gestión adecuados.

Las causas de la alta necesidad de protección podrían ser diversas. Algunos factores que influyen en esto incluyen la presencia de amenazas naturales o antrópicas, como el cambio climático, la urbanización no controlada, la extracción de recursos naturales o el turismo desordenado, que podrían poner en peligro la integridad de los geositos (Figura 24).

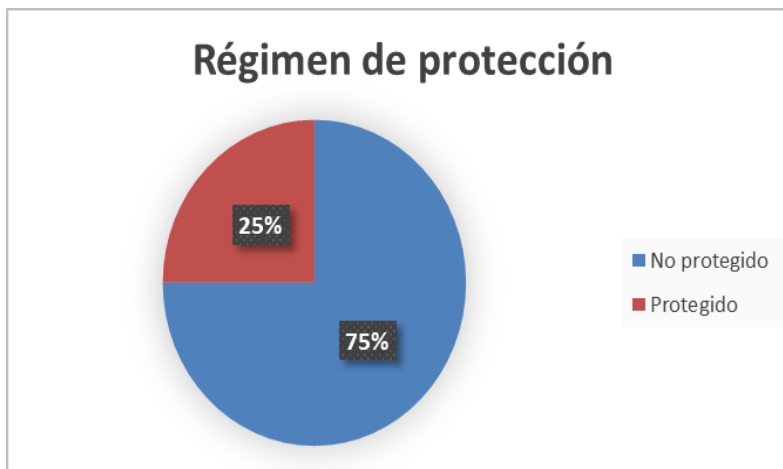


Figura 24. Régimen de protección

Además, se pueden identificar otras posibles causas como la falta de conciencia sobre el valor y la importancia de los geositos, la falta de recursos para llevar a cabo iniciativas de protección, la falta de cooperación entre diversas partes interesadas o la falta de capacidad de gestión eficaz.

Para abordar estas causas y mejorar la protección de los geositios, es necesario implementar una serie de acciones. Algunas medidas que se pueden considerar incluyen:

1. Fortalecer la legislación y los reglamentos existentes para garantizar una protección efectiva de los geositios.
2. Realizar campañas de educación y concienciación para informar tanto a la población local como a los visitantes sobre el valor y la fragilidad de los geositios.
3. Establecer alianzas y colaboraciones entre diferentes partes interesadas, incluyendo gobiernos, comunidades locales y organizaciones no gubernamentales, para trabajar juntos en la protección de los geositios.
4. Asignar recursos financieros adecuados para la implementación de programas de gestión y conservación.
5. Fomentar la investigación y el monitoreo continuo para comprender los factores de riesgo y gestionar de manera efectiva las amenazas.

Según los datos proporcionados, se observa que solo el 17% de los geositios presenta una protección física alta, mientras que el 33% registra una protección media y el 50% restante muestra una protección física baja. Estos resultados revelan que existe una necesidad de mejorar la protección física de la mayoría de los geositios evaluados.

La protección física juega un papel crucial en la preservación de los geositios, dado que ayuda a prevenir daños causados por factores como el vandalismo, la erosión, la contaminación y otras formas de intervención humana no deseada.

Las posibles causas de una protección física baja podrían incluir la falta de recursos y financiamiento para implementar medidas de conservación adecuadas, la falta de conciencia sobre la importancia de la protección física o la falta de coordinación entre diferentes entidades encargadas de la protección de los geositios (Figura 25).

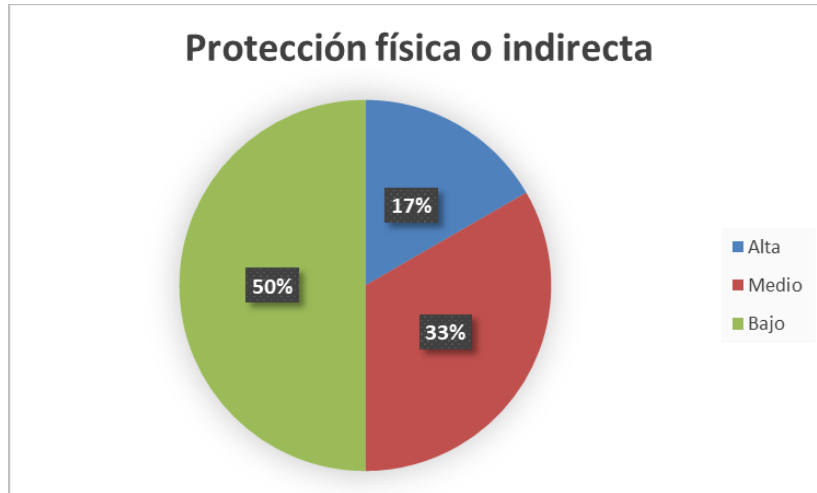


Figura 25. Protección física o indirecta

Para abordar esta situación y mejorar la protección física de los geositios, se pueden considerar varias medidas. Algunas posibles soluciones podrían incluir:

1. Establecer y fortalecer regulaciones y leyes de protección de los geositios, para garantizar que se implementen y se cumplan de manera efectiva.
2. Asignar recursos financieros adecuados para la implementación de medidas de protección física, como la construcción de cercas, la instalación de paneles informativos y la vigilancia de los geositios.
3. Fomentar la cooperación y coordinación entre diferentes entidades y actores relevantes, como instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales, para trabajar juntos en la protección de los geositios.
4. Educación y sensibilización pública sobre la importancia de la protección física de los geositios, para destacar los beneficios ambientales, culturales y sociales que aportan.

Mejorar la protección física de los geositios es esencial para garantizar su preservación a largo plazo y permitir que las generaciones futuras disfruten de su riqueza natural y cultural. La implementación de medidas adecuadas contribuirá a mantener la integridad de los geositios y promover un desarrollo sostenible en armonía con nuestro entorno.

Según los datos proporcionados, el 75% de los geositios son considerados accesibles, mientras que el 17% presenta una accesibilidad media y solo el 8% se

califica como de baja accesibilidad. Estos resultados sugieren que la mayoría de los geositos evaluados son fácilmente accesibles para los visitantes y están ubicados en áreas donde se facilita su llegada y exploración.

Existen varios aspectos que pueden influir en la variable de accesibilidad de los geositos. Algunas posibles causas podrían incluir la disponibilidad de rutas de acceso bien desarrolladas, infraestructura adecuada como carreteras y senderos, señalización clara y suficiente información para los visitantes. Además, la planificación cuidadosa de los espacios y la consideración de las necesidades de personas con movilidad reducida también contribuyen a una mayor accesibilidad (Figura 26).

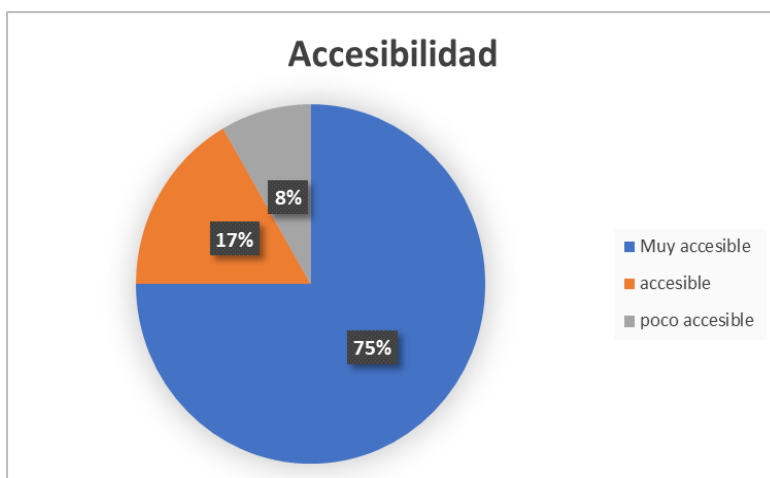


Figura 26. Accesibilidad

Para mejorar la accesibilidad en los geositos que presentan una calificación media o baja, se pueden considerar diversas soluciones. Algunas medidas podrían incluir la mejora de las vías de acceso y la infraestructura existente, la implementación de mejoras en la señalización y la difusión de información clara y precisa sobre cómo llegar y qué esperar en cada geosito. Además, la implementación de servicios de transporte público o privado hasta los sitios de interés puede facilitar la accesibilidad para aquellos que no tienen vehículos propios.

Es fundamental garantizar que los geositos estén fácilmente accesibles para el público en general, para fomentar así una mayor apreciación y disfrute de estos

lugares. La mejora de la accesibilidad contribuye a promover la conservación y protección de los geositios al permitir que un mayor número de personas acceda a ellos y se conecte con la naturaleza y la cultura que ofrecen.

Los resultados obtenidos en régimen de propiedad de los suelos es el 100% estatal este resultado sugiere que existen diversas causas que contribuyen a la vulnerabilidad de los geositios. Algunas posibles causas podrían incluir la falta de medidas de protección y conservación adecuadas, la presencia de actividades humanas incompatibles que ponen en riesgo los geositios, así como la falta de conciencia sobre los valores intrínsecos y la importancia de la conservación. Un análisis exhaustivo de las causas subyacentes permitirá desarrollar estrategias y soluciones efectivas para abordar los desafíos y garantizar la preservación a largo plazo de los geositios (Figura 27).

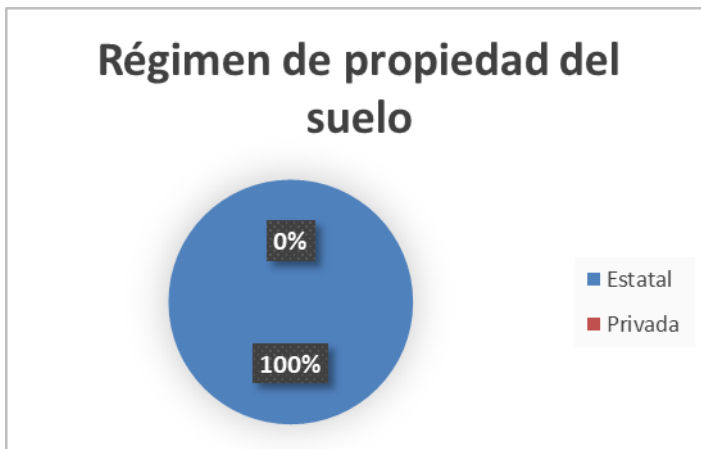


Figura 27. Régimen de propiedad del suelo

El análisis permite observar que el 66% de la densidad de la población es alta, mientras que el 17% muestra una vulnerabilidad media y el otro 17% registra una baja vulnerabilidad. La presencia de actividades humanas incompatibles que ponen en riesgo los geositios, así como la falta de conciencia sobre los valores intrínsecos y la importancia de la conservación para abordar los desafíos y garantizar la preservación a largo plazo de los geositios. Un análisis exhaustivo de las causas subyacentes permitirá desarrollar estrategias y soluciones efectivas (Figura 28).

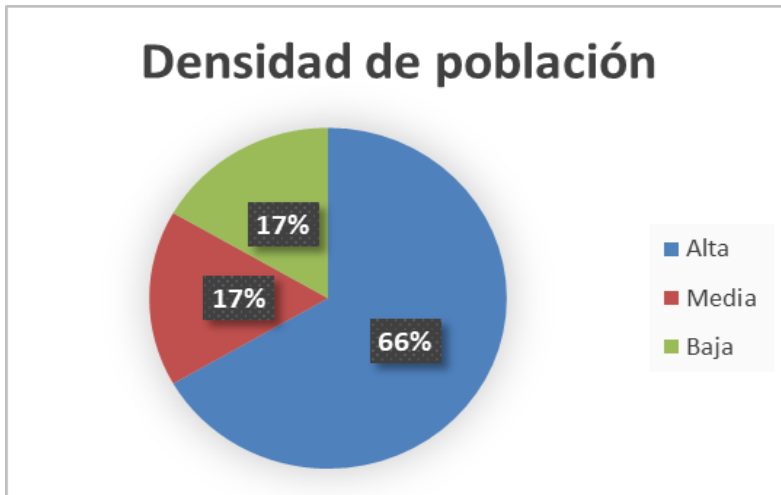
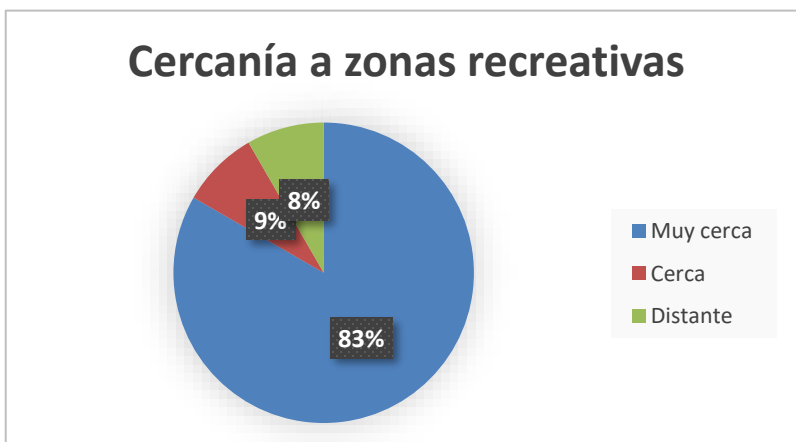


Figura 29. Densidad de la población

Es interesante observar que el 84 % de los geositos tienen una alta cercanía a zonas recreativas, mientras que el 8 % se encuentra en una cercanía media, y el 8% restante se asocia con una baja cercanía a las áreas. La predominancia de la baja cercanía podría indicar que estos geositos se encuentran en lugares alejados de la población y de las zonas turísticas.

Las posibles causas de esta situación podrían incluir una falta de accesibilidad y conectividad para llegar a estos geositos, especialmente en áreas rurales o con una infraestructura de transporte limitada. La baja promoción y difusión de estos geositos también puede ser un factor, ya que las personas pueden no estar al tanto de su existencia o de los beneficios que ofrecen. Se deben de aplicar e implementar soluciones que ayudaría a aumentar la cercanía y conexión de los geositos con las zonas recreativas y turísticas, para promover su valoración y conservación a largo plazo (ver Figura 30).



Análisis de los resultados.

La distribución de vulnerabilidades en los geositios analizados revela que el 83% exhibe vulnerabilidad media, mientras que el 17% presenta una vulnerabilidad baja. Este patrón se atribuye a factores geológicos, donde la presencia de formaciones como conglomerados y estratificación cruzada contribuye a la vulnerabilidad media. La influencia de eventos climáticos extremos y la actividad humana, como la extracción de recursos, también incide en la clasificación de vulnerabilidad. Por otro lado, geositios con vulnerabilidad baja se caracterizan por una topografía más estable, menor exposición a eventos climáticos extremos y prácticas de conservación más efectivas. La gestión integral, considerando estos aspectos, se presenta como una estrategia clave para preservar y gestionar adecuadamente estos valiosos recursos geológicos (ver Figura 31).

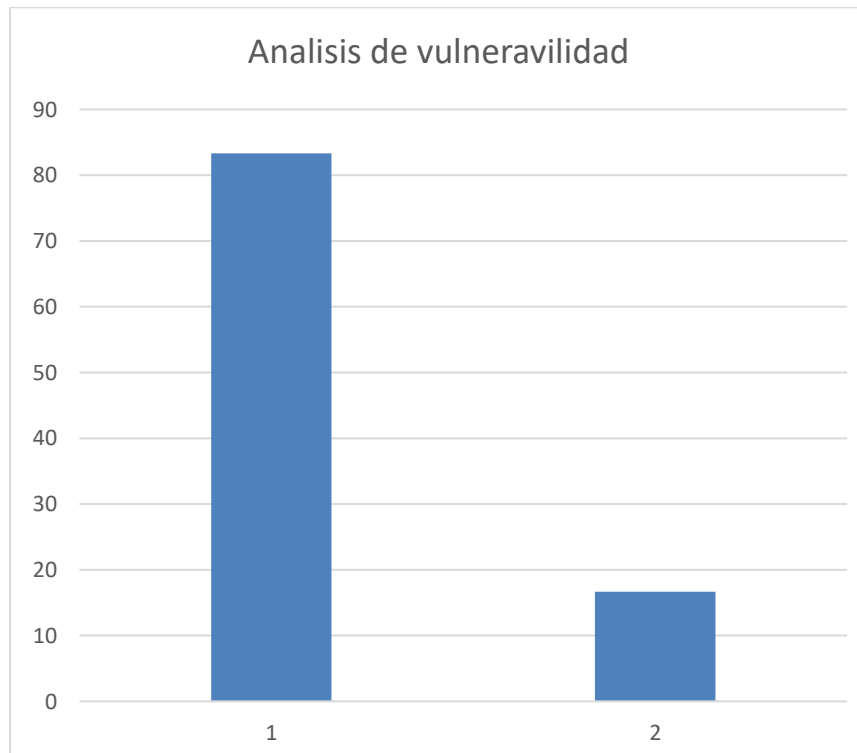


Figura 31. Análisis de vulnerabilidad.

Vulnerabilidad Media

1. Conglomerados Santa María
2. Estratificación Cruzada (Baracoa- Recreo)
3. Playa Pinca
4. Tibaracón Rio Nibujón
5. Nicho de mareas de Cayo Guin
6. El Yunque
7. Cueva del Paraíso
8. Terrazas marinas emergidas Yara-Majayara
9. Terrazas de conglomerados
10. Cañón de Yumurí

Vulnerabilidad Baja

1. Salto La Jaragua
2. Punta Barlovento

CONCLUSIONES

- La caracterización exhaustiva de 12 puntos de interés geológico ha permitido identificar de manera precisa los factores de riesgo que afectan la vulnerabilidad de los geositos.
- La distribución de vulnerabilidades en los geositos analizados resalta que un 83% presenta una vulnerabilidad de nivel medio, mientras que el restante 17% exhibe una vulnerabilidad baja.
- La propuesta de medidas conlleva acciones específicas, como la creación de un geoparque, la ejecución de programas educativos y de conciencia ambiental, junto con la promoción del turismo sostenible asegura la preservación a largo plazo de la integridad de los geositos.

RECOMENDACIONES

1. Fomentar programas educativos, campañas de divulgación y actividades destinadas a incrementar la visibilidad y aprecio del patrimonio geológico, involucrando activamente a la comunidad local y visitantes.

2. Conducir estudios geológicos más detallados y exhaustivos con el propósito de mejorar la comprensión de la geología y la formación de los geositos, proporcionando una base sólida para la gestión y conservación efectivas.

3. Extender los estudios sobre el patrimonio geológico a toda la provincia de Guantánamo, con un enfoque en la evaluación del potencial geoturístico en toda la región. Esto podría respaldar la creación de rutas geoturísticas integrales, promoviendo el conocimiento y la apreciación de la riqueza geológica provincial.

4. Investigar de manera exhaustiva los impactos del cambio climático y otros factores de riesgo a largo plazo en la integridad de los geositos, anticipando posibles amenazas y permitiendo la implementación de medidas preventivas.

5. Implementar medidas específicas para la preservación de los geositos clasificados como vulnerables y muy vulnerables, asegurándose de monitorear continuamente el cumplimiento y la efectividad de estas medidas de conservación. La retroalimentación constante permitirá ajustar las estrategias según sea necesario para garantizar la protección a largo plazo del patrimonio geológico.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberto, J., Rodríguez, B., & Infante, A. R. (2000). *Particularidades geológicas del complejo ofiolítico de Moa a partir de los datos*. XVII(1), 17–25.
- Bravo, R. E. P. (2018). *Evaluación de los sitios de interés geológicos en el sector Ramón de las Yaguas, Santiago de Cuba*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- 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.
- Burton, I., Kates, R. W., & White, G. F. (1978). *The Environment as Hazard.*, (Oxford University Press: New York.).
- Calunga La, O. (2023). *Evaluación de la vulnerabilidad de geositios en Santiago de Cuba frente a riesgos geológicos y antropogénicos*. Departamento de Geología.
- Campos-Dueñas, M. (1983). Rasgos principales de la tectónica de la porción oriental de las provincias de Holguín y Guantánamo. *Minería y Geología*, 1(2), 51–75.
- 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.
- Carmenaty, J. J. G. (2020). *Caracterización de sitios de interés geológico en el municipio de El Salvador, Guantánamo*. [Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez]. <http://ninive.ismm.edu.cu/>
- Castellanos, D. W. (2016). *Evaluación de los sitios de interés geológicos más importantes de los municipios Sagua de Tánamo*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Castelló Bruzón, E. J. (2022). *Propuestas de Senderos Geoturísticos en el sector Santa María-Nibujón, Baracoa*. Departamento de Geología.
- Castro, C., Marquardt, C., & Zúñiga, Á. (2010). Peligros naturales en geositios de interés patrimonial en la costa sur de Atacama. *Revista de Geografía Norte Grande*, 45, 21–39.
- Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección,

- conservación y utilización. *El Patrimonio Geológico*, 17–28.
- Colegial, J. D., Piscioti, G., & Uribe, E. (2002). Metodología para la definición, evaluación y valoración del patrimonio geológico y su aplicación en la geomorfología glaciar de Santander (municipio de Vetas). *Boletín de Geología*, 24(39), 121–134.
- Corpas, C. R. M. (2017). *Evaluación y diagnóstico de geositios en municipios de la zona oeste de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico*. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa'Dr Antonio Nuñez Jiménez'.
- Coutin Lambert, R. (2020). *Farallones de Moa : un Caso de Estudio del Karst de Montaña en el Extremo Oriental de Cuba*. November 2017, 14. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31900.51845>
- del Toro, R. (2022). *El carso para el desarrollo del geoturismo en el municipio Baracoa*. Departamento de Geología.
- Délcio, L. E. M. (2020). *Caracterización de los sitios de interés geológicos de la provincia de Guantánamo*.
- Domech-Gutiérrez, R. (2007). Propuesta de metodología a emplear para las acciones de protección del patrimonio geológico. *Memorias II Convención Ciencias de La Tierra*.
- 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*.
- Dunán-Ávila, P. L., Riverón-Zaldívar, A. B., Fernández-Rodríguez, M., Fuentes-Londres, Y., & Marrero-Doimeadios, L. (2020). Evaluación de los procesos erosivos, la materia sedimentable y el caudal en la cuenca del río Yamanigüey. *Ciencia & Futuro*, 10(2), 19–37.
- Durán, J. J. (1998). Patrimonio geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid. *Sociedad Geológica de España y Asamblea de Madrid, Madrid*, 290.
- Ferreira-Gamboa, A. I. J. . (2017). *Caracterización de geositios para la protección y*

- conservación del patrimonio geológico del municipio Baracoa*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Francisco, T. D. (2018). *Caracterización de geosítios para la protección y preservación del patrimonio geológico en la ruta Baracoa-Puriales de Caujerí*. Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.
- Gaceta Oficial de la República de Cuba. (2020). Decreto 11/2020 Del Patrimonio Geológico de Cuba. In *DOC-2020-632-O69* (Issue ISSN 1682-7511.).
- González Villavicencio, L. (2022). *Caracterización de puntos de interés geológicos para la definición de senderos geoturísticos en el sector Yamanigüey-Mina Potosí-Santa María*. Departamento de Geología.
- Guerra-santisteban, D., Valdés-mariño, Y., & Gutiérrez-domech, R. (2018). *Evaluación de los Sitios de Interés Geológico en el Municipio de Baracoa , Guantánamo Evaluation of Geological Interest Places in Baracoa Community , Guantánamo*. 3, 180–189.
- Gyarmati, P., & Leyé, O. (n.d.). 'Conor, J. 1990. Informe final sobre los trabajos de levantamiento geológico en escala 1: 50 000 y búsqueda acompañante en el polígono CAME V, Guantánamo. *Oficina Nacional de Recursos Minerales*.
- Gyarmati, P., & O'Conor, J. L. (1990). Informe final sobre los trabajos de levantamiento geológico en escala 1: 50 000 y búsqueda acompañante en el polígono CAME V, Guantánamo. *ONRM, Cuba*.
- Henao, Á., & Osorio, J. (2012). Propuesta metodológica para la identificación y clasificación del patrimonio geológico como herramienta de conservación y valoración ambiental-Caso específico para Colombia. *Presentado En Congreso Latinoamericano de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente, Santiago de Chile*, 7.
- Hidalgo Griff, D. (2021). *Evaluación de sitios de interés geológicos de la provincia La Habana*. Departamento de Geología.
- Inga, A. C. V. (2018). *Valoración del Patrimonio Geológico en la Ruta de las Cascadas de la parroquia Rumipamba-Cantón Rumiñahui*.
- Jústiz. (2014). Estudio de riesgo para las situaciones de desastres para la construcción de viviendas. *Geocuba Agencia Guantánamo*.

- Kozary, M. T. (1968). Ultramafic rocks in thrust zones of northwestern Oriente Province, Cuba. *AAPG Bulletin*, 52(12), 2298–2317.
- 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.
- Lorenzo Comesaña, R. (2023). *Caracterización de sitios de interés geológico para el desarrollo geoturístico en los cayos del norte de Ciego de Ávila*. Departamento de Geología.
- Martinez, O. R. (2008). Patrimonio geológico. Identificación, valoración, Y gestión de sitios de interés geológico. *Geograficando*.
- Pedro António, T. F. (2020). Caracterización de geositos para la protección y preservación del patrimonio geológico en el municipio San Antonio del Sur, Guantánamo. In *Journal of psychiatric research*. Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.
- Penagos, W. M. M. (2009). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 26.
- Piacente, S., & Giusti, C. (2000). Geotopos, una oportunidad para la difusión y valoración de la cultura geológica regional. *Documentos*, 134–137.
- Poch, J. (2019). *Revisión y propuesta de mejora del modelo de gestión de la geodiversidad de los Geoparques Mundiales de la UNESCO*.
- Quintas-Caballero, F. (1988). Formación Micara en Yumurí Arriba, Baracoa. Clave para la interpretación de la geología histórica prepaleocencia de Cuba Oriental. Segunda Parte. *Minería y Geología*, 6(1), 3–16.
- Quintas-Caballero, F. (1989). Análisis estratigráfico y paleogeografía del Cretácico Superior y del Paleógeno de la provincia Guantánamo y áreas cercanas. In *ISMMM*. Universidad de Moa.
- Ramos, J. A. S. (2018). *Evaluación y diagnóstico de nuevos geositos en los municipios Sagua de Tánamo y Frank País, de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico*. Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.

- Romero, C. L. P. (2017). *Evaluación y diagnóstico de geositios en los municipios del Este de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico*. Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.
- SCG. (2019). *MEMORIAS DE GEOCIENCIAS TRABAJOS Y RESUMENES, XIII CONGRESO DE GEOLOGIA*.
- 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*.
- Texidor Verdecia, J. (2023). *Senderos geoturísticos para el desarrollo del Geoparque Gran Piedra, Sector Ramón de las Yaguas*. Departamento de Geología.
- Torres, M. V., Iglesia, A. R., Guanche, C. D., Carrillo, M. A. S., Serrano, Y. M., & Martínez, O. I. (2020). Valor del patrimonio geológico, proyecto Geoparque Viñales. Metodología para la selección de los geositios. *Revista ECOVIDA*, 9(2), 266–284.
- Urquí, L. C. (2014). Guía práctica para entender el patrimonio geológico. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 22(1), 5.
- Valderrama, G. J., Garrido, M. L., & Castellano, T. A. (2013). Guía para el uso sostenible del patrimonio geológico de Andalucía. *Junta De Andalucía*.
- Valdés-Mariño, Y., Muñoz-Gómez, J. N., Orozco-Melgar, G., Blanco-Quintero, I., Menguel, K., & Urra-Abraira, J. (2019). Rocas vulcanógenas ultramáficas metamorfizadas asociadas al complejo ofiolítico Moa-Baracoa en el sector Camarioca Sur. *Minería y Geología*, 35(3), 252–269.
- Valdes Toledo, L. D. (2022). *Caracterización hidrogeológica de la zona baja del arroyo Los Lirios*. Departamento de Geología.
- 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.
- Wright Castellanos, D. (2016). *Evaluación de los sitios de interés geológicos más importantes de los municipios Sagua de Tánamo y Moa, Holguín*. Departamento de Geología.
- Zouros, N., & Mc Keever, P. (2004). The European geoparks network. *Episodes*, 27(3), 165–171.