



**Facultad Geología y Minas
Departamento de Geología**

Trabajo de

En opción al Título de

Ingeniero Geólogo

**Título: Caracterización de puntos de interés geológicos
para la definición de senderos geoturísticos en el sector
Yamanigüey-Mina Potosí-Santa María.**

Autor: Leonardo González Villavicencio

Tutores: Dr.Yurisley Valdes Mariño

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

En decisión conjunta, el autor Leonardo González Villavicencio y el tutor Yurisley Valdés Mariño, certificamos nuestra propiedad intelectual en este Trabajo de Diploma, el cual se titula: **“Propuestas de senderos geoturísticos sector Yamanigüey – Potosí - Santa María para el desarrollo local de Moa”**. La Universidad de Moa, podrá hacer uso del trabajo para sus fines educativos y docentes a partir del año 2022.

PENSAMIENTOS

“Por muy difícil que parezca la vida, siempre hay algo en lo que puedas triunfar. Importa que no te rindas”.

Stephen Hawking.

DEDICATORIA

Dedicada a mis abuelos: Leonardo González Tamayo y Magalis Besú Ramírez.

Mis padres: Leonardo González Besú y Yudelsis Villavicencio García.

Mi hermanita: Berenice de la Caridad Jorge Villavicencio.

Mis padrinos: Arcel Leyva Verdecia e Isabel Lara García.

Mi tutor: Yurisley Valdés Mariño.

A mis compañeros de aula.

AGRADECIMIENTOS

- Primeramente, agradecerle a Dios por confiar en mí y darme la oportunidad de que una de mis metas se cumpliera.
- Agradecerles a mis a mis abuelos: Leonardo González Tamayo y Magalis Besú Ramírez, que durante toda una vida me han apoyado a que mis sueños se hagan realidad.
- Agradecido eternamente de mis padres: Yudelsis Villavicencio García y Leonardo González Besú, por siempre estar ahí incondicionalmente brindándome apoyo para que mis metas se cumplan.
- A mi tutor: Yurisley Valdés Mariño, que durante 4 años muy duro siempre estuvo a mi lado apoyándome y dándome consejos, para poder lograr mis metas.
- A mis compañeros de aula
- Al claustro de profesores que en estos años de estudio me brindaron su conocimiento, su tiempo, su paciencia, para que me forjara como profesional.
- A todos los que me apoyaron para que este sueño se hiciera realidad.
- ¡Muchas gracias!

RESUMEN

El patrimonio geológico y minero puede constituir una vía para afianzar nuevas ofertas turísticas sustentadas en la calidad y diversificación de productos turísticos como el Geoturismo. Una actividad recreativa con fines culturales y educativos en donde los principales sujetos o atracciones, son la geología, la minería y la geomorfología de los paisajes por lo que surge la presente investigación titulada: Caracterización de puntos de intereses geológicos para la definición de senderos geoturísticos en el sector Yamanigüey-Potosí-Santa María. Cuyo objetivo es definir senderos geoturísticos en función del desarrollo del geoturismo por su amplia diversidad, con la presencia de rocas del complejo ofiolítico, vegetación típica de la región de estudio, saltos de agua y una gran historia en la minería del cromo, utilizando para la definición de estos la metodología de (Gutierrez, 2007).

Los resultados que obtuvimos fueron la identificación y descripción de 12 geosítios que develan la riqueza geológica del área y se proponen 2 senderos: Sendero Geoturísticos Yamanigüey-Mina Potosí y Sendero Geoturísticos Bahía de Yamanigüey Jiguaní- Santa María.

Palabras claves:

Geoturismo.

Geodiversidad.

ABSTRAC

The geological and mining heritage can be a way to consolidate new tourist offers based on the quality and diversification of tourist products such as Geotourism. A recreational activity with cultural and educational purposes where the main subjects or attractions are geology, mining and the geomorphology of landscapes, for which the present investigation entitled: Characterization of geological points of interest for the definition of geotourism trails in the Yamanigüey-Potosí-Santa María sector. Whose objective is to define geotourism trails based on the development of geotourism due to its wide diversity, with the presence of rocks of the ophiolitic complex, typical vegetation of the study region, waterfalls and a great history in chrome mining, using for the definition of these the methodology of (Gutierrez, 2007). The results we obtained were the identification and description of 12 geosites that reveal the geological richness of the area and 2 trails are proposed: Yamanigüey-Mina Potosí Geotourism Trail and Bahía de Yamanigüey Jiguaní-Santa María Geotourism Trail.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL.....	11
1.1. Introducción.....	11
1.2. Marco teórico conceptual	11
1.3. Antecedentes históricos de las investigaciones	18
CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS FÍSICO - GEOGRÁFICAS, GEOLÓGICAS REGIONALES Y PARTICULARES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	27
1.1 Introducción.....	27
1.2 Ubicación geográfica del área de estudio	27
1.3 Características socioeconómicas regionales	28
1.4 Particularidades climáticas de la región.....	28
1.4.1 Precipitaciones	28
1.4.2 Humedad y evaporación	29
1.4.3 Vientos	29
1.4.4 Temperaturas y presiones atmosféricas	30
1.5 Geomorfología regional	30
1.6 Geología regional y local	32
1.7 Tectónica regional	35
1.8 Características hidrográficas regionales	38
1.9 Vegetación regional	41
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	44
2.1 Introducción	44
2.2 Metodología de trabajo	44
2.2.1 Primera Etapa	45
2.2.2 Materiales	45
2.2.3 Métodos	45
2.2.3.1 Método de selección de los geositos	46
2.2.3.2 Método de evaluación de lo geositos	47
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	53

3.1. Introducción.....	53
3.2. Caracterización general de los sitios de interés geológico.....	53
3.2.1 Sendero Geoturísticos Yamanigüey-Mina Potosí.....	53
3.2.2 Sendero Geoturísticos Bahía de Yamanigüey Jiguaní- Santa María.....	58
3.3 Sector geoturísticos.	73
3.4 Plan de medidas de prevención, mitigación o corrección de impactos.	75
Actividades	76
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80

INTRODUCCIÓN

El geoturismo es un concepto relativamente nuevo que hace referencia a un tipo de turismo sostenible y cuyo objetivo se centra en destacar el patrimonio geológico, la geodiversidad y la biodiversidad de un determinado territorio, además de sus especificidades estéticas y la sostenibilidad económica de los ciudadanos que viven en él.

Esta nueva forma de viajar nos brinda la oportunidad de conocer lugares maravillosos, muchos de ellos poco explorados, mientras aprendemos sobre la historia de la Tierra gracias a los fósiles y las formaciones geológicas. El turismo alternativo es la antítesis al turismo de masas, ese turismo de alta densidad que es un modelo que se ha mantenido con el pasar del tiempo pero que también ha dado paso a cambios que hoy reconocemos como necesarios y que se fundamentan en nuevas formas de hacer turismo.

En el marco del turismo alternativo, el patrimonio geológico y minero puede expresarse mediante su puesta en valor como un recurso potencial para el fomento de las actividades turísticas.

El patrimonio geológico y minero puede constituir una vía para afianzar nuevas ofertas turísticas sustentadas en la calidad y diversificación de productos turísticos como el Geoturismo. Una actividad recreativa con fines culturales y educativos en donde los principales sujetos o atracciones, son la geología, la minería y la geomorfología de los paisajes, estos lugares son sujetos de visitas y recorridos, como, por ejemplo, excursiones, montañismo, alpinismo, observación de la dinámica de los ríos, las playas y todas las actividades relacionadas y que motiven la educación geo-científica, estimulando al mismo tiempo la economía de dichos sitios.

Basándonos en esta definición, se puede inferir que el Geoturismo es una extensión del turismo vinculada al ecoturismo. Importante es, que durante el desarrollo de una actividad geoturística se proporcione a los turistas una clara y correcta lectura de los elementos geológicos, mineros y geomorfológicos que componen el paisaje. En

función de que el visitante comprenda la importancia de proteger y conservar el patrimonio natural desde una perspectiva integral, incorporando aspectos del medio físico, biológico y cultural.

Desarrollar una opción de ocio activo, basada en la interpretación, con vistas a conservar, proteger el patrimonio geológico, minero y educar en los valores de la naturaleza y la cultura de la región.

Problema científico: necesidad de proponer senderos geoturísticos en el sector Yamanigüey – Potosí - Santa María.

Objetivo general:

Caracterizar nuevos geosítios geológicos, para definir senderos geoturísticos en el sector Yamanigüey – Potosí – Santa María.

Objeto de estudio: los geosítios en el sector Yamanigüey – Potosí – Santa María.

Campo de acción: características de los geosítios del sector Yamanigüey – Potosí – Santa María.

Hipótesis:

Si se caracterizan nuevos geosítios geológicos en el sector Yamanigüey – Potosí – Santa María, se estará en condiciones de proponer medidas para su conservación, aplicando una metodología para su conservación.

Objetivos específicos:

- Caracterización de geosítios en el sector Yamanigüey – Potosí – Santa María.
- Determinar las potencialidades de los geosítios para proponer los senderos geoturísticos.
- Proponer medidas para conservar y preservar los geosítios.

Impactos Esperados (Económicos, Científicos y Sociales).

- Promover la enseñanza y educación de la Geología a todo nivel, donde adquiere un papel especial la difusión hacia la sociedad de la realidad geológica a través de la divulgación y puesta en valor del patrimonio

geológico. El reconocimiento del valor del patrimonio geológico por parte de la sociedad permitiría que la geología adquiriera un mayor protagonismo y viera reconocido su papel.

- Ampliar las expectativas en cuanto al sentimiento ambientalista y conservador del patrimonio geológico, así como el rescate de valores que conlleven al análisis y gestión de estrategias encaminadas a la protección y preservación de la geodiversidad.
- Extender el conocimiento de la existencia de sitios de interés geológico en el área, no solo al estudiantado sino también a la población en general, que permita sembrar en ellos la necesidad de contribuir a la protección del medio natural que los rodea, favorece así a la ampliación de su del nivel cultural, académico y científico.
- Suscitar el desarrollo del Geoturismo como fuente de ingresos económicos para las localidades involucradas, contribuyendo a la sostenibilidad de la población.
- Identificar los principales lugares en el territorio de relevancia científica que, por el desconocimiento de su estado físico y vulnerabilidad, estén expuestos a las afectaciones antrópicas o naturales, con el riesgo de perder la importancia que los define, así como la posible interpretación geológica generada a partir de su evolución.

MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL

Introducción

El estudio de la geodiversidad y del patrimonio geológico figura entre las áreas de investigación más recientemente incorporadas al ámbito de la Geología. Su ejecución a nivel internacional ha tenido un impacto relevante en la sociedad.

Relacionado a este tema existen innumerables definiciones y consideraciones sobre el patrimonio geológico y minero a nivel internacional. Cada criterio y acción de los grupos u organizaciones, siempre van a estar encaminadas a la protección, conservación y puesta en valor de esta herencia.

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 por Cendrero (1996), donde se refiere al Patrimonio Geológico como un: 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).

¿Qué es Patrimonio Geológico?

Elementos que figuran dentro del Patrimonio Geológico según (Urquí, 2014)

Siempre que tengan un valor destacado en función de su singularidad o representatividad, son elementos del patrimonio geológico, entre otros:

- Yacimientos mineralógicos, localidades-tipo, minerales y colecciones de minerales.
- Estructuras tectónicas como pliegues, fallas y cabalgamientos.
- Yacimientos paleontológicos, secciones fosilíferas, fósiles y colecciones de fósiles.
- Afloramientos de diferentes tipos de roca, incluyendo los meteoritos.
- Secciones estratigráficas, estratotipos y estructuras sedimentarias.
- Suelos y perfiles edáficos.
- Afloramientos que muestren el dinamismo terrestre y procesos geológicos activos, como depósitos de inundaciones, de tsunamis, actividad geotérmica o volcánica, deslizamientos, etc.
- Elementos geomorfológicos, incluyendo todo tipo de formas del relieve, como formas y depósitos fluviales (ríos, cañones, cascadas, etc.), eólicos(dunas, mantos eólicos, etc.), de ladera (como cárcavas, coluviones y otros tipos de derrubios), lacustres (lagos, zonas endorreicas, etc.), de origen glacial (como glaciares, morrenas, drumlis, artesas, etc.), periglacial (como suelos poligonales, grésos litéos), kárstico (dolinas, simas, cuevas, tobas calcáreas, cañones, poljés, lapiares, etc.), o volcánico (calderas, pitones, coladas, etc.).

¿Qué no es Patrimonio Geológico?

Elementos que no figuran dentro del Patrimonio Geológico según (Urquí, 2014)

El patrimonio geológico está formado exclusivamente por elementos naturales debido a la acción de procesos geológicos. Así que no forman parte del mismo:

- Minas o instalaciones mineras.

- Norias, molinos, acequias, presas o cualquier otra instalación, aunque sirva para aprovechar recursos geológicos.
- Mapas, planos de labores, libros o documentos, instrumentos de estudio.
- Dibujos, cuadros, edificios, esculturas y cualquier otra manifestación artística.
- Arte rupestre o yacimientos arqueológicos.
- Ermitas, castillos o cualquier otra construcción, aunque utilice piedra natural como material principal.

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 y Ruiz-Flaño 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.

Geosito o Lugar de Interés Geológico (LIG)

Es un sitio que muestra una o varias características consideradas de importancia dentro de la historia geológica de una región natural. Es también denominado mundialmente como Punto de Interés Geológico (PIG) 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 y contextos geológicos de particular importancia por la rareza o representatividad geológica, por su interés científico, su valor didáctico, importancia paisajística y su

interés histórico-cultural. Por tal motivo los elementos contenidos en las localidades o áreas forman parte intrínseca del Patrimonio Geológico de una nación. Sitios geológicos excepcionales, desde el punto de vista científica, didáctica, cultural, turística, etc. Más formalmente, un geosito corresponde a un sitio donde se puede presentar uno o más elementos de geodiversidad, geográficamente bien delimitado y que presenta un valor singular desde un punto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico u otro. (Brilha, 2005)

Estratotipo

Un estratotipo o sección tipo es un término geológico que da nombre a la ubicación de una exposición de referencia particular de una secuencia estratigráfica o límite estratigráfico. Una unidad de estratotipo es el punto de referencia acordado por una unidad estratigráfica particular y un estratotipo de límite de referencia para un límite concreto entre estratos geológicos (Wikipedia 2015).

Localidad Tipo y Área Tipo

La localidad tipo de una unidad o límite estratigráfico es la localidad geográfica en la cual está situado el estratotipo o donde fue definido o nombrado la unidad o límite. El área tipo (o región tipo) es el territorio geográfico que rodea a la localidad tipo (Villafranca, 1978).

Holostratotipo

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

Lectoestratotipo

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

Hipostratotipo

Estratotipo designado como la extensión de una unidad estratigráfica conocida, u otras áreas geográficas u otras facies. Está subordinado al holostratotipo (Dávila Burga, 2011).

Geotopo

Son porciones espacialmente delimitadas de la geosfera con un significado geológico, geomorfológico o geoecológico especial. Pueden ser estáticos o activos.(Strasser et al., 1995)

Tipos y subtipos de geotopos (Bôas et al., 2003)

- ✓ Geotopos de interés científico: Localidades tipo donde afloran ejemplos representativos de la historia y evolución de la tierra y de la vida (geositios). Columnas tipo de unidades definidas, perfiles tipo. Estratigráfico, paleontológico, mineralógico, paleoclimático y geomorfológico.
- ✓ Geotopos de interés didáctico: Afloramientos naturales que caracterizan algún proceso geológico. Corte de carretera o camino, mina, cantera, excavación. Museos, centros de investigación, observatorios vulcanológicos.
- ✓ Geotopos de interés turístico, recreativo, descanso y salud: Miradores, senderos, termales y de igual modo minas y canteras.
- ✓ Geotopos relacionados a historia y cultura: Construcciones, sitios arqueológicos.

Hay geotopos que no se pueden clasificar dentro de un solo tipo o subtipo, pues tienen diferentes intereses y aprovechamientos, y en ellos se encuentran los mineros.

Geoparque

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

Acorde con la UNESCO (2017), un geoparque es una zona protegida que cuenta con un patrimonio de importancia internacional, que cumple asimismo con criterios de unidad y estética. Asimismo, son “áreas geográficas únicas y unificadas en las que se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional, con un

concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible” (Richard et al., 2018).

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

Geoturismo

Existen diversas definiciones publicadas del término geoturismo, cada una de las cuales introduce matices interesantes. La primera definición de geoturismo apareció en una revista como “la provisión de recursos interpretativos y servicios para promocionar el valor y beneficio social de los lugares de interés geológico y geomorfológico, y asegurar su preservación y su uso por parte de estudiantes, turistas u otro tipo de visitantes” (Hose, 1995). Una definición similar es la proporcionada por (Dowling & Newsome, 2006), quienes afirman que “el geoturismo es un turismo sostenible cuyo objetivo principal se centra en experimentar los rasgos geológicos bajo un entendimiento cultural y medioambiental donde se aprecie su conservación, y que es locamente beneficioso”. (de Asevedo, 2007) define el geoturismo como “un segmento de la actividad turística que tiene al patrimonio geológico como principal atractivo y busca la protección por medio de la conservación de sus recursos y de la sensibilización del turista, donde se utilice la interpretación para volver este patrimonio accesible al público lego y promover la divulgación y desarrollo de las Ciencias de la Tierra”. Por último, (Sadry, 2009) afirma que “el geoturismo es un tipo de turismo basado en el conocimiento, conservación e interpretación de los atributos abióticos de la naturaleza y su integración interdisciplinar en la industria del turismo, donde se logre el acercamiento los lugares de interés geológico al público general además de mostrar

aspectos culturales con ellos relacionados”. La Fundación National Geographic ha proporcionado otro recientemente y lo define como “ el turismo que sustenta o contribuye a mejorar las características geográficas de un lugar, ya sea el medio ambiente, patrimonio histórico, aspectos estéticos, culturales o el bien estar de sus habitantes” (Carcavilla et al., 2011).

Geoconservación

El término geoconservación fue acuñado y comenzó su uso en la década de 1990. Autores como Sharples Semeniuk (1996) y Semeniuk & Semeniuk (2001) 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.

Red Global de Geoparques (Global Geoparks Network) (GGN)

Es una organización internacional, no gubernamental, sin ánimo de lucro que proporciona una plataforma de cooperación entre los Geoparques. Reúne agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, científicos y comunidades de todo el mundo en una asociación mundial única y opera de acuerdo con los reglamentos de la UNESCO. La red está formada por todas las regiones del mundo y reúne grupos que comparten valores comunes, intereses o fondos, después de un proceso de concepción y de gestión específico. Sirve además para desarrollar modelos de buenas prácticas y establecer normas en calidad para los territorios que integran la conservación del patrimonio geológico en una estrategia para el desarrollo económico sostenible regional.

Senderos: son pequeños caminos o huellas que permiten recorrer con facilidad un área determinada. Los senderos cumplen varias funciones, tales como:

- Servir de acceso y paseo para los visitantes.
- Ser un medio para el desarrollo de actividades educativas.
- Servir para los propósitos administrativos del área protegida.

Dependiendo de los fines con los que fue construido, un sendero puede ser transitable a pie, a caballo o en bicicleta, y solo excepcionalmente en vehículos motorizados.

Los senderos son una de las mejores maneras de disfrutar de un área protegida a un ritmo o que permita una relación íntima con el entorno. Con frecuencia estos son el único medio de acceso a las zonas más silvestres y alejadas que existen al interior del área (SECTUR, 2004).

Antecedentes históricos de las investigaciones

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 (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.(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 (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 primer 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 (Henaó & 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 geositos 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.(W. A. P. Wimbledon, 1996). 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 geositos basados en marcos geológicos específicos, permitiendo su comparación en varias escalas (W. A. P. Wimbledon et al., 1999). Según Wimbledon (1996), 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” (Martínez, 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.

Trabajos Precedentes

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 Dalgarno y Lewis (1955) y luego Kozary, Dunlap y Humphrey (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.

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.

Teniendo 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 geositios.

(Romero, 2017) ejecutó la “Evaluación y diagnóstico de geositios 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.

(Gamboa, 2017) particularizó la “Caracterización de geositios 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, 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 Picao, 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 (GEOLOGÍA´2019), 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).

(María Caridad García Fabré, Maricela Ramírez Alá, Alina Teresa Yasell Rosales) “Actualización de los geositos existentes en la provincia Santiago de Cuba” se realizó la identificación, documentación y actualización de algunos geositos existentes que reflejan las singularidades geológicas, mineras y geomorfológicas de esta región (SCG, 2019).

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 área de estudio se encuentra enmarcada en la zona del municipio de Moa, el cual se ubica al noreste de la provincia de Holguín, limita al Este con el municipio Baracoa, separados por los ríos Jiguaní y Moa; al Sur con el municipio de Yateras, cuya frontera la establece el origen del río Toa; al Oeste con los municipios Frank País y Sagua de Tánamo; y al Norte con el Océano Atlántico. El municipio posee una franja costera de unos 40 Km, que se extiende desde Playa La Vaca hasta la desembocadura del río Jiguaní. Próximos a la costa se encuentran Cayo Moa Grande, Cayo Chiquito y Cayo del Medio en la Bahía de Yamanigüey. La región en estudio tiene un área de 732,18 Km², la cual forma parte del grupo montañoso Sagua-Moa-Baracoa (Chacón, 2015) (Cruz, 2019) (Ver Figura 1).

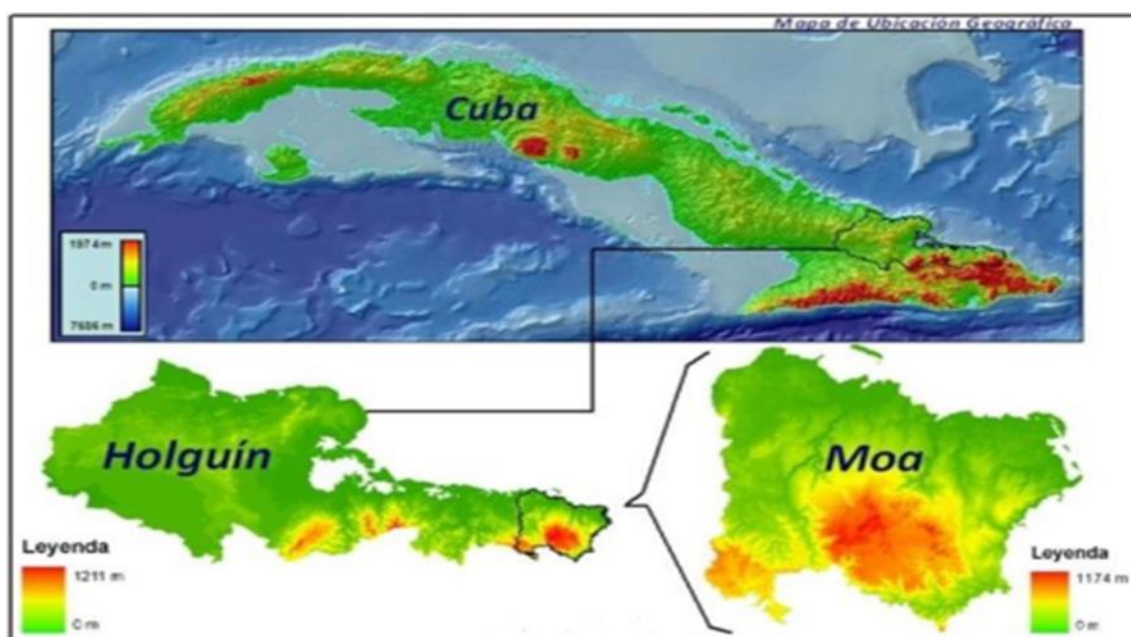


Figura 1 Esquema de ubicación geográfica (Viltres Milán, 2011).

1.3 Características socioeconómicas regionales

El municipio Moa se caracteriza por la complejidad de los procesos geológicos - geomorfológicos que le dieron origen. En él existen extensas cortezas de meteorización, que permite el desarrollo de la minería y metalurgia en la región y por ende su crecimiento económico, social y cultural. En 1963 se crea el municipio de Moa perteneciente a la región minera de la provincia de Oriente y en 1976 por división política administrativa, pasa a la provincia de Holguín. Hoy, Moa cuenta con varios centros de enseñanza, hospitales, hoteles, un aeropuerto y otras instalaciones que favorecen el desarrollo económico, social y cultural en el municipio. Cuenta además con las plantas procesadoras de níquel comandantes Pedro Sotto Alba y Ernesto Guevara de la Serna.

El poblado de Yamanigüey cuenta con una población de 2394 habitantes (Ecured, 2019). La localidad tiene dos consultorios médicos, una escuela primaria, un sector de la PNR (Policía Nacional Revolucionaria), una farmacia, una tienda de abastecimiento, un puesto de TRD (Tiendas Recaudadoras de Divisas), una cafetería, una panadería, una base de pesca y un puesto de correos de Cuba.

1.4 Particularidades climáticas de la región

El clima de la zona de estudio es tropical con abundantes precipitaciones, lo que está estrechamente relacionadas con el relieve montañoso y la dirección de los vientos alisios provenientes del océano Atlántico cargados de humedad.

1.4.1 Precipitaciones

En el periodo evaluado las precipitaciones presentan un valor anual que oscila entre 261,70 - 1962,30 mm (milímetros), por lo que es unas de las mayores pluviometrías del país. Se identifican dos periodos de lluvia (mayo - junio y octubre - febrero) y dos de sequías (marzo - abril y julio - septiembre). En los cuatro años evaluados los mayores valores de precipitaciones corresponden con el mes noviembre (1962,30 mm) y los valores más bajos de precipitaciones lo encontramos en el mes de junio (261,70 mm). El pluviómetro utilizado para analizar el comportamiento de las precipitaciones en el periodo investigado está ubicado en la localidad de Cañete en

las coordenadas X: 716,70 Y: 213,40 a una altura de 200 m (metros) sobre el nivel de mar.

En la Figura 2 se muestra el promedio de las precipitaciones anuales de la serie temporal 2014 - 2018. Tomado de (INRH de Moa, 2014 - 2018).

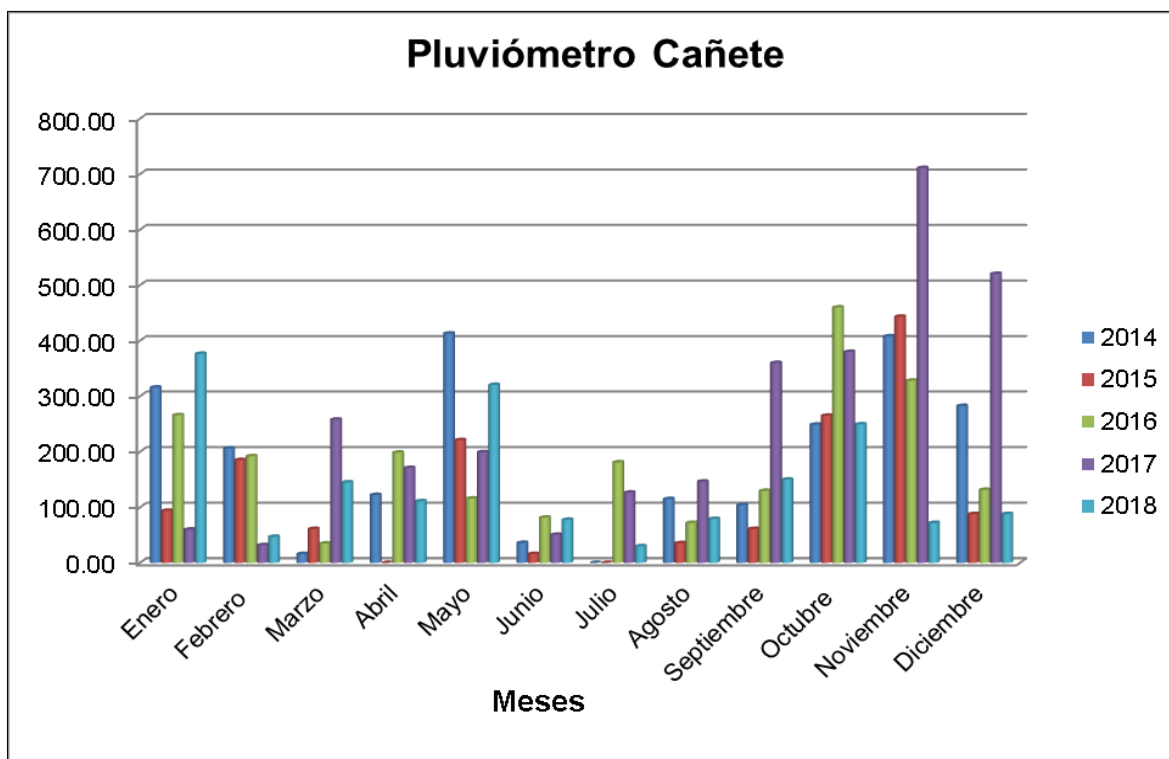


Figura 2. Precipitaciones mensuales desde el 2014 hasta 2018. Valores tomados del registro de precipitaciones del pluviómetro ubicado en Cañete.

1.4.2 Humedad y evaporación

La humedad relativa media anual es de 85 %, los meses de mayor humedad son diciembre con un 94 %, noviembre con un 86 % y octubre con un 90 %. Estos tres meses son el período de mayor humedad relativa del territorio. La evaporación anual presenta valores entre 2200 - 2400 mm; los meses de julio y agosto son los más secos (Viltres Milán, 2010).

1.4.3 Vientos

Los vientos son de moderada intensidad, en superficie presentan dirección noreste - este fundamentalmente. La distribución frecuencial anual de la dirección e intensidad del viento durante el año muestra que el sur es la más notable, con un

37,41 %, seguido de los vientos de sentido norte - este con 32,52 %, mientras que el resto de las direcciones poseen una frecuencia inferior al 10 %, lo que es la dirección oeste la de menor ocurrencia, con un 0,41 % (Viltres Milán, 2010).

1.4.4 Temperaturas y presiones atmosféricas

La temperatura media anual oscila entre 22,6°C–30,5°C, en el verano se alcanzan valores de 30°C hasta 32°C y en el invierno de 22°C a 26°C. Los meses más calurosos son desde julio hasta septiembre y los fríos de enero a febrero. Las presiones atmosféricas presentan una media anual de 1017,3 hPa (Hectopascal). La media máxima mensual de 1022,2 hPa en el mes de septiembre (Viltres Milán, 2010).

1.5 Geomorfología regional

Orográficamente el territorio moense se caracteriza por una alta complejidad, con predominio del relieve de montaña hacia la parte este, con cota máxima de 1139 m sobre el nivel del mar (El Pico Toldo); y ondulado hacia el norte, zona correspondiente a la región costera. La zona montañosa se caracteriza por valores de pendientes que sobrepasan los 450 m y valores máximos de isobasitas de 900 m en el segundo orden y 800 m en el tercero (Polanco Almaguer, 2012).

En el territorio aparecen diversas formas del relieve, en el que tiene mayor relevancia la zona de llanuras (Ver Figura 3). El área de estudio se encuentra enmarcada en las zonas geomorfológicas de montañas bajas aplanadas, montañas bajas direccionadas y llanuras fluviales erosivas acumulativas.

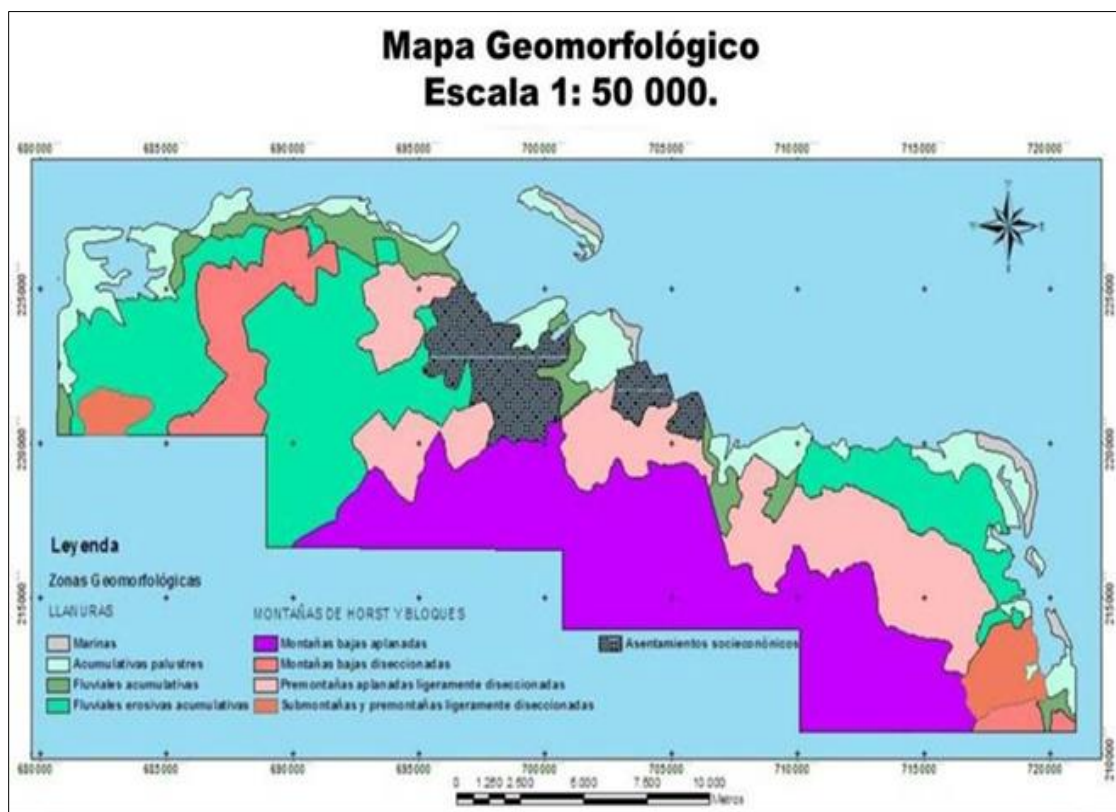


Figura 3. Mapa geomorfológico de Moa. Tomado de Polanco Almaguer, 2012.(modificado).

El sector de estudio se ubica en el Bloque Cupey, el cual se localiza en el extremo oriental de Moa, desde la falla Quesigüa. Este bloque aparece subdividido en cinco sub - bloques a través de las fallas El Medio, Cupey y Jiguaní con comportamientos diferenciados en los valores morfométricos (Rodríguez Infante, 2007). Este bloque tiene alta intensidad relativa de levantamiento según el mapa de bloques morfotectónicos del municipio Moa (Ver Figura 4).

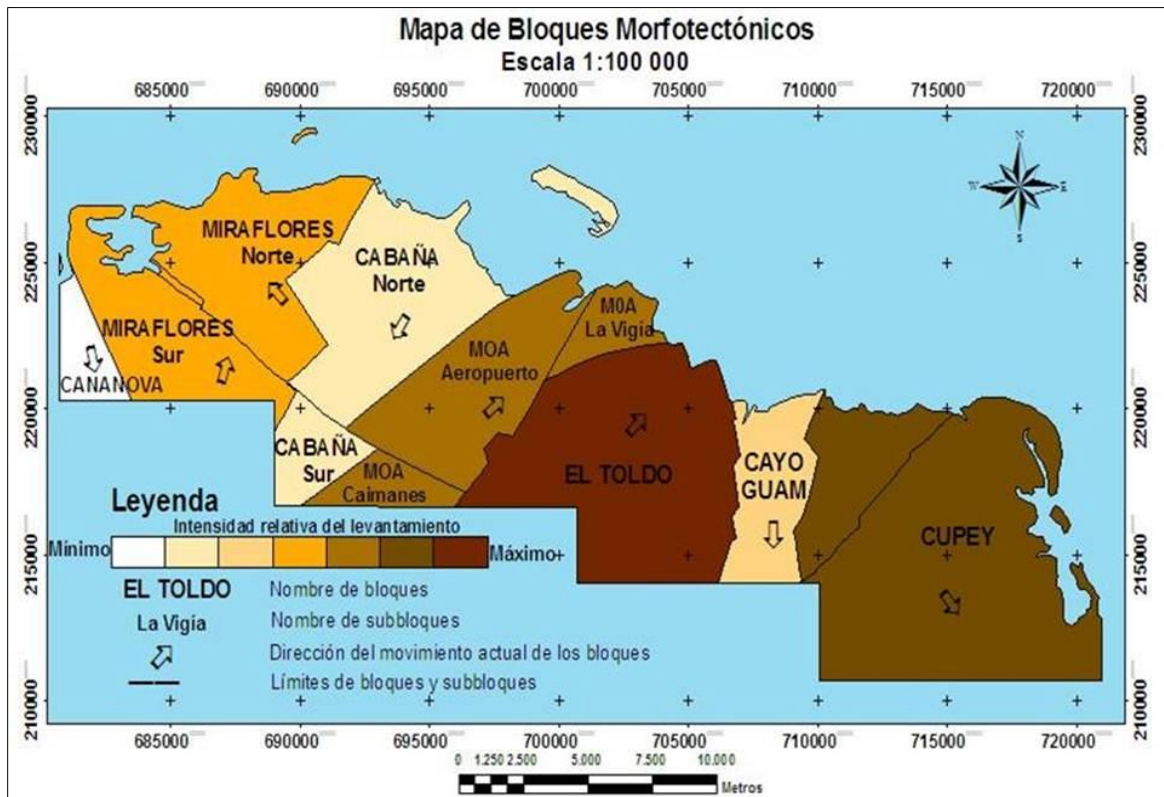


Figura 4. Mapa de bloques morfoestructurales del municipio Moa. Tomado de Polanco Almaguer, 2012.(modificado).

1.6 Geología regional y local

El municipio Moa se encuentra ubicado en el complejo ofiolítico Mayarí - Baracoa, el cual se localiza en el extremo oriental de la Isla de Cuba. En este macizo se pueden distinguir diferentes mantos de cabalgamiento, en los que se aprecian espejos de fricción y escamas tectónicas de diferentes espesores. A continuación, se describe la composición geológica del sector según la información del esquema geológico del área de estudio, escala original 1:100 000, tomado del Instituto de Geología y Paleontología (IGP) 2001 y modificado por Viltres Milán (Ver Figura 5).

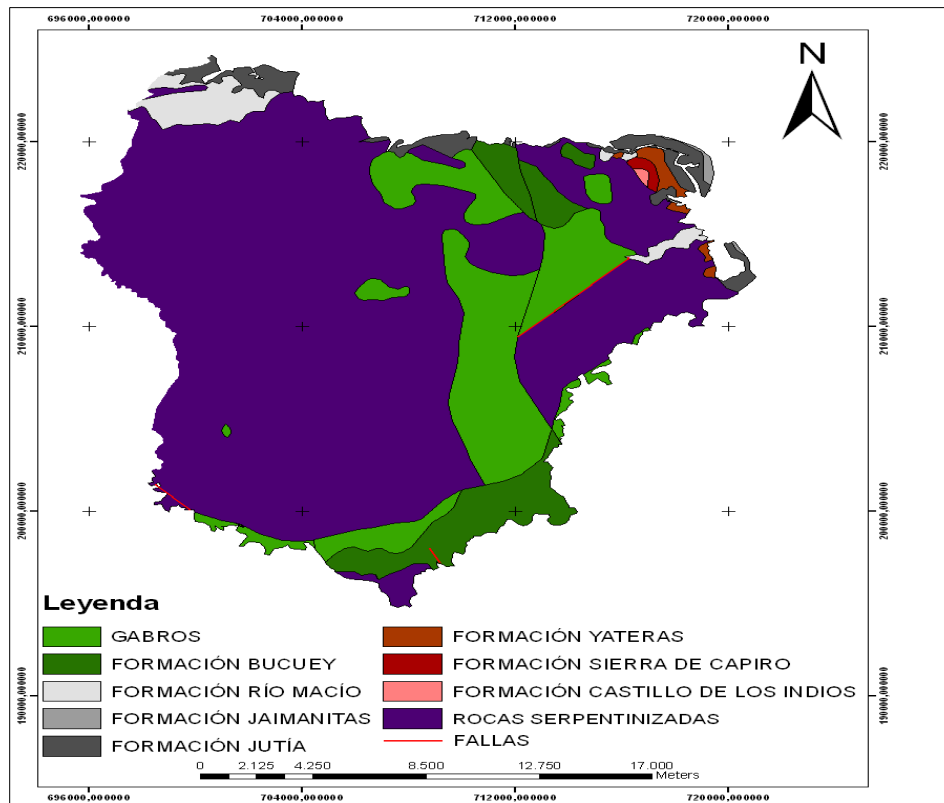


Figura 5. Esquema geológico del área de estudio. Escala original 1:100 000. Tomado de Viltres Milán, 2010.

Formación Río Macío (Holoceno): está integrada por materiales aluviales de las terrazas de los ríos Moa, Cabañas y Cayo Guam, aparecen ocho capas de estrato. Está formada por sedimentos arenosos, areno - arcillosos y conglomerados, estos últimos conforman fragmentos de rocas ultramáficas serpentinizadas (peridotitas y harzburgitas). Mineralógicamente, se pueden describir por la presencia de óxido e hidróxido de hierro y aluminio. Los minerales de hierro son hematita, goethita, magnetita y de aluminio principalmente gibbsita. Las arcillas están representadas por montmorillonita. En la parte superior del perfil aparecen materiales orgánicos.

Formación Jutía (Pleistoceno - Holoceno): depósitos de pantanos, de mangles, limos y limos arenosos.

Formación Jaimanitas (Pleistoceno Superior): calizas biotrácticas masivas, generalmente carsificadas, muy fosilíferas que contienen principalmente conchas bien preservadas y corales de especies actuales y ocasionalmente biohermos. Las bolsas cársticas se encuentran rellenas por una fina mezcla carbonato - arcillosa

ferruginosa de color rojo ladrillo. Pasan a calcarenitas masivas o finamente estratificadas y a veces contienen intercalaciones de margas. La cementación es variable. La coloración predominante es blancuzca o amarillenta.

Formación Yateras (Oligoceno Inferior - Mioceno Inferior parte baja): alternancia de calizas biodetríticas y detríticas y calizas biógenas de grano fino a grueso, estratificación fina a gruesa o masivas, duras, de porosidad variable, a veces aporcelanadas que frecuentemente contienen grandes *Lepidocyclinas*. Coloración por lo general blanca, crema o rosácea y con menos frecuencia carmelitas.

Formación Sierra de Capiro (Eoceno Superior): constituida por areniscas, aleurolitas y margas bien estratificadas con intercalaciones de conglomerados finos compuestos por cantos de serpentinitas, calizas arrecifales, cristaloclastos de piroxenos y cuarzo y rocas volcánicas. Hacia la base de la formación se localizan olistostromas de bloques de serpentinitas muy alteradas y diabasas. En muchos lugares se observa una clara gradación de conglomerados y areniscas.

Formación Castillo de Los Indios (Eoceno Inferior - Medio): margas con intercalaciones de calizas arcillosas, areniscas polímícticas, conglomerados polímícticos, limolitas y tobas.

Formación Bucuey (Cretácico): tobas y lavobrechas, tufitas, argilitas, limolitas, lavas, conglomerados y calizas.

Rocas Serpentinizadas del Complejo Ofiolítico: constituidas por harzburgitas y peridotitas. Se han datado con una edad de Jurásico - Cretácico Temprano. Se considera que estas rocas serpentinizadas poseen un espesor superior a los 1000 m, se presentan en forma de escamas tectónicas muy fracturadas.

Gabros del Complejo Ofiolítico: los cuerpos de gabros forman grandes bloques y diques incluidos en el macizo ofiolítico, cuyos contactos con los otros tipos litológicos son generalmente tectónicos, las dimensiones de los cuerpos de gabros varían de 1 a 3 km de ancho y de 10 a 15 km de longitud. Se estima que presentan un espesor medio de 500 m. Muchas veces los cuerpos de gabros están cubiertos por las rocas ultramáficas fundamentalmente peridotitas.

1.7 Tectónica regional

Desde el punto de vista geotectónico, en el área existen cuatro sistemas principales de fallas (Rodríguez Infante, 1998). El sistema más antiguo de los reflejados actualmente en la superficie tiene su origen asociado al cese de la subducción que generó la colisión entre el arco insular y el margen continental, lo que origina el emplazamiento del complejo ofiolítico, por lo cual las fallas de este sistema se encuentran espacial y genéticamente relacionadas con los límites de los cuerpos máficos y ultramáficos dentro del complejo.

Un ejemplo de estas estructuras es la falla ubicada al sur de Quesigüa, al este del río de igual nombre, que pone en contacto las serpentinitas ubicadas al norte con los gabros que afloran al sur, así como las fallas que en El Lirial Abajo, Peña y Ramírez y Caimanes Abajo ponen en contacto a las serpentinitas con las rocas de las formaciones La Picota, Mícara y Quibiján respectivamente.

Estas fallas en su mayoría se encuentran pasivas lo que se demuestra por su pobre reflejo en el relieve, donde se puede observar fundamentalmente por el contacto alineado y brusco entre litologías diferentes. Excepción de lo anterior lo constituye la falla ubicada al sur de Quesigüa que aún se refleja a través de un escarpe pronunciado arqueado, con su parte cóncava hacia el norte que sigue la línea de falla, lo que consideramos está asociado a la actividad geodinámica actual del sector, que es considerado uno de los más activos dentro del territorio (Rodríguez Infante, 1998).

El segundo sistema y de mayor importancia en el territorio está constituido por fallas de dos direcciones: noreste y norte - noroeste que se desplazan mutuamente y se cortan entre sí, constituido por las dislocaciones más abundantes y de mayor extensión de la región, que indistintamente afectan todas las litologías presentes y son a su vez los límites principales de los bloques morfotectónicos. Su origen se encuentra asociado al proceso de colisión del Arco Volcánico del Cretácico sobre el Paleomargen de Bahamas en el Eoceno Medio. Las principales estructuras representativas de este sistema son las fallas Los Indios, Cayo Guam, Moa, Cabaña, Quesigüa, Miraflores y Maquey (Ver Figura 6).

Falla Los Indios: se extiende desde la parte centro meridional del área al oeste de Cayo Chiquito, la cual atraviesa en dirección norte la Bahía de Cananova y reflejándose dentro de la zona nerítica marina a través del desplazamiento de la barrera arrecifal y los depósitos litorales. En varios puntos esta estructura aparece cortada y desplazada por fallas de dirección norte - noreste. Su trazado es en forma de una línea curva cóncava hacia el oeste - sudoeste con un rumbo que oscila entre los 10° y 30° oeste en los diferentes tramos que la conforman.

Falla Cayo Guam: con una dirección N15°W, se extiende desde la parte alta del río de igual nombre, siguiéndose con nitidez hasta Punta Yagrumaje. Al igual que la falla Los Indios, esta estructura aparece cortada y desplazada en varios tramos por fallas de dirección noreste y sublatitudinales.

Falla Moa: dentro del territorio es la estructura de mayor extensión y su trazo corresponde con una línea cóncava hacia el este con el arco mayor en la zona de Calentura, haciéndose más recta hacia el norte con una dirección de N48°E, mientras que en su parte meridional tiene un rumbo N25°W.

En la parte norte esta estructura se bifurca en dos tramos, uno de rumbo N35°E denominado La Vigía y el otro de rumbo N74°E nombrado La Veguita, el que atraviesa la zona marina perilitoral, hasta cortar la barrera arrecifal a la cual limita y afecta, pues en el bloque oriental de la falla, la barrera como tal desaparece, lo que queda reflejada sólo como un banco de arenas, lo que constituye un indicador del sentido de los desplazamientos.

Falla Cabaña: se extiende desde el extremo centro occidental del área, al noroeste del poblado de Peña y Ramírez hasta el norte de la ciudad de Moa, la cual corta la barrera arrecifal y limita con el extremo oriental de Cayo Moa Grande. En su parte meridional presenta una orientación N70°E hasta la zona de Zambumbia donde es truncada por un sistema de fallas submeridionales, donde afloran nuevamente con nitidez al nordeste del poblado de Conrado donde inicia su control estructural sobre el río Cabaña. En las cercanías de Centeno esta estructura es cortada y desplazada por la falla Cananova y toma una orientación N56°E la que mantiene hasta penetrar en el océano Atlántico.

Falla Quesigüa: se expresa a través de un arco con su parte cóncava hacia el este nordeste, donde su trazo es más recto un rumbo N10°E y en la meridional, N40°W. Se extiende desde la barrera arrecifal hasta interceptar el río Jiguaní al sudeste del área de trabajo.

Falla Miraflores: se extiende en forma de arco cóncavo hacia el este - noreste con un trazo casi paralelo a la falla Moa, con un rumbo N25°W desde el límite sur del área hasta Cayo Chiquito y desde aquí hasta Punta Majá con una orientación N35°E. Su límite meridional al parecer lo constituye la falla Moa al sur del área de trabajo.

Falla Maquey: limita y contornea las estribaciones septentrionales de la Sierra del Maquey. Aflora desde la zona de Hato Viejo hacia el sur de La Colorada, con un rumbo N65°E por más de 7 km hasta Calentura abajo donde se cruza con las fallas Moa y Caimanes. En su parte más occidental mantiene una orientación N78°E la que es cortada y desplazada por estructuras de orientación noroeste.

El tercer sistema de estructuras está constituido por dos fallas de tipo strike - slip denominadas Cananova y El Medio. Por la posición que ocupan, orientación y componentes fundamentales de los desplazamientos no tienen similitud con las fallas antes mencionadas y su origen corresponde al Mioceno medio, cuando se inician los movimientos hacia el este de la placa del Caribe a través de la falla Oriente, lo que desarrolla un campo de esfuerzo que provoca la compresión del bloque oriental cubano en la zona de sutura de éste con la Plataforma de Bahamas, lo que originó la ruptura y el reacomodamiento de la corteza.

Falla Cananova: presenta un rumbo predominante N53°W. Es cortada en diferentes puntos por estructuras submeridionales, caracterizándose toda la zona de falla por el grado de cizallamiento de las rocas que corta.

Falla El Medio: con un rumbo aproximado de N40°E. Al igual que la falla Cananova, origina un alto cizallamiento de las rocas a través de todo su trazo.

El cuarto sistema de fracturas corresponde a estructuras sublongitudinales que aparecen en toda el área pero que tienen su máxima expresión en las zonas periféricas de los sectores de máximo levantamiento, como por ejemplo las fallas a través de las cuales corren algunos tributarios como el arroyo La Veguita del río

Moa, el arroyo La Vaca, arroyo Colorado al oeste del Cerro Miraflores y la de mayor envergadura que se encuentra al sur de Caimanes, lo cual permite considerar su origen asociado a procesos de descompresión o expansión de bloques al disminuir las tensiones horizontales que mantienen cohesionado los macizos rocosos debido a los movimientos verticales diferenciales, lo que justifica la ausencia de desplazamientos geológicos y geomorfológicos apreciables. La edad de este sistema es considerado post Mioceno, cuando se inicia el proceso de ascenso definitivo del territorio actual de Cuba oriental.

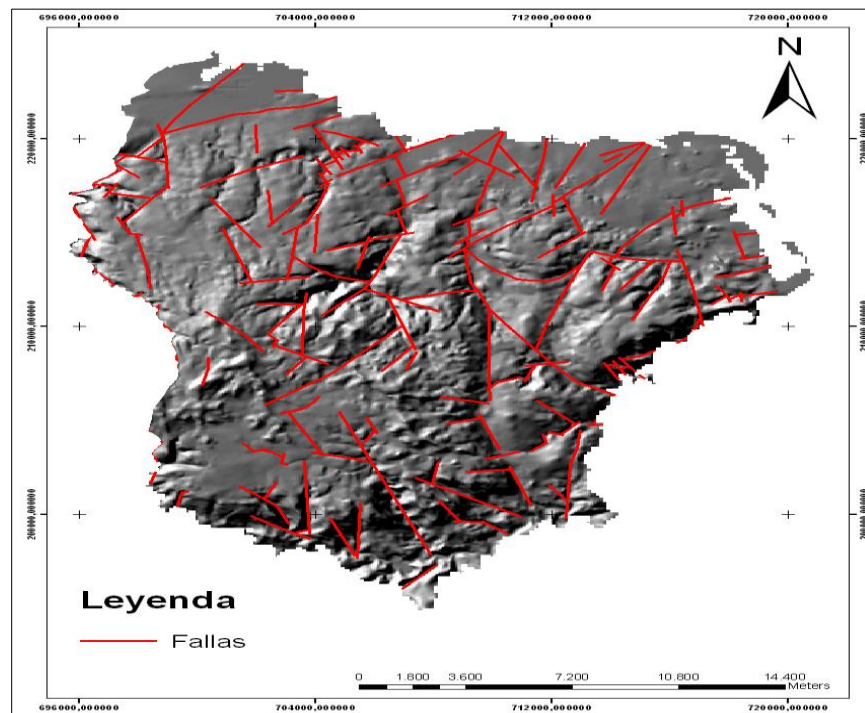


Figura 6. Mapa de fallas del sector este del municipio Moa. Escala 1: 100 000. Tomado de Viltres Milán, 2010.

1.8 Características hidrográficas e hidrogeológicas de la región.

La abundancia de precipitaciones, combinada con el relieve y las características del clima, favorece la existencia de una red hidrográfica bien desarrollada, fundamentalmente del tipo dendrítica, que corre de sur a norte, aunque en algunos casos se observa la red subparalela. Está representada por numerosos ríos y arroyos entre los que se destacan: Yamanigüey, El Medio, Semillero, Quesigüa, Cayo Guam, Punta Gorda, Yagrumaje, Moa, Cabañas y Aserrío (Ver Figura 7), los cuales son de carácter permanente, drenan en el mismo sentido que presenta la

red. Estos ríos desembocan en la Bahía de Moa, donde forman deltas cubiertos de mangles, apreciándose en ellos una zona de erosión y otra de acumulación. Forman terrazas al llegar a la zona de pie de monte y presentan numerosos meandros, sus orillas son abruptas y erosionadas en las zonas montañosas, mientras que en las partes bajas son llanas y acumulativas. Son alimentados por las precipitaciones atmosféricas y tienen su origen en las zonas montañosas del grupo Sagua - Baracoa. Los mismos sobrepasan los 1,5 m/s (metros por segundo) de velocidad y los gastos oscilan entre 100 y 200 L/s (litros por segundo) algunos pueden tener gastos inferiores. El nivel de los ríos cambia en dependencia con las precipitaciones, los niveles más bajos se observan en el período de seca, correspondiente a los meses de julio a septiembre y los más elevados en la época de lluvia, la cual está comprendida entre los meses de octubre a enero (Viltres Milán, 2010).

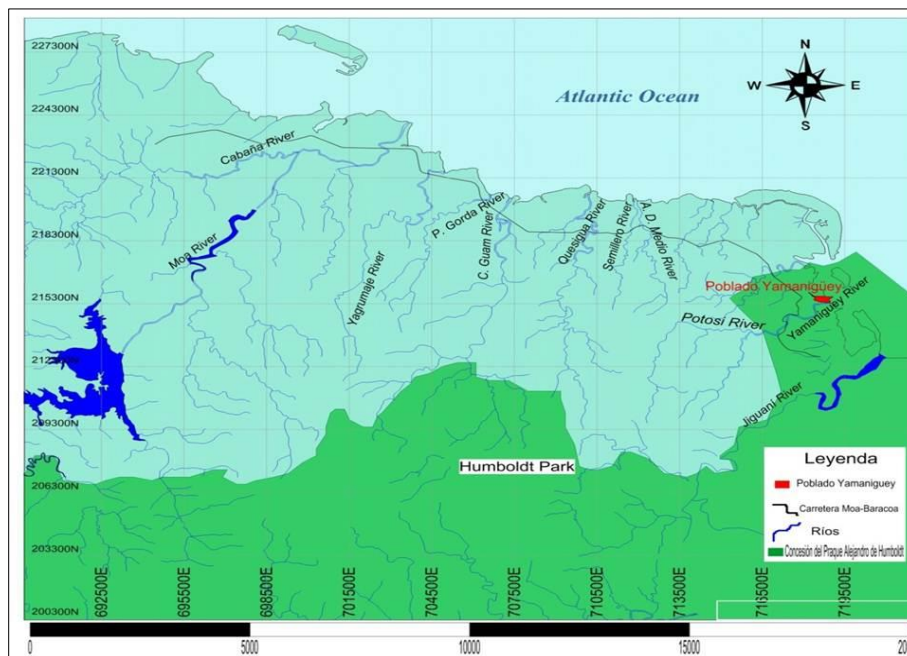


Figura 7. Mapa de red fluvial. Tomado de Crespo Lambert, 2018.

Según a la extensión superficial de las cuencas hidrográficas los ríos más importantes son el río Moa, con un área de 156 km² y los ríos Cayo Guam, Cabañas, Quesigüa, Yagrumaje, Yamanigüey y Punta Gorda con cuencas hidrográficas muy inferiores, pues ninguna supera los 100 km².

Debido al régimen de precipitaciones, particularidades hidrogeológicas regionales, características de las rocas acuíferas y parámetros hidrogeológicos existentes en el territorio, se considera como una zona de elevada complejidad hidrogeológica, con la existencia de cinco complejos acuíferos fundamentales, a partir de la caracterización del tipo de rocas presentes y de su capacidad para el almacenamiento de aguas subterráneas (Viltres Milán, 2010), que se describen a continuación:

Complejo acuífero de las ofiolitas: se extiende en dirección noroeste - sudeste, al oeste del río Moa. Litológicamente se encuentra constituido por serpentinitas alteradas, peridotitas serpentinizadas y piroxenitas. La capacidad acuífera ha sido poco estudiada; su profundidad de yacencia es de 1,3 - 12 m. El coeficiente de filtración (K) oscila entre 1 - 14,7 m/día, el gasto de aforo (Q) entre 1,2 - 4 L/s.

Complejo acuífero de los sedimentos costeros: se extiende por casi todo el norte del área, lo que forma una franja estrecha que presenta dimensiones de 1 - 2 km. de ancho. El relieve es costero con cotas de 0 - 2 m sobre el nivel del mar; su edad se corresponde con el cuaternario. Su composición litológica integrada por depósitos arcillosos contiene fragmentos angulosos de composición múltiple. Las rocas acuíferas se asocian a calizas organógenas, en menor escala sedimentos no consolidados, así como, depósitos arcillo - arenosos con fragmentos angulosos de composición variada. Predominan aguas cársticas y de grietas y en algunos casos intersticiales. Por lo general tienen interrelación hidráulica con el agua de mar. A una profundidad comprendida entre los 1 - 5 m yace el nivel freático. El coeficiente de filtración (K) de estas rocas alcanza valores hasta los 268,4 m/días, el gasto (Q) es aproximadamente de 14 L/s.

Complejo acuífero de los sedimentos aluviales: se extiende en dirección norte – sur lo que forma una franja ancha en su parte inferior y estrecha en la superior, lo que ocupa prácticamente la totalidad de las terrazas de los ríos más importantes, así como, el valle de sus afluentes. Constituido por gravas, arenas, cantos rodados y arenas arcillosas, con 15 m de potencia aproximadamente, estos sedimentos son de edad cuaternaria y se caracterizan por su alta capacidad para el almacenamiento

de agua. El coeficiente de filtración (K) varía de 13 - 290 m/días, mientras que su gasto de aforo (Q) oscila entre 2 - 57 L/s. Estas aguas yacen a una profundidad comprendida entre los 1 - 5 m.

Complejo acuífero de las lateritas: se extiende por casi toda la zona de Moa donde ocupa gran parte del área. Su composición litológica se corresponde con potentes cortezas de intemperismo, lo que representa a un acuitardo, debido al predominio de aguas capilares y de potencias considerables de lateritas que alcanzan los 30 m, con un marcado desarrollo de procesos de capilaridad, donde los ascensos capilares de las aguas pueden alcanzar alrededor de 20 m. Las precipitaciones atmosféricas son la fuente principal de alimentación de estas aguas.

Complejo acuífero de los sedimentos terrígenos – carbonatados: aparece este complejo sólo en una pequeña porción al norte del poblado de Cañete. Constituido geológicamente por margas estratificadas, calizas compactas, depósitos brechosos de carácter tanto tectónico como sedimentarios, aleurolitas y conglomerados. Las rocas acuíferas se corresponden con los conglomerados brechosos y las calizas y en menor medida, las margas estratificadas.

1.9 Vegetación regional

El municipio forma parte del sistema montañoso Moa – Baracoa, el mismo representa la zona de mayor biodiversidad del país con un 68 % de especies autóctonas y está ubicado dentro del distrito fitogeográfico Moense. Éste se destaca por ser uno de los más ricos en cuanto a la diversidad florística del archipiélago cubano, reconocido por la gran cantidad de especies endémicas del mismo, con un total de 976, de ellas 373 que solo crecen en este distrito (Reyes & Del Risco, 1993). El área sur del municipio queda englobada dentro de una reserva de la biosfera declarada por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) en el año 1998. La vegetación presente en el área es variada, donde se pueden apreciar formaciones vegetales tales como: pinares, bosque en galería, arbustivo xenomorfo subespinoso (charrascal) y vegetación secundaria. En estos suelos se desarrolla el Pino Cubensis (Pino de Moa) y plantas latifolias (Ver

Figura 8), muchas de ellas endémicas de esta región, lo que da lugar a bosques típicos sobre las laderas.



Figura 8. Vegetación típica desarrollada en Moa.

En el municipio de Moa tenemos una situación particular, lo que es la vegetación del mismo muy característica, por lo que ha evolucionado una flora muy típica que comprende el 33 % de todos los endemismos cubanos, en la cual se encuentran pinares, pluvisilvas charrasco y bosques de galerías. La vegetación de estos suelos se mantiene por la elevada humedad y por los mecanismos de conservación de los nutrientes que los mismos han desarrollado. Debe destacarse que los pinares presentan hojas en forma de agujas con alturas que oscilan entre 20 y 30 m, con una cobertura que constituye entre el 80 % y el 90 % de la superficie. El área de estudio se encuentra dentro del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, se caracteriza por una gran vegetación y endemismo conformado por árboles de Copey (*Clusia Rosea*), Copernicia Bailayana, Palma Pajua, (*Bactris Cubensis*) Jaragua (*Hyparrhenia Rufa*), Icaco (*Chrysobalanus Icaco*), Ocuje Blanco (*Calophyllum Rivulare Bisse*), Espatelia Cubensis, Najesí (*Carapa guianensis Aubl*, Palma Manaca (*Euterpe oleracea*), Tibisí (*Arthrostylidium ssp*), Yagruma (*Cecropia Peltata*), Plumeria (*Plumeria Rubra*), Dracena (*Dracaena Cubensis*), Casuarina Esquisetifolia y Mangle Achaparrado.

Conclusiones parciales

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 geoturístico. Se ubica muy próxima a la costa y está enlazada por importantes vías de comunicación.

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.

Las condiciones geológicas y climáticas han propiciado el desarrollo de extensas cortezas lateríticas de importancia económica, y la existencia de minerales de cromo, dando lugar al desarrollo minero-metalúrgico, social y cultural de la región, la que a su vez ha dejado un patrimonio que debe ser utilizado y conservado para las generaciones futuras. Todas estas cualidades que presentan cada uno de estos sitios favorecen al desarrollo del geoturismo.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

2.1 Introducción

En el presente capítulo, se expone la metodología aplicada en la investigación para el logro de los objetivos trazados y se explica las tareas llevadas a cabo en cada etapa de trabajo. De igual forma se detallan los materiales y métodos empleados en la labor investigativa y de campo.

2.2 Metodología de trabajo

El desarrollo de la presente investigación se dividió en tres etapas fundamentales, durante las cuales se trazaron objetivos específicos encaminados al logro del objetivo general. Estas etapas fueron: revisión bibliográfica, trabajo de campo y gabinete (Ver Figura 9).

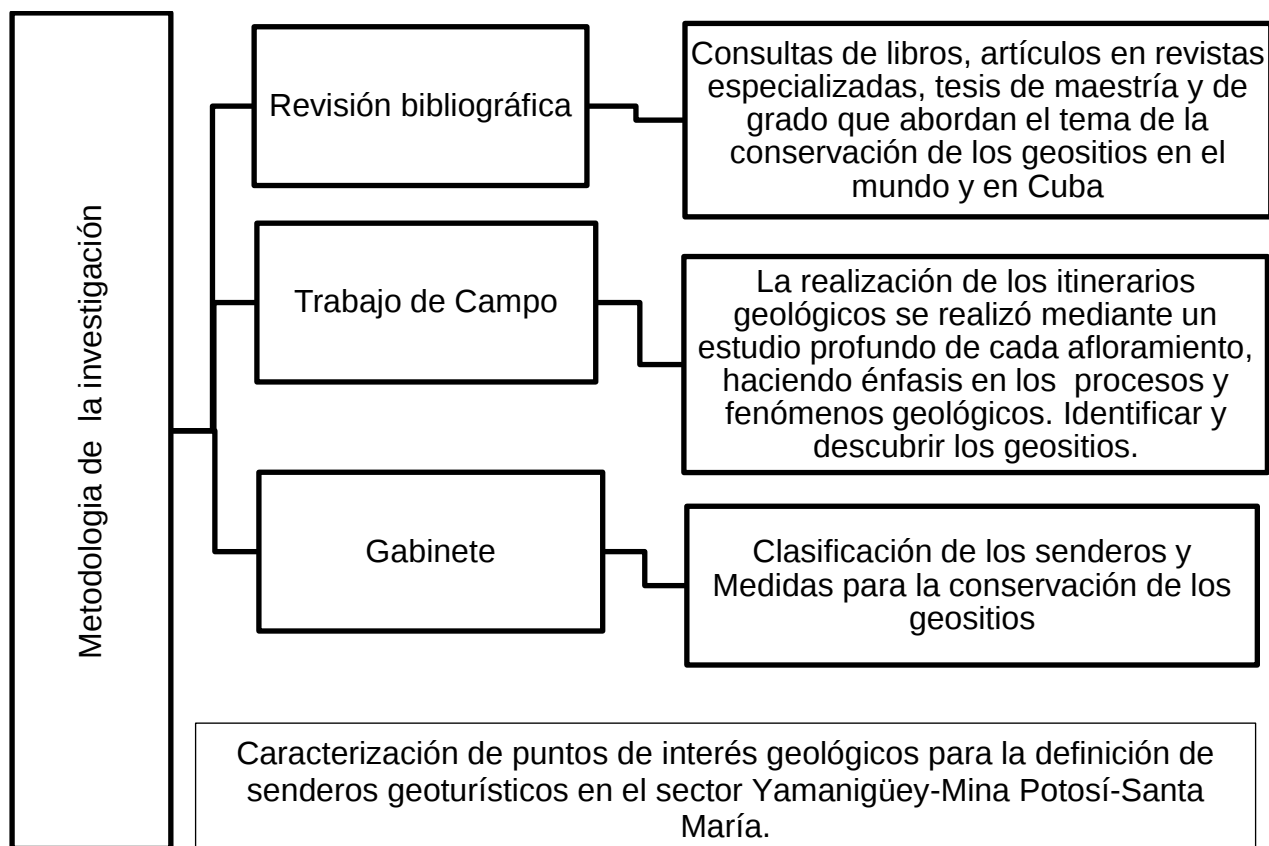


Figura 9. Flujograma de la investigación.

2.2.1 Primera Etapa

En esta etapa se procedió a la búsqueda y revisión bibliográfica de los trabajos precedentes relacionados con la zona de estudio. Esta búsqueda se efectuó en el Fondo Geológico del departamento de Geología, Minas. Se consultaron los trabajos precedentes de la región, además se consultó tesis doctorales, tesis de maestrías, tesis de grado, revistas, libros especializados, folletos.

2.2.2 Materiales

El desarrollo de la investigación demandó la utilización de diferentes materiales, muchos de ellos utilizados en la etapa de trabajo de campo principalmente, como son: un automóvil, una cámara fotográfica, un dispositivo GPS, una brújula, una piqueta de geólogo, una libreta de campo y bolsas de muestreo.

2.2.3 Métodos

El método empleado en el trabajo, estuvo encaminado a la evaluación de los geositos, fue establecido por Gutiérrez 2007 donde se establecen diez parámetros principales.

Parámetros:

La representatividad y valor científico, valor histórico, importancia didáctica, valor estético, rareza e irrepetibilidad, representan la verdadera importancia científica del geosito, y las razones por las cuales debe considerarse patrimonio o herencia geológica; mientras que los de estado físico, vulnerabilidad, accesibilidad y tamaño resultan de mayor peso durante el diagnóstico para apreciar en qué medida debe protegerse el lugar y para las propuestas que deben elaborarse con vistas a su conservación.

2.2.3.1 Método de selección de los geositos

La selección de los sitios de interés geológicos está basada en el método de; criterios de expertos, principalmente los vinculados a la Universidad de Moa, ya que este representa un referente científico en toda la región oriental, es además rector en procesos del conocimiento, como la investigación y la enseñanza. El criterio de los especialistas, apoyado en una revisión bibliográfica de trabajos precedentes, nos permite llevar a cabo un análisis de las generalidades y características geológicas, geomorfológicas, geoquímicas y petrológicas con el objetivo de cometer una elección preliminar de los contextos geológicos más significativos y dirigir la recopilación y toma de datos a los sitios que poseen características singulares.

Los contextos geológicos de significación y definidos y que se consideran como herencia geológica cubana son:

- Estratigráfico. Los estratotipos y localidades tipo de unidades lito y bioestratigráficas reconocidas en el Léxico Estratigráfico de Cuba, (según la antigua división político administrativa, modificada en la Ley 110 del 1ro. de agosto de 2010).
- Holotipos y paratipos (de especies de animales y plantas fósiles). Así como los yacimientos fosilíferos donde se han recuperado estos.
- Yacimientos minerales. Menas reconocidas y minas representativas de una explotación importante.
- Estructuras geológicas de interés por su exclusividad.
- Episodios geólogo-Tectónicos.
- Paisajes geomorfológicos.
- Cuencas y redes fluviales.
- Sistemas Cársticos.
- Petrológico y Mineralización.

Los senderos seleccionados fueron:

- Sendero Geoturísticos Yamanigüey-Mina Potosí.
- Sendero Geoturísticos Bahía de Yamanigüey Jiguaní- Santa María.

2.2.3.2 Método de evaluación de lo geositos

Para la evaluación de los geositos se tomó como base la metodología elaborada (Gutierrez, 2007), la cual fue legalizada en la II Convención de Ciencias de la Tierra, 2007, en el Congreso de Áreas Protegidas de la VI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Fue aprobada además por el Consejo Científico del Instituto de Geología y Paleontología (IGP); donde se recomendó su generalización en el país.

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 geosito	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

La importancia científica y las razones por las cuales debe considerarse patrimonio o herencia geológica de los geositos está dada por los parámetros de Representatividad, Valor científico, Valor histórico, Importancia didáctica, Valor estético, Rareza e Irrepetibilidad, por lo cual en la tabla de valores ponderados éstos reciben la mayor puntuación. Mientras que los de Estado físico, Vulnerabilidad, Accesibilidad y Tamaño resultan de mayor peso durante el diagnóstico para apreciar en qué medida debe protegerse el lugar y para las propuestas que deben elaborarse con vistas a su conservación.

Descripción de los parámetros.

1) Representatividad y valor científico.

- Alta. En caso de ser una localidad tipo original, un lectoestratotipo, un neoestratotipo, o un geosito 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 geosito 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 irre recuperables. 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 irre recuperable.
- 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 geosito.

- 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. Atendiendo a las posibilidades de aproximación

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

- Accesible. Si existen caminos para bestias o personas hasta el geosítio
- Poco accesibles. Si existen solo veredas o rutas intrincadas hasta el geosítio.
- Inaccesibles. Si no existen caminos trazados hasta el geosítio y hay que abrirlos cuando quiera visitarse.

Categorización.

Para la categorización de los geosítios, luego que se haya definido la calidad de los parámetros, se calcula el total de punto para cada sendero sobre la base de 100 puntos, se establece la clasificación de los senderos en A, B y C, determinándose previamente que:

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

Esta categorización está avalada por el Decreto Ley 201/99 acordado por el Consejo de Estado de la República de Cuba, el mismo establece las normas, directrices de ordenación, manejo eficaz y gestión, y define la protección de los recursos naturales bióticos y abióticos de la nación.

2.3 Segunda Etapa

En esta etapa se realizó el trabajo de campo, se realizaron un total de 3 marcha rutas y se determinaron 12 puntos de documentación, se efectuó en el municipio donde fuimos atendidos por las autoridades del gobierno conjuntamente se realizaron los trabajos de gabinete. La realización de los itinerarios geológicos se realizó mediante un estudio profundo de cada afloramiento, con énfasis en los procesos y fenómenos geológicos. Las informaciones y los datos de estos trabajos

de campo fueron los más actuales que pudimos encontrar para realización de este trabajo. Y la elaboración del mapa de puntos (Ver Figura 10).

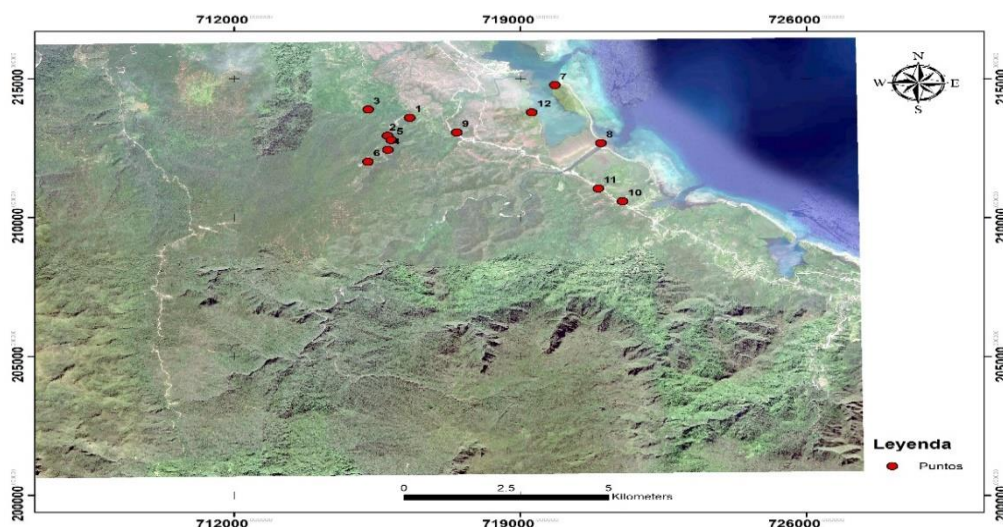


Figura 10. Mapa de puntos.

2.4 Tercera Etapa

La etapa de gabinete estuvo dirigida al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el trabajo de campo a través de la clasificación y categorización de los geositos.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. Introducción

Después de terminada la etapa de trabajo de gabinete, se puede así presentar la información actualizada de los lugares visitados durante la salida al campo, y es importante tener presente que, gracias a los resultados obtenidos de esta investigación, es así posible evaluar el estado de conservación y cuidado en que se encuentran los geositos actualmente.

3.2. Caracterización general de los sitios de interés geológico.

3.2.1 Sendero Geoturísticos Yamanigüey-Mina Potosí.

Punto 1: Posa el meandro.

Coordenadas: X: 255029.7073 Y: 662017.04266

Breve descripción: el afloramiento del área presente una vegetación variada, donde se pueden apreciar formaciones vegetales tales como: pinares, bosque en galería, arbustivo xenomorfo subespinoso (charrascal) y vegetación secundaria. En estos suelos se desarrolla el Pino Cubensis (Pino de Moa) y plantas latifolias, muchas de ellas endémicas de esta región, lo que da lugar a bosques típicos sobre las laderas. En el afloramiento se encuentra en el borde del río cercano a un meandro abandonado, el que se encuentra expuesto a los procesos erosivos. Este tiene una gran representatividad y alto valor científico (Ver Figura11).

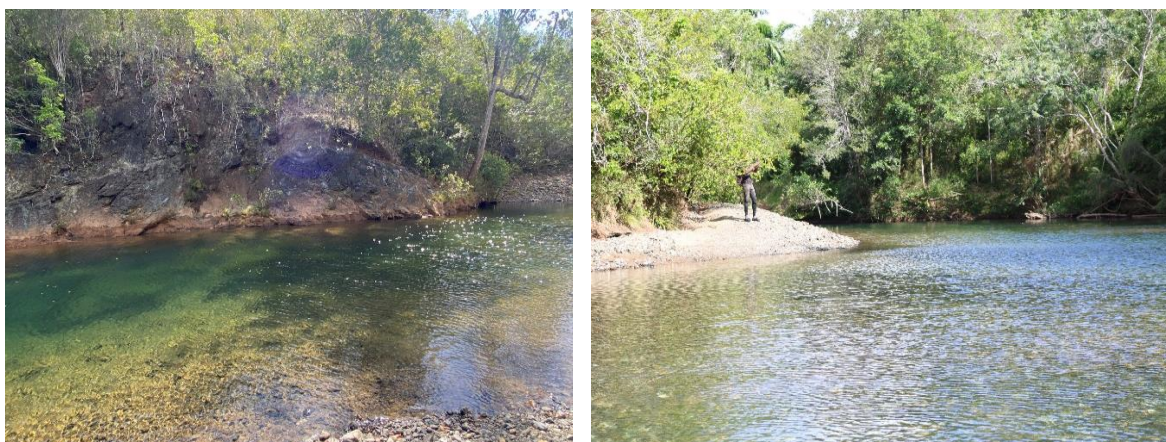


Figura 11. Posa el meandro.

Punto 2: Deslizamiento la curva.**Coordenadas:** X: 213599.34942 Y: 716288.89

Breve descripción: Se aprecia un talud de aproximadamente 80 m de alto y 200 m de largo, existe un pequeño deslizamiento de rocas con diferentes granulometrías dejando a muestra la corteza gabroide, estas rocas son de tipo máficas y ultramáficas. el afloramiento está enclavado dentro del Macizo Ofiolítico desde Mayarí hasta Baracoa (NE de Cuba). Las rocas son dunitas serpentinizadas. Las cuales tienen un gran nivel de agrietamiento. Poseen pequeños cristales de cromitas y piroxenos. Las rocas existentes en el río son de coloración oscura, se observan en la zona del deslizamiento rocas de coloración rojiza y en algunos casos blancos muy plásticos y deleznales afirmando que es arcilla. Estos gabros representan la transición física del manto a la corteza, estos han sido referencias en varios trabajos e investigaciones geológicas de las ofiolitas, aunque la apariencia de la roca es poco común puede ser un sitio atractivo para el turismo, posee un interés geológico y específicamente petrológico, para estudios de las ofiolitas. Este se encuentra asociado solo a los complejos ofiolíticos. se observan otros afloramientos en la región de Moa -Baracoa. Está libre de malezas y desechos, el atractivo solo es para actividades científicas. Se puede acceder a él con gran facilidad (Ver Figura 12).



Figura 12. Deslizamiento la curva.

Punto 3: Diques de Potosí.

Coordenadas: X: 212946.61029 Y: 715746.88946

Breve descripción: Afloramiento ubicado a orillas del río Potosí, se observan diques con una potencia de hasta 30cm y un largo de unos 7m de gabropegmatitas que se distinguen muy bien a lo largo del cauce del río resistentes a la erosión, posee una gran representatividad y alto valor científico ya que representan procesos metasomáticos y de la mineralización, con un interés geológico, petrológico y geoquímico. Posee una gran importancia didáctica para el estudio de las ofiolitas de la región estudiada, asociado a procesos metasomáticos de este tipo de rocas. Este afloramiento se puede catalogar como único, aunque su génesis es un poco confusa. Está libre de maleza y desechos, el atractivo solo se utiliza para actividades científicas (Ver Figura 13).



Figura 13. Diques rellenos de gabropegmatitas.

Punto 4: Desprendimiento de rocas en las orillas del río.

Coordenadas: X: 213893.87365 Y: 715271.35192

Breve descripción: Afloramiento ubicado en el cauce del río Potosí, en él se observan algunos deslizamientos provocados principalmente por los agentes de intemperismo, también es visible algunos diques de gabropegmatitas con mineralización de cromitas y sulfuros. Las rocas existentes en el río son de coloración oscura, pero cabe destacar que en la zona donde ocurrió el deslizamiento las rocas son de coloración rojiza y en algunos casos blancos muy plásticos y deleznales, aparentemente arcilla. Se puede apreciar rocas arenosas que disminuye su granulometría a medida que se acerca a las rocas de coloración rojiza

(Ver Figura 14). Muestra aspectos estructurales, geológicos de la región, lo que aumenta el interés didáctico y científico. Existen otras manifestaciones con la masividad y proporción de este tipo. En el momento de la documentación presentaba un buen estado físico. Aun que son muy vulnerables a los agentes de intemperismo.



Figura 14. Desprendimientos de rocas en las orillas del río.

Punto 5: Diques y deslizamientos.

Coordenadas: X: 212442.34927 Y: 715753.33176

Breve descripción: estamos en presencia de rocas pertenecientes al sistema ofiolítico. Este afloramiento está cercano a la mina Potosí, donde se observan deslizamientos que son provocados por los agentes de intemperismo, estos poseen gran potencia, se pueden observar algunos diques de gabropegmatita mineralizados principalmente por cromita y sulfuros. Las rocas que se encuentran en el área son ultramáficas serpentinizadas (Ver Figura 15). Muestra aspectos estructurales, geológicos de la región, lo que aumenta el interés didáctico y científico, desde el punto de vista estructural se reflejan las estructuras formadas durante el emplazamiento tectónico de las ofiolitas, y los efectos de los procesos de mineralización.



Figura15. Deslizamientos y diques.

Punto 6: Mineralizaciones de carbonato.

Coordenadas: X: 212797.09419 Y: 715838.59615

Breve descripción: En este afloramiento se observa una especie de espeleotema que es producto de una precipitación de carbonatos, presenta tonalidades azules que aparentan ser algún carbonato de Cobre (Cu) o de otro metal ya sea Níquel y Cobalto (Ni, Co). Es una costra superficial que está asociada a alguna caverna o laboreo minero lo que aumenta su interés didáctico y científico. Posee un gran valor estético sobre todo para el desarrollo del geoturismo. Apoya los efectos de los procesos de mineralización. No se reportan otras manifestaciones con la masividad y proporción de este tipo. Es poco abundante. En el momento de la documentación se encontraba en un buen estado físico. Este es accesible pues lo podemos encontrar en las rocas que se encuentran en las orillas del río Potosí (Ver Figura 16).



Figura 16. Espeleotemas de carbonatos

Punto 7: Puente antiguo minero.**Coordenadas:** X: 212017.89844 Y: 715266.29945

Breve descripción: Se observan indicios de la minería del cromo, como puentes, socavones, que nos brindan un atractivo visual sobre lo que fue la minería del cromo a mediados del siglo pasado. Encontramos cuerpos de gabros cromíferos y rocas ultrabásicas serpentinizadas, las cuales presentan un alto grado de alteración. Se pueden observar las rocas serpentinizadas en el cauce con coloración amarillenta -rojiza. Este presenta un gran valor científico y de alta representatividad. Posee un alto valor histórico ya que estos puentes son testigos de la minería del cromo en el pasado siglo. Se encuentra ubicado dentro del parque “Alejandro de Humboldt”, puede ser útil para el desarrollo del turismo científico y geoturismo. Posee un gran valor patrimonial. Podemos apreciar pocos o escasos en el territorio nacional y fuera del mismo. Si constituye el único lugar donde se puede apreciar estas bellezas del patrimonio minero en nuestro país. Su estado físico es poco apropiado. Es un lugar muy expuesto a la acción natural. Este es accesible, ya que se encuentra en el río Potosí (Ver Figura 17).



Figura17. Puente antiguo minero.

3.2.2 Sendero Geoturísticos Bahía de Yamanigüey- Jiguaní- Santa María.**Punto 8: Bahía de Yamanigüey.**

Coordenadas: X: 214773.60527 Y: 719837.61335

Breve descripción: Se observa la Bahía de Yamanigüey, la cual es en forma de bolsa, los cayos que la rodean entre ellos cayo del medio, también se observa su diversidad faunística que es muy variable e interesante. Posee una alta representatividad y valor científico para el estudio de la dinámica costera, la sedimentación, estudios medioambientales ,por su parte en la zona costera cubana, se localizan los principales ecosistemas marinos del país, como los arrecifes coralinos, los pastos marinos los cuales poseen un gran atractivo para el desarrollo del turismo. Es fundamental para el estudio de las dinámicas costeras, morfología litoral y los procesos geológicos relacionados con el mar y el comportamiento de los agentes que intervienen en su configuración: la actividad de las olas, corrientes marinas, vientos, es decir su actividad geológica. Este se encuentra en un estado físico apropiado para el desarrollo del geoturismo se encuentran a menudo desechos de toda índole que llegan producto del oleaje. Posee un tamaño adecuado. Para llegar su transportación debe de ser en bote (Ver Figura 18).

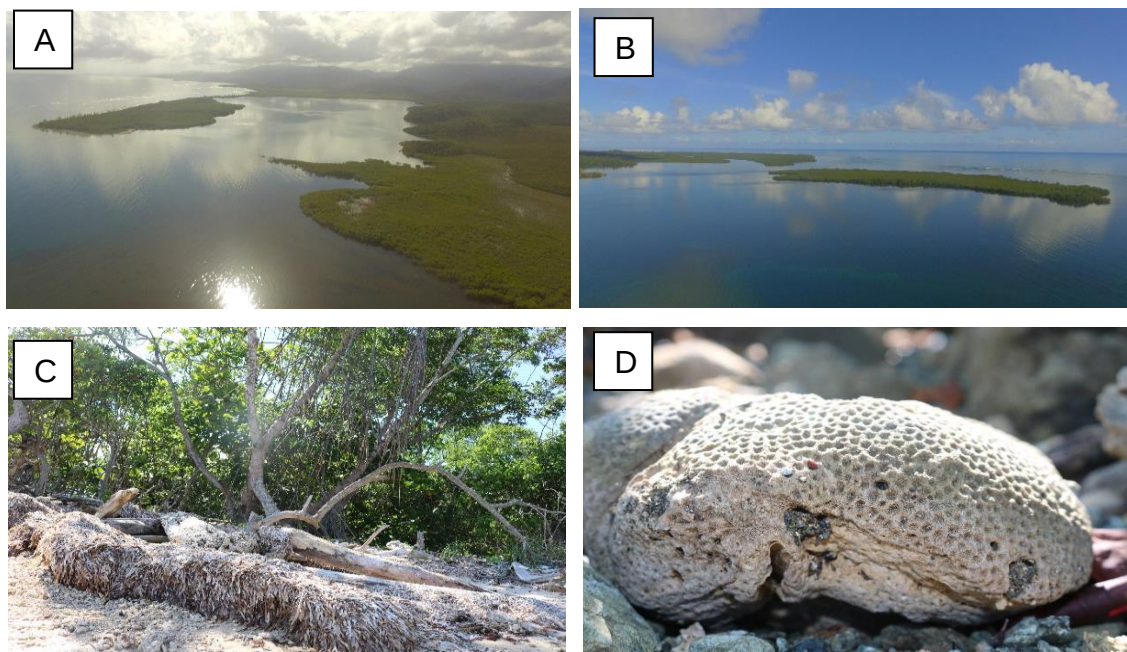


Figura 18. A) Bahía de Yamanigüey. B) Cayo del medio. C) Flora. D) Fauna de los cayos apreciando corales.

Punto 9: Desembocadura del Río Jiguaní.

Coordenadas: X: 212687.64642 Y: 720968.69234

Breve descripción: La desembocadura del río Jiguaní presenta forma de estuario, el encuentro entre las dos aguas tiene forma de bolsa de tipo erosiva acumulativa., en la base las rocas que afloran son ígneas y en la superficie conglomerados de capas muy finas y sedimentos pequeños observando que en la zona de la desembocadura del río, se observa una discordancia litológica. Representa el estudio de la dinámica fluvial, y costera, de los camellones largos y estrechos que se proyectan paralelos a la costa desde un punto de esta. Representa los procesos fluviales, dinámica exógena (Ver Figura 19).



Figura 19. Desembocadura del Río Jiguaní, desembocadura en forma de estuario.

Punto 10: Mirador.

Coordenadas: X: 213073.3849 Y: 717439.65217

Breve descripción: Afloramiento enmarcado en las orillas de la carretera Moa-Baracoa, el cual posee unos 200m de largo y una potencia de 50 m, posee una capa delgada de suelo laterítico con un espesor de 1m aproximadamente y por debajo de

esta podemos encontrar serpentinita muy bien alteradas resultados de los agentes de intemperismo. Este posee un gran valor científico para la geología en el estudio de las ofiolitas, las cuales tienen una gran representatividad. Aunque los estudios de las lateritas son amplios este posee un valor histórico medio. Este posee un gran valor estético para el desarrollo del turismo por su vista y para estudios posteriores sobre el geoturismo. Está asociado a los complejos ofiolítico, pues están constituidos por las rocas que le dan origen a esta corteza que se puede apreciar. Posee un gran atractivo paisajístico como mirador (Ver Figura 20).



Figura 20. Mirador ubicado sobre corteza laterítica.

Punto 11: Conglomerados Santa María.

Coordenadas: X: 210588.91217 Y: 721492.17753

Breve descripción: El afloramiento se encuentra enmarcado en las orillas de la carretera Moa-Baracoa, zona con predominio de areniscas y conglomerados, presencia de rocas ígneas con una inclinación oeste. Se observan sedimentos grandes cerca afloramiento , gabros, serpentinitas. Este afloramiento pertenece a

una cuenca continental (Ver Figura 21). Esta apoya la enseñanza de la dinámica exógena de los procesos.



Figura 21. Conglomerados ubicados en el poblado de Santa María.

Punto 12: Cantera de préstamos.

Coordenadas: X: 211054.05507 Y: 720904.33993

Breve descripción: Afloramiento ubicado a orillas de la carretera Moa-Baracoa, donde podemos observar una cantera de préstamo con unos 50m de largo y una potencia de 20m. el tipo de roca que presenta esta es serpentinita la cual posee una coloración verde debido a la alteración que presenta por los agentes de intemperismo, podemos citar que esta cantera es explotada actualmente con fines de materiales para la construcción de carreteras. Este posee una gran importancia para el estudio de las rocas del complejo ofiolítico. Presenta un gran valor estético sobre todo para el geoturismo y en las prácticas de campo. Son abundantes los afloramientos de este tipo de roca. Podemos encontrar este tipo de roca en otros afloramientos visitados. Las rocas que se encuentran en este, en su mayoría son comunes en la región. Su estado físico es apropiado. Este se encuentra bajo las influencias de la acción antrópica (Ver Figura 22).



Figura 22. Cantera de préstamo de rocas serpentinizadas alteradas.

Tabla 3. Tabla analítica del comportamiento de los geositos.

Parámetro	Representatividad y valor científico		Valor histórico		Valor estético para la enseñanza y el turismo		Importancia didáctica		Rareza			Irrepetibilidad			Estado físico del geositio			Vulnerabilidad			Tamaño			Accesibilidad					
Puntuación	15	10	10	7	10	7	12	8	12	8	4	12	8	3	4	5	12	8	2	2	4	6	6	5	4	2			
Posa el meandro		10		7		7		8			4		8	3			12				6	6				71	C		
Deslizamiento la curva		10		7		7		8			4		8	3				8			4			5		64	C		
Diques de Potosí	15		10		10		12		12				8	3					2		4			5		81	B		
Deslizamientos a orillas del río		10		7		7		8			4		8		4			8				6		5		67	C		
Diques y deslizamientos		10		7		7	12				4		8		4			8			4			5		69	C		
Mineralizaciones de carbonato	15		10		10		12		12				8	3			12					6		5		93	A		
Puente antiguo minero		10	10			7		8		8			8			5		8						5		69	C		
Bahía de Yamanigüey	15		10		10		12		12			12		3				8		2				5		89	A		
Desembocadura del Río Jiguaní	15		10		10		12		12			12		3				8		2				5		89	A		
Mirador	15			7	10		12				4		8	3					2	2					4	67	C		
Conglomerados Santa María	15		10			7	12				4		8		4			8			4		6			78	B		
Cantera de préstamos		10		7		7	12				4		8		4		12				4		6			74	C		

Utilizando la tabla de la analítica del comportamiento de los geositios, se pudo confeccionar los gráficos de porcentaje de calidad para cada parámetro. El grado de alta representatividad y valor científico alcanzó a los 50 % de los geositios y su valor medio fue de 50 % (Ver Figura 23). Estos representan que están compensados. Destacándose los afloramientos: Diques de Potosí, Mineralizaciones de carbonato, Bahía de Yamanigüey, Desembocadura del Río Jiguaní, Mirador, Conglomerados Santa María.

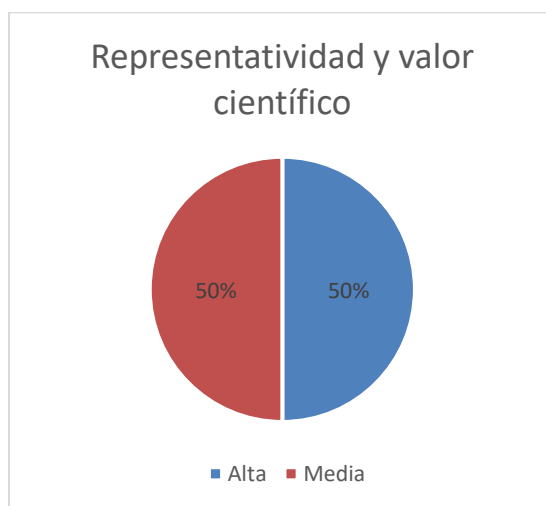


Figura 23. Gráfico en % de la representatividad y valor científico.

El valor histórico está representado para una calidad compensada, pues el 50 % de los geositios tienen una alta calidad y con una media calidad el 50 % de ellos. (Ver Figura 24). Resaltando los afloramientos: Diques de Potosí, Mineralizaciones de carbonato, Bahía de Yamanigüey, Desembocadura del Río Jiguaní, Mirador, Conglomerados Santa María.



Figura 24. Valor histórico en %.

En el parámetro de valor estético para la enseñanza y el turismo se observa (Ver Figura 25) que este no tuvo un comportamiento bueno, presenta una diferencia significativa entre los altos 42 % y los bajos 58 % de los geositos, sin embargo, estos sitios de interés presentan estructuras paisajístico-ambiental interesantes, siendo muy favorable a un turismo convencional. Los afloramientos destacados en este aspecto son: Diques de Potosí, Mineralizaciones de carbonato, Bahía de Yamanigüey, Desembocadura del Río Jiguaní, Mirador.



Figura 25. Valor estético para la enseñanza y el turismo en %.

La importancia didáctica (Ver Figura 26) fue un factor característico de la mayoría de los geositos, pues presentó el 67 % de estos fue evaluado de alto, y un 33 % de medio. Destacándose los afloramientos: Diques de Potosí, Diques y deslizamientos, Mineralizaciones de carbonato, Bahía de Yamanigüey, Desembocadura del Río Jiguaní, Mirador, Conglomerados Santa María, Cantera de préstamos.

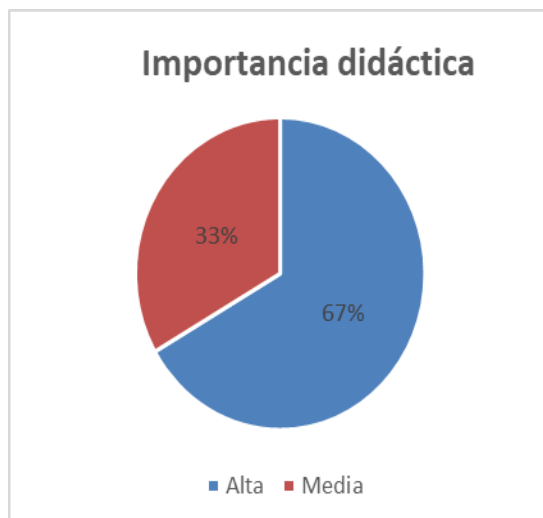


Figura 26. Importancia didáctica en %.

Otro parámetro analizado arduamente fue la rareza (Ver Figura 27). Pero se manifestó de manera poco eficiente pues el 58 % de los sitios de interés no se aportaron algo distinto de los otros, predominando la categoría de geositos comunes. Resaltando los afloramientos: Diques de Potosí, Mineralizaciones de carbonato, Bahía de Yamanigüey, Desembocadura del Río Jiguaní como notables, Puente antiguo minero de rareza escasa y de común los siguientes: Posa el meandro, Deslizamiento la curva, Deslizamientos a orillas del río, Diques y deslizamientos, Mirador, Conglomerados Santa María, Cantera de préstamos.

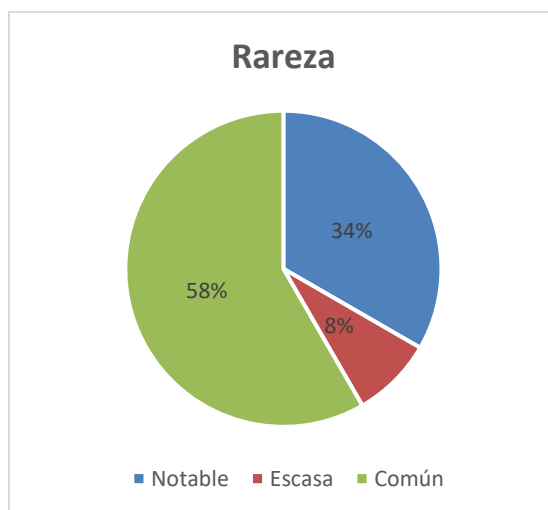


Figura 27. Rareza en %

En el parámetro de Irrepetibilidad se pueden distinguir de dos formas; Repetible o Irrepetible, el primero de los casos se acepta cuando pueden designarse otros lugares que tengan características similares y que representen iguales situaciones, estructuras, formas o fenómenos que lo definen como un geositio de importancia. Se clasificaron como Repetible 83 % de los geositios (Ver Figura 28) y solamente 17 % de Irrepetible, dado el alto índice de repetibilidad, se puede decir que la mayoría de los geositios presentan características similares a los geositios estudiados anteriormente. Destacándose los afloramientos: Bahía de Yamanigüey, Desembocadura del Río Jiguaní como irrepetibles. Como repetibles podemos encontrar los siguientes: Posa el meandro, Deslizamiento la curva, Diques de Potosí, Deslizamientos a orillas del río, Diques y deslizamientos, Mineralizaciones de carbonato, Puente antiguo minero, Mirador, Conglomerados Santa María, Cantera de préstamos.

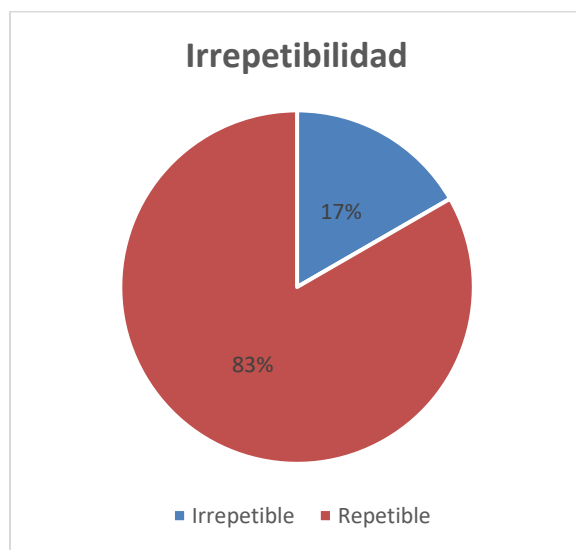


Figura 28. Irrepetibilidad en %.

Los geositios presentan un estado físico apropiado de 59 %, se consideran pocos apropiados el 33 % y se consideran inapropiados solo el 8% de estos (Ver Figura 29). El estado físico permitió establecer que la mayoría de los geositios se encuentran en un estado apropiado por lo que se puede afirmar que los afloramientos estudiados están bastante conservados. Resaltando los afloramientos: Posa el meandro, Deslizamiento la curva, Diques de Potosí,

Mineralizaciones de carbonato, Bahía de Yamanigüey, Desembocadura del Río Jiguaní, Mirador, estos evaluados de apropiados. Deslizamientos a orillas del río Diques y deslizamientos, Conglomerados Santa María, Cantera de préstamos obteniendo la evaluación de poco apropiados y de inapropiados: Puente antiguo minero.

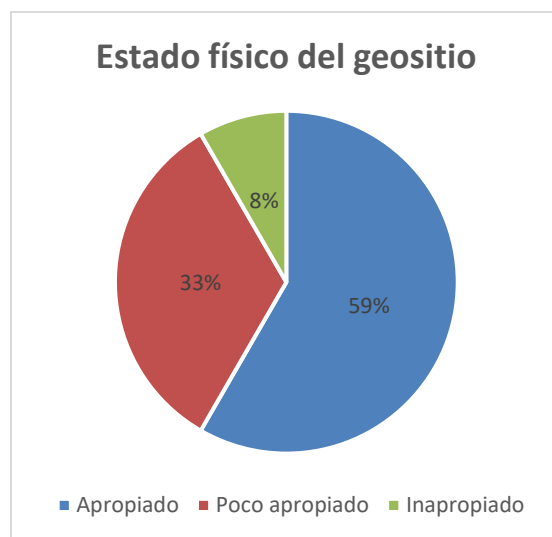


Figura 29. Estado físico del geosítio en %.

El alto índice de vulnerabilidad despertó un foco de preocupación, pues, 58 % de los geosítios (Ver Figura 30) están vulnerables a ser dañados por diferentes factores.

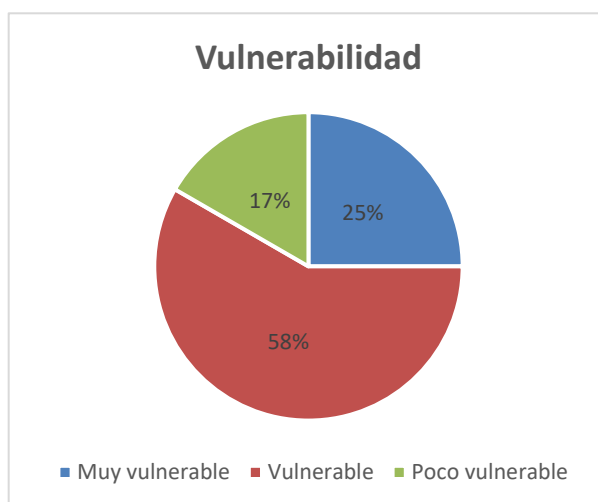


Figura 30. Vulnerabilidad en %

El parámetro de tamaño, tuvo un comportamiento bastante favorable pues hay una distribución entre ellos, presentando los de tamaño grande 27 % y un 27 % pequeñas abundando más los de tamaño medio con un 46 % (Ver Figura 31).

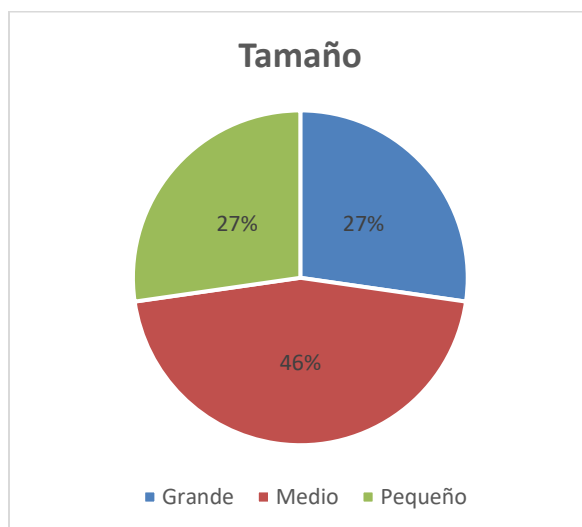


Figura 31. Tamaño en %.

En cuanto, al parámetro de accesibilidad, se determinó como muy accesible; el 25 % de los geositos, pues algunos se encuentran en caminos o carreteras con condiciones suficientes para que transiten vehículos. Como el caso de Los conglomerados de Santa María, que están localizados en las orillas de la carretera Moa-Baracoa. Otro caso de bastante accesibilidad es la cantera de préstamo también ubicada en las orillas de la carretera Moa-Baracoa. En los accesibles con un 67 %, destacamos la desembocadura del río Jaguaní se está ubicado en las orientales provincias de Guantánamo y Holguín, en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt. Hay poca accesibilidad en pocos casos con un 8% de los sitios representados (Ver Figura 32).

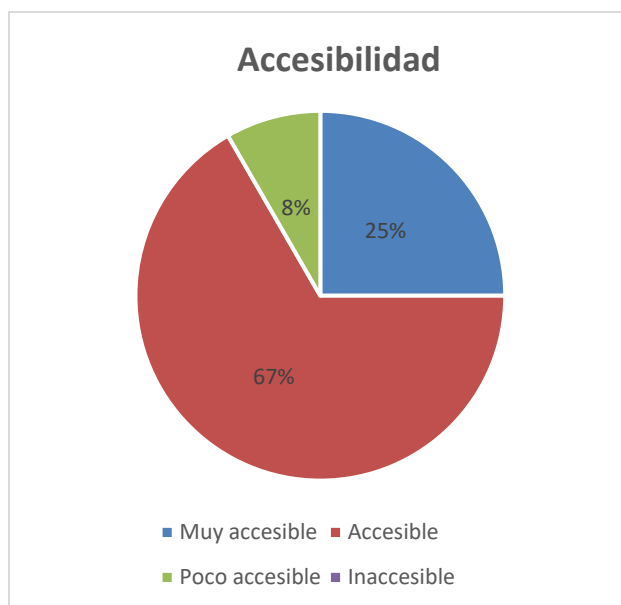


Figura 32. Accesibilidad en %.

Teniendo en cuenta la puntuación obtenida sobre la base de 100 puntos, se determinó que del total de los geositos; el 25 % son geositos de clase A como: Mineralizaciones de carbonato, Bahía de Yamanigüey, Desembocadura del Río Jiguaní. Los geositos de la clase B equivalen al 17 % y son: Diques de Potosí, Conglomerados Santa María. El 58 % pertenece a los geositos de clase C que son: Posa el meandro, Deslizamiento la curva, Deslizamientos a orillas del río, Diques y deslizamientos, Puente antiguo minero, Mirador, Cantera de préstamos (Ver Figura 33).

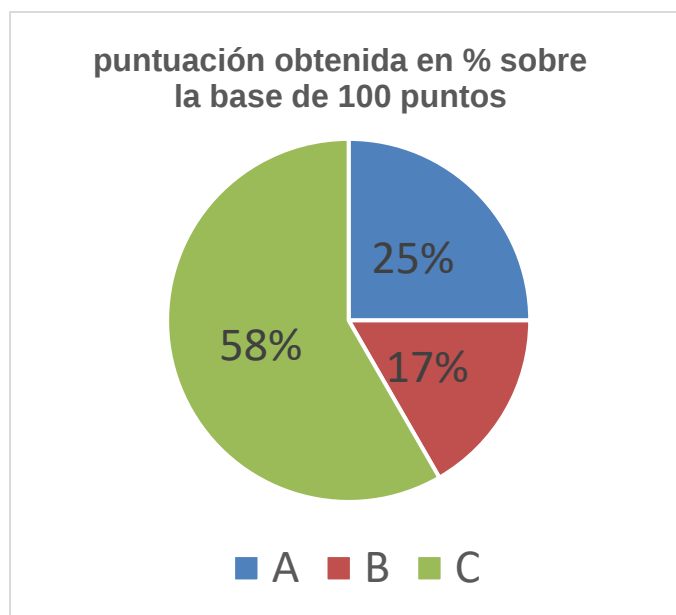


Figura 33. Gráfico de puntuación obtenida en % sobre la base de 100 puntos.

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos a partir de los criterios que se evaluaron (Ver tablas 4, 5, 6).

Tabla 4. Puntos evaluados de A.

No	Nombre	Puntuación	Clasificación
1	Mineralizaciones de carbonato	93	A
2	Bahía de Yamanigüey	89	A
3	Río Jiguaní	89	A

Tabla 5. Puntos evaluados de B

No	Nombre	Puntuación	Clasificación
4	Diques de Potosí.	81	B
5	Conglomerados Santa María	78	B

Tabla 6. Puntos evaluados de C.

No	Nombre	Puntuación	Clasificación
6	Posa el meandro	71	C
7	Deslizamiento la curva	64	C
8	Deslizamientos a orillas del río	67	C
9	Diques y deslizamientos	69	C
10	Puente antiguo minero	69	C
11	Mirador	67	C
12	Cantera de préstamos	74	C

3.3 Sector geoturísticos.

Desde la consideración que puede hacerse del paisaje, son sectores que comunican historias de identidad, apego y emociones, estas zonas son reconocidas por su belleza, con atractivos naturales, culturales e ideales para la práctica profesional o aficionada de la fotografía, para emprender caminatas con diversos grados de dificultad y recorrer diferentes atractivos.

El recorrido se inicia en bote desde Yamanigüey hasta los 3 cayos los cuales son de un alto interés para el turismo ya que sus playas de arenas blancas, durante el recorrido apreciamos una bahía poca profunda, donde su zona más onda es de hasta 3 m. una vez recorrido los cayos y la bahía pasamos el recorrido hacia la parte del río Yamanigüey hacia la antigua mina de cromo potosí, donde a lo largo del recorrido podemos presenciar rocas que presentan un rasgo característico lo constituye el gran desarrollo de diques de pegmatoides gabroicos, que cortan a los cuerpos de cromititas y a los demás tipos litológicos presentes.

Su valor como punto de interés patrimonial está dado por su valor petrológico, económico, cultural e histórico, sumado la belleza natural de su entorno. Esta experiencia tiene a cada paso una escena de paisaje a la estación más alta del sector.

Luego pasamos la parte de este recorrido hacia el sector que se extiende desde el río Jiguaní hasta el poblado de Santa María, este lo iniciamos en la desembocadura de dicho río en el cual podemos apreciar el tipo de desembocadura que presenta este es en forma de estuario, el encuentro entre las dos aguas tiene forma de bolsa de tipo erosiva acumulativa., en la base de las rocas que afloran son ígneas y en la superficie conglomerados de capas muy finas y sedimentos pequeños observando que en la zona de la desembocadura del río, se observa una discordancia litológica. Como parte de este recorrido seguimos sobre la carretera Moa -Baracoa , donde en este podemos observar varios sitios de interés para el geoturismo por su amplia diversidad geológica que presentan, dentro de estos se encuentran una cantera de préstamo la cual presenta rocas serpentizadas con gran nivel de alteración presentando una coloración verde, también podemos observar como parte del recorrido rocas del complejo ofiolítico presentando un gran valor geoturístico, y por

último nos detenemos en las cercanías del poblado de Santa María, a orillas de la carretera podemos observar una zona con predominio de areniscas y conglomerados, presencia de rocas ígneas con una inclinación oeste. Se observan sedimentos grandes cerca del depósito en algunos casos gabros, serpentinitas, cuarzo y sedimentos pequeños lejos del depósito lo que pudieron ser depositados por un río o el mar dándole una figura redondeada. Este afloramiento pertenece a una cuenca continental.

El recorrido puede ser guiado o no, debe de disponer de todas las alternativas y atractivos complementarios que ofrezca la región y constar con un plegable para geositos donde el visitante pueda elegir los lugares que desea visitar.

El personal vinculado con estos senderos geoturísticos debe de estar preparado y documentado con las particularidades del área, para que el recorrido sea más ameno. Los guías deben de crear analogías y ejemplos entre los visitantes para ilustrar y crear la conexión entre el sitio y el visitante.

Se deben de ofrecer ofertas dirigidas a los visitantes con la posibilidad de aprovechar las potencialidades geólogo-geomorfológicas y las características del entorno.

Los senderos geoturísticos propuestos deben tener planificadas la cantidad de personas de cada recorrido, la distribución secuencial de cada vista, equipamiento necesario de cada visitante, formación y control de grupos en las vistas guiadas, estimación de los ingresos por cada visitante, si la vista comprende una mina abandonada, los dispositivos de seguridad de los visitantes, los medios necesarios para el traslado de los visitantes, así como prever lo necesario para que las rutas se desarrollen normalmente y lograr la satisfacción del visitante.

Otra manera de proteger sería diseñando instrumentos de incorporación del patrimonio geológico a los planes de ordenación del territorio, ya sean estas regionales o locales, que servirían además para que la población tome conciencia de la existencia de un PIG y que es necesario su protección y conservación.

En esta región las potencialidades requieren para múltiples usos: ciencia e investigación, educación, protección patrimonial, y disfrute de los visitantes a través del turismo y del recreo. Por lo tanto, la planificación de la gestión es vital para

conseguir una protección a largo plazo, subsecuente al esfuerzo realizado en las fases de inventario y valoración del patrimonio.

3.4 Plan de medidas de prevención, mitigación o corrección de impactos.

Las medidas de prevención y mitigación se presentan como el conjunto de acciones tendientes a la prevención, control, atenuación, restauración y compensación de los impactos ambientales negativos generados por el desarrollo de un proyecto, el actuar del hombre, etc. a fin de tender hacia el uso sustentable de los recursos naturales y la protección del ambiente (Ver Figura 34).

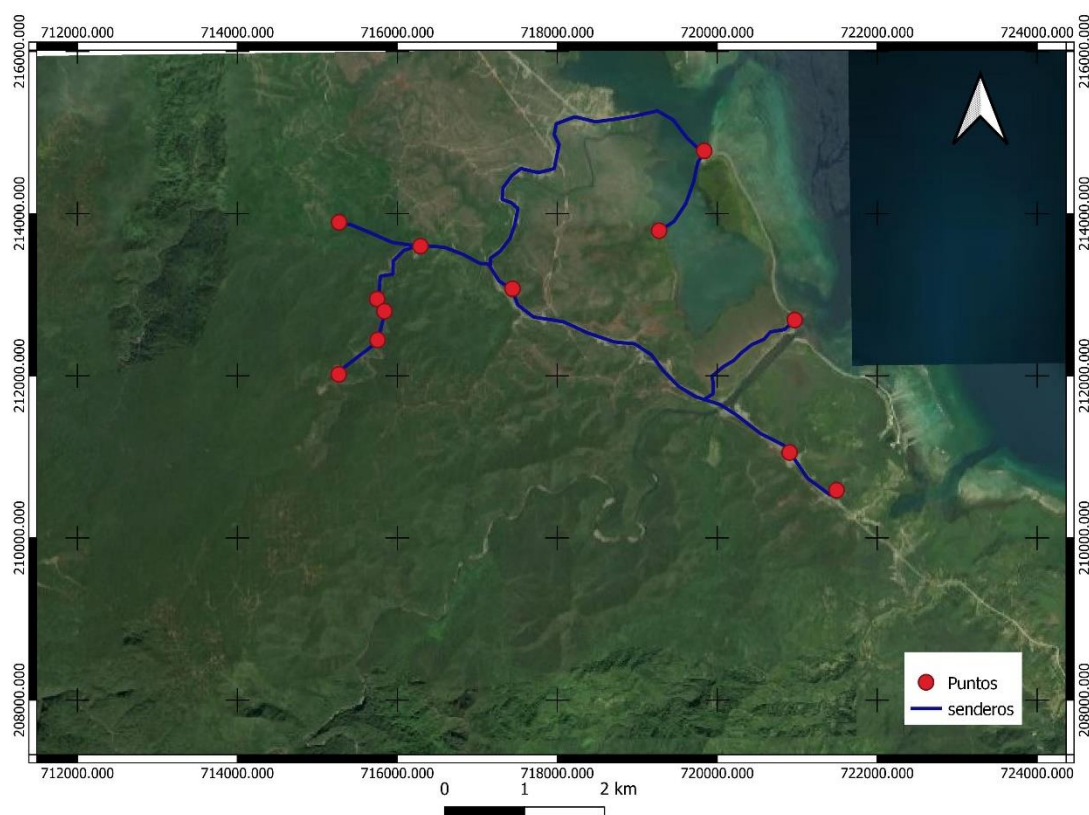


Figura 34. Mapa de sendero.

Tabla 7. Propuestas de medidas de conservación.

Actividades	Tiempo	Responsable
Facilitar a las autoridades municipales y provinciales el informe del estado actual de conservación de los sitios de interés geológico	Corto plazo.	CITMA; CAM
En los casos de los geositios ubicados cerca de los asentamientos poblacionales promover una cultura de protección y conservación a través de actividades comunitarias.	De mediano a largo plazo.	CITMA; CAM
La confección de rutas cercanas a los sitios para el desarrollo del geoturismo.	Corto plazo.	CITMA; CAM
Utilizar los sitios como aulas para las actividades docentes, principalmente los que presentan alto valor didáctico.	Medio plazo.	CITMA; CAM
Monitoreo anual, como mínimo, para supervisar el cumplimiento de las medidas aplicadas para su conservación.	De mediano a largo plazo.	CITMA; CAM

Conclusiones parciales

De acuerdo con los elementos expuestos durante el desarrollo del capítulo, es preciso presentar conclusiones, entre las que destacan:

A partir de un análisis teórico-metodológico de la utilización de los geositios como atractivos turísticos para el desarrollo del geoturismo en el municipio Moa, se elaboró una metodología para el diseño de senderos geoturísticos, adecuada a las condiciones turísticas del país, con la finalidad de perfeccionar el diseño y gestión del patrimonio geológico, esta constituye una herramienta útil de trabajo para la toma de decisiones, con consistencia lógica, flexibilidad, trascendencia, perspectiva y pertinencia en el marco de la investigación.

Se aplicó de forma parcial la metodología propuesta en el municipio Moa, obteniéndose como resultado el diseño de dos senderos geoturísticos los cuales los comprenden: Sendero Geoturístico Yamanigüey- Mina Potosí y Sendero Geoturístico Bahía de Yamanigüey- Santa María, cuyos ejes centrales los constituyen los geositios, con el fin lograr la integración de las potencialidades naturales de la zona objeto de estudio. La aplicación parcial de la propuesta permitirá que los habitantes de esta región amplíen sus opciones de empleo y generen variedad de beneficios; para que ellos mismos realicen sus propios aportes, enriquezcan y a la vez valoren sus riquezas convirtiendo esto mismo en grandes aportes del turismo, cuya actividad es rentable para engrandecer el desarrollo geoturístico de Moa.

La valoración de la pertinencia por parte de los especialistas sobre el diseño de senderos geoturísticos propuesto contribuyó a su perfeccionamiento y adecuación.

CONCLUSIONES

1. Durante el período investigativo se lograron caracterizar 12 geositios.
2. El 59 % presentan estado físico apropiado, el 33 % están en estado físico poco apropiado e inapropiado un 8 %. El 50 % de los geositios muestran alto valor de representatividad y valor científico, el 50 % poseen alto valor histórico, y el otro 50 % tienen alta importancia didáctica. En el caso del valor estético 42 % fue evaluado de alto, pero se puede afirmar que son valor para el turismo, en la categoría rareza, el 58 % fue evaluado como común y el 8 % como escasa y el 34 % de notables. En la Irrepetibilidad se considera como repetible el 83 % y solo el 17 % de irrepetible. De muy vulnerable fue evaluado el 25 %, de vulnerable el 58 % , de 17 % de poco vulnerable. El 25 % fue calificado de muy accesible, el 67 % de accesible y solo el 8 % de poco accesible. En el caso del tamaño el mayor porcentaje es medio con un 46 %, y de grande y pequeño un 27 % cada uno de estos
3. Para el desarrollo local del territorio se definieron dos senderos geoturísticos: Sendero Geoturísticos Bahía de Yamanigüey-Santa María y Sendero Geoturístico Yamanigüey-Mina Potosí.
4. Se propusieron cinco medidas de conservación para los geositios de mayor vulnerabilidad y las medidas de conservación para su cumplimiento.

RECOMENDACIONES

Derivadas del estudio realizado, así como de las conclusiones generales antes expuestas, se formularon las siguientes recomendaciones:

1. Socializar los resultados de la investigación en revistas especializadas sobre el tema y en eventos científicos.
2. Recomendar al gobierno municipal de Moa la aplicación de la propuesta, así como continuar en el estudio y profundización de la temática.
3. Evaluar el potencial de toda la provincia de Holguín para la creación de rutas geoturísticas.
4. Profundizar en el estudio del geoturismo como alternativa de diversificación de la oferta turística en las regiones geomineras que contribuirá a su desarrollo local, sobre la base de criterios de sostenibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Batista-Rodríguez, J. A. (1998). Características geológicas y estructurales de la región de Moa a partir de la interpretación del levantamiento aeromagnético 1: 50 000. *Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa [Tesis de Maestría]*.
- Bôas, R. C. V., Martínez, A. G., & de Albuquerque, G. de A. S. C. (2003). *Patrimonio Geológico y Minero en el Contexto del cierre de Minas*. CYTED-CETEM.
- 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.
- 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.
- Carcavilla, L., Belmonte, Á., Durán, J. J., & Hilario, A. (2011). Geoturismo: concepto y perspectivas en España. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 19(1), 81.
- Carcavilla Urquí, L. García Cortés, Á. (2014). Geoparques. Significado y funcionamiento. In *Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Economía y Competitividad*.
- Castellanos, D. W. (2016). *Evaluación de los sitios de interés geológicos más importantes de los municipios Sagua de Tánamo*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Chang, J. L., Corbea, L., Prieto, F., Hernández, J., & Brito, G. (1991). Informe sobre los resultados del levantamiento aerogeofísico complejo en el territorio de las provincias Guantánamo y Holguín (Sector Guantánamo sur). *ONRM Cuba*.
- 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 Vetás). *Boletín de Geología*, 24(39), 121–134.
- Corpas, C. R. M. (2017). *Evaluación y diagnóstico de geositos 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 Núñez Jiménez'.
- Crespo Lambert, M. (2018). *Evaluación de la calidad de las aguas de abastecimiento del poblado Yamanigüey*. Departamento de Geología.
- Dávila Burga, J. (2011). *Diccionario geológico*. Arthaltuna grouting.
- de Asevedo, Ú. R. (2007). Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO. *Instituto de Geociências/UFMG, Tese de Doutorado, Belo Horizonte*. Disponível Em: [Http://Goo. Gl/GEVyxn](http://Goo. Gl/GEVyxn). Consultado Em, 17(07), 2015.
- Domech, G. (2007). Propuesta de metodología a emplear para las acciones de protección del patrimonio geológico. *Memorias II Convención Ciencias de La Tierra*.
- Dowling, R. K., & Newsome, D. (2006). *Geotourism*. routledge.
- Durán, J. J. (1998). Patrimonio geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid. *Sociedad Geológica de España y Asamblea de Madrid, Madrid*, 290.
- Ecured. (2019). *Yamanigüey - EcuRed*.
- Francisco, T. D. (2018). *Caracterización de geositos para la protección y preservación del patrimonio geológico en la ruta Baracoa-Puriales de Caujerí*. Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.
- Gamboa, A. I. J. F. (2017). *Caracterización de geositos para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio Baracoa*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- González, L. D. (2005). *Potencial geológico-geomorfológico de la región de Moa para la propuesta de un modelo de gestión de los sitios de interés patrimonial*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- 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.
- Hose, T. A. (1995). Selling the story of Britain's stone. *Environmental Interpretation*, 10(2), 16–17.
- Inga, A. C. V. (2018). *Valoración del Patrimonio Geológico en la Ruta de las Cascadas de la parroquia Rumipamba-Cantón Rumiñahui*.
- INRH. (2018). *Pluviómetro Cañete*.
- 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.
- Martinez, O. R. (2008). Patrimonio geológico. Identificación, valoración, Y gestión de sitios de interés geológico. *Geograficando*.
- PÂMELLA MOURA, MARIA DA GLÓRIA M. GARCIA, J. B. B., & AMARAL, W. S. (2017). Conservation of geosites as a tool to protect geoheritage: the inventory of Ceará Central Domain, Borborema Province - NE/Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 89, 2625–2645. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170600>
- Piacente, S., & Giusti, C. (2000). Geotopos, una oportunidad para la difusión y valoración de la cultura geológica regional. *Documentos*, 134–137.
- Polanco Almaguer, P. L. (2012). *Influencia de los procesos geológicos en la morfología costera del municipio Moa*. Departamento de Geología.
- 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.
- Reyes, O. J., & Del Risco, E. (1993). Algunas características de la flora fanerógama endémica de los pinares del noreste de Cuba Oriental. Primer taller internacional de protección del medio ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales. *Moa. Cuba. Libro Resumen*, 3.
- Richard, E., Crispieri, G. G., & Zapata, D. I. C. (2018). Geoparques: Lugar de

- encuentro para la geofilia, biofilia, cultura de la contemplación y turismo especializado y científico, el caso del Torotoro, Geoparque Andino (Potosí, Bolivia). *DOSSIER ACADÉMICO: BOSQUES, RECURSOS NATURALES Y TURISMO SOSTENIBLE*, 12.
- Rodríguez-Infante, A. (1998). Estilo tectónico y geodinámica de la región de Moa. *Minería y Geología*, 15(2), 37–41.
- Rodríguez Infante, A. (2007). Morfoalineamientos en la zona costera entre el poblado de Yamanigüey y la ciudad de Baracoa. *Minería y Geología*, v.23 n.3(1993 8012), 17.
- Romero, C. L. P. (2017). *Evaluación y diagnóstico de geositos en los municipios del Este de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico*. Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.
- Sadry, B. N. (2009). Fundamentals of geotourism with a special emphasis on Iran. *Tehran: Samt Organization Publishers (220 Pp. English Summary Available Online at: [Http://Physio-Geo.Revues.Org/3159](http://Physio-Geo.Revues.Org/3159)*.
- SCG. (2019). *MEMORIAS DE GEOCIENCIAS TRABAJOS Y RESÚMENES, XIII CONGRESO DE GEOLOGÍA*.
- Strasser, A., Heitzmann, P., Jordan, P., Stapfer, A., Stürm, B., Vogel, A., & Weidmann, M. (1995). Geotope und der Schutz erdwissenschaftlicher Objekte: ein Strategiebericht. *Freiburg, Arbeitsgruppe Geotopschutz Schweiz*.
- 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*.
- Villafranca, I. F. (1978). ¿Estratotipos o secciones tipo? *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 2(2), 105–111.
- Viltres Milán, Y. (2010). *Evaluación de riesgos por deslizamiento en taludes y laderas del sector Este del Municipio Moa*. 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. (1996). *Geosites-a new conservation initiative*. INT UNION GEOLOGICAL SCIENCES C/O BRITISH GEOLOGICAL SURVEY, KEYWORTH~....

Wimbledon, W. A. P., Andersen, S., Cleal, C. J., Cowie, J. W., Erikstad, L., Gonggrijp, G. P., Johansson, C. E., Karis, L. O., & Suominen, V. (1999). Geological World Heritage: GEOSITES-a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation. *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia*, 54, 45–60.

Zouros, N., & Mc Keever, P. (2004). The European geoparks network. *Episodes*, 27(3), 165–171.