



**Facultad Geología y Minas
Departamento de Geología**

Trabajo de Diploma

en Opción al

Título de Ingeniero Geólogo

Tema: Evaluación de sitios de interés geológicos de la provincia La Habana.

Autor: Deisy Hidalgo Griff

Tutor(es): MS.c. Roberto Gutiérrez Domech

Dr. C. Yurislely Valdés Mariño

Moa, 2021

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

En decisión conjunta, la autora Deisy Hidalgo Griff y los tutores Ms. C. Roberto Gutiérrez Domech y Dr. C. Yurisley Valdés Mariño, certificamos nuestra propiedad intelectual en este Trabajo de Diploma, el cual se titula “**Evaluación de sitios de interés geológicos de la provincia La Habana**”. El Servicio Geológico de Cuba, podrá hacer uso del trabajo para sus fines educativos a partir del 2021.

Autora: Deisy Hidalgo Griff

Tutor: MsC. Roberto Gutiérrez Domech

Tutor: Dr. C. Yurisley Valdés Mariño

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los compañeros del Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba (IGP) y la Universidad de Moa, Dr. Antonio Núñez Jiménez que hicieron posible que yo pudiera cursar mis estudios de Ingeniería Geológica, que confiaron en mí desde el primer momento.

De manera muy especial quisiera agradecer al vicerrector primero de la Universidad de Moa, Dr. Antonio Núñez Jiménez Dr. C Yurislely Valdés Mariño, Ing. Luis Alberto Pérez García, Ing. Marianela Crespo Lambert, MsC. Daylé Silega Martínez, MsC. Andrés Salazar Moreno, Ing. Pedro Luis Dunán Avila. Agradezco al claustro de profesores de la Universidad de Moa, por su gran profesionalidad y dedicación en cada una de las materias impartidas.

Agradezco de igual forma mis compañeros del IGP, a la MsC. Denyse Martín Izquierdo y la MsC. Arelis Núñez Labañino, a la Dr.C Xiomara Casaña, a la especialista Deisy Albornós Sánchez, a mis compañeros de gestión de la información, la bibliotecaria Teresita Torres Sierra. También agradezco al grupo de Paleontología y Patrimonio del IGP.

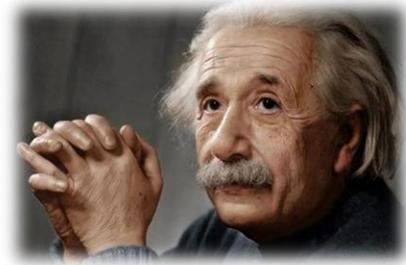
Agradezco de manera muy especial a mis tutores MsC. Roberto Gutiérrez Domech y DrC. Yurislely Valdés Mariño, por su tiempo y dedicación para la realización de esta investigación. Asimismo, agradezco al Dr.C Carlos Pérez Pérez aunque ya no se encuentra entre nosotros.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor a mis seres queridos. Especialmente a mi madre Cecilia Griff Baluja, a mi hermano David Hidalgo Griff, a mi hija Elia Trujillo Hidalgo, a mi hijo Osvaldo Martínez Hidalgo, a mis nietos Daslan, Brianna y Scalet, y a mi nuero Lian Almenares, que desde el primer momento me dieron su apoyo y estuvieron siempre a mi lado pese a los momentos difíciles. También quisiera dedicar esta investigación a mis compañeros de estudio en la Universidad de Moa, Dr. Antonio Núñez Jiménez y a la familia que me acogió como un miembro más, los esposos Leandro Rodríguez e Isabel Cuñat y sus hijos Leandro, Leonardo, Lester y Leider.

PENSAMIENTO

“No es el resultado de la investigación científica lo que ennoblece a los seres humanos y enriquece su naturaleza, sino la lucha por entender mientras realiza un trabajo intelectual creativo y de mente abierta.”



RESUMEN

Las características geológicas y geomorfológicas de Cuba han constituido objeto de estudio por diferentes investigadores, pero aun así existe un insuficiente conocimiento del estado actual de los distintos estratotipos descritos en el léxico estratigráfico cubano. La identificación y puesta en marcha de medidas para la conservación de áreas con valor geológico patrimonial en el mundo estado a la vanguardia en los últimos años. La presente investigación estuvo encaminada a determinar el estado de conservación actual de los geositios la provincia de la Habana con el objetivo de promover y contribuir a preservar los sitios de interés geológico o geositios, ubicados en la provincia de la Habana, como parte de la protección de la geodiversidad y del patrimonio geológico de esta provincia y proponer medidas de conservación. Durante el trabajo de cartografía geológica se describieron 14 puntos. Estos puntos fueron georeferenciados en el campo para su correcta ubicación en los mapas correspondientes. De los 14 geositios evaluados, 4 de ellos pueden ser clasificados de importancia nacional ya que cumplen con los parámetros establecidos en la variable A. El resto de los geositios son clasificados como geositios tipo B.

ABSTRACT

The geological and geomorphological characteristics of Cuba have been the object of study by different researchers, but even so there is insufficient knowledge of the current state of the different stratotypes described in the Cuban stratigraphic lexicon. The identification and implementation of measures for the conservation of areas with geological heritage value in the world has been at the forefront in recent years. This research was aimed at determining the current state of conservation of geosites in the province of Havana with the aim of promoting and contributing to preserve the sites of geological interest or geosites, located in the province of Havana, as part of the protection of the geodiversity and geological heritage of this province and propose conservation measures. During the geological mapping work, 14 points were described. These points were georeferenced in the field for their correct location on the corresponding maps. Of the 14 geosites evaluated, 4 of them can be classified of national importance since they comply with the parameters established in variable A. The rest of the geosites are classified as type B geosites.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL	4
CAPÍTULO I. LOCALIZACIÓN, RASGOS FÍSICO-GEOGRÁFICOS Y GEOLÓGICOS DE LA REGIÓN DE ESTUDIO	10
1.1 Introducción.....	10
1.2 Características físico-geográficas del área de estudio	10
1.3 Clima de la región.....	11
1.5 Relieve	12
1.6 Hidrografía.....	12
1.7 Geología del área de estudio.....	13
1.8 Flora y fauna.....	20
1.9 Desarrollo económico.....	21
CAPITULO II. METODOLOGIA Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	23
2.1 Introducción.....	23
2.2 Etapa de búsqueda bibliográfica.....	24
2.3 Etapa de campo.....	28
2.4 Etapa de gabinete	34
CAPITULO III: INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	36
3.1 Introducción.....	36
3.2 Geositos de la provincia de la Habana.....	36
Punto 1. Abrigo rocoso reparto América.....	36
Punto 2. Formación Apolo.....	37
Punto 3. Cueva el Indio	38

Punto 4. Estratificación Cruzada Jaimanitas	39
Punto 5. Biocalciruditas la Cabaña.....	40
Punto 6. Secuencia vulcanógeno-sedimentaria la Trampa	41
Punto 7. Límite Cretácico-Paleógeno.....	42
Punto 8. Formación Santa María del Rosario.....	43
Punto 9. Miembro Toledo de la Formación Universidad	44
Punto 10. Formación Vedado	46
Punto 11. Mina Salomón	48
Punto 12. Formación Cojímar.....	49
Punto 13. Bloques de calcarenita Formación Capdevila	50
Punto 14. Calizas Urría.....	51
3.3 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos	52
3.4. Propuestas de medidas de conservación	59
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	66

INTRODUCCIÓN

En los últimos años debido a la importancia que reviste la protección y conservación del medio ambiente, en un mundo donde va en aumento incesante la globalización del conocimiento; y la necesidad de incrementar en nuestro país el turismo de naturaleza, las autoridades gubernamentales han orientado la evaluación de numerosos paisajes naturales en aras de su uso como fuentes de ingresos económicos y como sitios de interés cultural, que permitan explotar todas las potencialidades paisajísticas del territorio cubano.

Este marcado interés nacional, unido al creciente auge de la conservación del patrimonio natural a nivel internacional, ha provocado que en Cuba, una de las tareas más apremiantes del Instituto de Geología y Paleontología, Servicio geológico de Cuba (IGP) sea la declaración de sitios de interés geológico, como método para la conservación y protección de aquellos lugares que, por su marcado valor científico, cultural o educativo y de interés paisajístico recreativo; deban ser preservados como legado a las próximas generaciones.

Este pensamiento humanista, de legar un mundo mejor a nuestros hijos, hace que las actuaciones de identificación y conservación de los recursos geológicos con valor patrimonial, tributen al desarrollo sostenible; fundamentado sobre la base de la participación ciudadana y se sustente sobre dos pilares básicos: lo ecológicamente posible y lo económicamente viable.

Es así, como la Comisión Cubana de Patrimonio Geológico de conjunto con el Servicio Geológico de Cuba (IGP) han definido el patrimonio geológico el conjunto de recursos naturales no renovables ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, formas de relieve, acumulaciones sedimentarias, ocurrencias minerales o paleontológicas, y otras, que permitan reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia geológica de la tierra, los procesos que la han modelado, los climas del presente y del pasado, y el origen y evolución de la vida.

Atiende al carácter no renovable de estos recursos, su preservación y mantenimiento requieren de una gestión que garantice la catalogación, divulgación y protección, y con ello su integración al contexto de desarrollo socio-económico del territorio donde se encuentren. Al respecto, se han definido la Metodología Cubana para el Inventario y Evaluación de los Geositos elaborada por un conjunto de especialistas del IGP en el año

2007 (Gutiérrez Domech, 2007), la cual establece la valoración por parte del investigador de diez parámetros o características que debe cumplir el recurso natural para ser declarado como geositio.

En este plan, se han emprendido investigaciones en casi la totalidad de las provincias del país, obteniéndose resultados satisfactorios, debido a las potencialidades del relieve y la geología del territorio nacional; destacándose los trabajos realizados por especialistas del IGP y estudiantes de quinto año de la carrera Ingeniería Geológica del de la Universidad de Moa.

Las provincias mejor estudiadas y que cuentan con mayor cantidad de geositios son Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Camagüey y el municipio especial Isla de la Juventud. En ellas se han evidenciado las localidades y estratotipos sobre las cuales se ha basado el Léxico Estratigráfico de Cuba (IGP, 2013) y los yacimientos fosilíferos que muestran o aportaron las más importantes colecciones de animales y plantas fósiles que caracterizan el pasado geológico de Cuba que no siempre se encuentran en las condiciones en que fueron estudiadas y descritas. Los resultados de estas investigaciones permitieron la reciente inauguración de un geoparque en la provincia de Pinar del Río, el cual agrupa los sitios de interés geológico ubicados en las instancias de los Mogotes de Viñales.

A pesar de la realización de estos trabajos, aún se requieren estudios más detallados que permitan extender los recorridos a todos los municipios del país, principalmente en las provincias de Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo, La Habana y Holguín; y se necesita además el esfuerzo mancomunado de las autoridades locales de conjunto con el CITMA para la preservación inmediata de los geositios una vez que son declarados y estudiados. En este sentido, la inexistencia de trabajos de evaluación en todos los municipios de la provincia de la Habana, sugieren la realización de una investigación que permita incrementar la cantidad de sitios de interés geológico en este territorio, debido a sus potencialidades paisajísticas y a su diversidad geológica.

El presente trabajo ofrece un acercamiento a las características geológicas de la provincia de La Habana, que permiten proponer geositios ubicados en sus instancias para su declaración como patrimonio geológico de la nación a diferentes instancias.

Problema científico

Déficit de conocimiento sobre las condiciones actuales de los sitios de interés geológico en la provincia de la Habana. Imposibilitando su gestión de aprovechamiento y conservación.

Objeto de estudio

Geositos ubicados en la provincia de La Habana.

Objetivo general

Caracterizar los geositos en la provincia de la Habana para diagnosticar su estado y proponer medidas que permitan su preservación.

Campo de acción

Características de los geositos ubicados en la provincia de la Habana.

Hipótesis

Si se realiza una correcta descripción y caracterización de los geositos ubicados en la provincia de la Habana, se conocerá su estado actual en aras de proponerlos como patrimonio geológico nacional, y se planteará medidas para su conservación y protección.

Objetivos específicos

- Identificar y describir los geositos.
- Clasificar los geositos a partir de la norma establecida por Gutiérrez Domech (2007).
- Categorizar los geositos según el artículo 3 y el 5, del Decreto Ley 201/99
- Proponer medidas para conservar y preservar los geositos.

Impactos esperados

- **Impacto económico**

Promover y contribuir a preservar la geodiversidad y el patrimonio geológico no solo de la zona de estudio sino de todo el territorio de la provincia, que pueda ser empleado con fines geoturísticos o de turismo de naturaleza para el desarrollo local en los diferentes municipios y contribuir a la sostenibilidad de la población.

- **Impacto social**

Promover el conocimiento en los estudiantes y la población en general, de los sitios de importancia geológica que hay o están cerca de las comunidades para mejorar su cultura y sus posibilidades de contribuir a la protección del medio ambiente. Esto eleva el nivel cultural y contribuye al desarrollo local de la comunidad.

- **Impacto científico**

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

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL

Desde el pasado siglo se ha comenzado a trabajar en función de la protección del patrimonio geológico, el Continente Europeo es el que lleva la avanzada, aunque en la zona occidental también se ha comenzado a notar el esfuerzo por lograr preservar el amplio y muy variado patrimonio geológico con que cuenta el Continente Americano, son muchas las iniciativas que se aprecian hoy. Cada país se traza planes que contribuyen al cuidado y conservación de los sitios de interés geológico que pertenecen a su territorio, aunque también se aprecian muestras de ayuda entre los estudiosos del tema de distintos países. Muestra de esto es que se ha tomado como acuerdo a nivel internacional que se consideren como Patrimonio Geológico los casos siguientes:

- Localidades tipo y estratotipos de unidades litoestratigráficas y bioestratigráficas.
- Holotipos y paratipos de especies de animales y plantas fósiles.
- Yacimientos fosilíferos donde se han recuperado holotipos y paratipos.
- Minas reconocidas y minas representativas de una explotación importante.
- Testigos de perforación y muestras superficiales de sitios importantes.
- Estructuras geológicas de interés.
- Informes originales de personalidades del trabajo científico en el campo geológico, o concernientes al hallazgo de minas, yacimientos de petróleo, fósiles importantes; manantiales de aguas minero medicinales, etc.

- Otros bienes creados por esfuerzo propio en función del trabajo geológico.

Conceptos generales

“El patrimonio geológico es un bien común, es parte de la riqueza natural de nuestro planeta. La destrucción de los lugares de interés geológico es casi siempre irreversible, por lo que la prevención y la planificación son fundamentales. La conservación del patrimonio geológico es también una responsabilidad: su destrucción deja a las generaciones futuras sin la posibilidad de su conocimiento y disfrute. Por ello no debemos considerarnos propietarios, sino depositarios de este patrimonio que hemos heredado y que debemos conservar para las generaciones futuras. Así que la gestión del patrimonio geológico como parte importante del patrimonio natural y cultural es reflejo de una sociedad avanzada, responsable y respetuosa con su entorno.” (España, 2021). 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 Villavicencio, 2018)

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. (Wikip edia, 2021).

Geodiversidad

Consiste en la variedad de ambientes, fenómenos y procesos geológicos que dan origen a paisajes, rocas, minerales, fósiles, suelos y otros depósitos superficiales que constituyen el sustrato de la vida en la Tierra (definición dada por la Royal Society for Nature Conservation del Reino Unido). Cabe mencionar que algunos autores tienen una idea más

restringida que incluiría solo la variedad de materiales geológicos (rocas, minerales, fósiles y suelos) y estructuras geológicas (sedimentarias, tectónicas, geomorfológicas, hidrológicas y petrológicas) (Nieto, 2001; Kozłowski, 2004; Cañadas & Flaño, 2007).

Patrimonio geológico

Este puede ser definido como un recurso no renovable que, por su valor científico, pedagógico, paisajístico, turístico o cultural, y por su contribución para el reconocimiento e interpretación de procesos geológicos que modelan nuestro planeta, deben ser preservados para las generaciones venideras. (Muñoz, 1988; Gray, 2004; Brilha, 2005). La Declaración de Digne o “de los Derechos de la Memoria de la Tierra” explica la importancia del patrimonio geológico como bien común.

Geoconservación

Designa las estrategias, acciones y políticas para una eficaz conservación de la geodiversidad y la protección del patrimonio geológico (Sharples, 2002; Brilha, 2005; Gray, 2004). Al observar el mundo que nos rodea se puede ver que el ambiente geológico está sujeto cada vez a una mayor destrucción, no sólo por causas y procesos naturales, sino que principalmente por el resultado de actividades humanas. Estas amenazas, ocurren a variadas escalas, como por ejemplo la exploración desordenada de recursos geológicos, actividad recreativa y turística disgregada, por la colecta de muestras geológicas para fines no científicos (Gray, 2004; Brilha, 2005). Por otro lado, los países llegan a tener estrategias de Geoconservación, estas son generalmente aisladas y desorganizadas. Es por esto que es importante que las estrategias de Geoconservación sean basadas en la utilización de un método de trabajo que proponga sistematizar acciones en el ámbito de la conservación del patrimonio geológico de una determinada área, sea ésta a nivel país, regiones o áreas protegidas (Brilha, 2005). En la Declaración de Girona se exponen muy bien los motivos para trabajar en estrategias de geoconservación.

Geositio

En la Tierra existen sitios geológicos excepcionales, desde el punto de vista científico, didáctico, cultural, turístico, etc. Estos lugares se denominan geositios. Más formalmente, un geositio 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).

Geoturismo

Según Dowling & Newsome, (2006), el Geoturismo se puede conceptualizar en tres puntos centrales que son las formas, los procesos y el turismo. Entre las formas se incluyen los paisajes existentes con sus características y componentes (geoformas, formaciones geológicas, fósiles, rocas, minerales, etc.). En cuanto al término turismo del concepto, este incluye la dimensión humana y se refleja en la actividad turística. El geoturismo es la apreciación de la geología y la geomorfología de los paisajes y la idea es que su interpretación, de fuerte base científica, se traduzca a términos más sencillos para el disfrute de todo tipo de turista, para motivar la educación geocientífica. La definición aceptada por UNESCO es bastante cercana a la dada por estos autores y nos dice que este término implica el recorrer un territorio en donde el turista entiende explícitamente que el paisaje que recorre y observa contiene formas singulares y que éste fue modelado por procesos dinámicos que han dejado huellas visibles. El “geoturismo” no puede ser reducido a un “turismo geológico”, sino que se trata de un concepto más amplio, un turismo especializado en donde el foco de atención es el Geositio y los fenómenos geológicos, orientado en un marketing y uso turístico del potencial paisajístico y de las peculiaridades regionales relacionadas con la historia de la Tierra, en donde también encontramos a comunidades humanas vivas o extintas que han dejado un legado cultural. Por otro lado, y de acuerdo con la National Geographic Society (NGS) (Brilha, 2005), el Geoturismo procura minimizar el impacto cultural y ambiental sobre las comunidades que reciben flujos turísticos importantes, inserto en un concepto mayor de turismo sustentable.

Geoparque

Según una definición realizada por UNESCO en el 2008, los geoparques son territorios con límites bien definidos y una superficie apropiada para permitir un verdadero desarrollo socio-económico. Debe abarcar un determinado número de sitios geológicos de importancia científica, rareza y belleza, que sean representativos de una región y de su historia geológica. El atractivo de estos sitios no debe ser sólo geológico, sino también ecológico, arqueológico, histórico, cultural o paisajístico. Así, los geoparques deben

estimular el desenvolvimiento socio-económico de una región, de una forma cultural y ambientalmente sustentable, la que mejora las condiciones de vida y se valora la cultura local.

Geotopos

Son considerados todos aquellos geositos aprovechables.

Holoestratotipo

El Estratotipo originalmente designado por el autor en el momento de establecer a una unidad o límite estratigráfico (Villafranca, 1978).

Paraestratotipo

Un Estratotipo suplementario, usado en la definición original por el autor original (sic) para ayudar en la elucidación del holoestratotipo. En consecuencia, éstos dos son tipos primarios originalmente designados (Villafranca, 1978).

Lectoestratotipo

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

Neoestratotipo

Un nuevo estratotipo que ha sido seleccionado para reemplazar a uno antiguo que ha sido destruido o nulificado (Villafranca, 1978).

Hipoestratotipo

Un estratotipo designado para extender el conocimiento de la unidad o límite estratigráfico de un estratotipo a otras áreas geográficas o a otras facies. Siempre está subordinado el holoestratotipo. Tanto éste como el Neoestratotipo pueden ubicarse fuera del área tipo, no así en los tres primeros (Villafranca, 1978).

Georecurso

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 en consecuencia, de promover el desarrollo de las áreas rurales (Valderrama et al., 2013).
- Territorio que presenta un elevado valor en relación con alguna de las disciplinas de la geología y que ha sido elegido a partir de la metodología propia del estudio del patrimonio geológico (Carcavilla et al., 2008).

CAPÍTULO I. LOCALIZACIÓN, RASGOS FÍSICO-GEOGRÁFICOS Y GEOLÓGICOS DE LA REGIÓN DE ESTUDIO

1.1 Introducción

En el presente capítulo se describen los principales rasgos geomorfológicos, climáticos, hidrogeológicos y geológicos del sector analizado, así como también características de la vegetación lo cual permitirá tener una panorámica general acerca del marco teórico de la investigación y del área de estudio para así facilitar la evaluación de los geositos seleccionados.

1.2 Características físico-geográficas del área de estudio

La provincia de la Habana está situada en el Occidente de Cuba, en el litoral norte, entre los 22 grados de latitud norte y los 82 grados de longitud oeste. Limita al norte con el estrecho de la Florida, al este y al sur con la Provincia de Mayabeque y al oeste con la Provincia de Artemisa. Su territorio está ocupado por la llanura y las alturas de La Habana-Matanzas. Las costas ocupan todo el límite norte, próxima al centro se localiza la bahía de La Habana y al este se encuentran varias playas de gran belleza. Esta es la provincia más pequeña del país y la más poblada, con alrededor del 20 % de la población. Tiene una extensión superficial de 723,92 km² donde habitan 2 130 431 personas al cierre del 31 de diciembre de 2011, con una densidad de población de 2942,91 hab/km². La totalidad de su población es urbana. La Provincia de La Habana se compone a partir de 1976 de quince municipios, Arroyo Naranjo, Boyeros, Centro Habana, Cerro, Cotorro, Diez de Octubre, Guanabacoa, La Habana del Este, La Habana Vieja, La Lisa, Marianao, Playa, Plaza de la Revolución, Regla y San Miguel del Padrón (Figura 1).



Figura 1. Mapa de Ubicación geográfica del área de estudio.

1.3 Clima de la región

La Habana, como la mayor parte de Cuba posee un clima tropical que es templado debido a la posición de la isla dentro del cinturón de los vientos alisios y por las cálidas corrientes marinas. Bajo la clasificación climática de Köppen La Habana tiene un clima de sabana tropical que limita estrechamente con un clima tropical monzónico. Sin embargo, recibe una mínima influencia continental en invierno, lo que hace que las temperaturas sean relativamente más frescas en estos meses. El récord de temperatura mínima registrada es de 4 °C y se dio en enero de 2010 en el área del Aeropuerto Internacional José Martí. La temperatura más alta registrada en la ciudad fue de 38.2 °C en septiembre de 2015. Debido a la corriente del Golfo existe una gran influencia oceánica que se acentúa en las costas del occidente cubano. Las precipitaciones son abundantes en octubre y septiembre y bastante escasas entre marzo y mayo. Los huracanes que azotan la isla, en ocasiones han impactado la ciudad o sus alrededores provocan daños considerables. Debido a su situación climatológica se puede viajar a La Habana durante todo el año; en verano y en fiestas decembrinas mayormente por ciudadanos de otras provincias del país, mientras que en invierno y primavera por turistas extranjeros. En verano, la temperatura puede llegar a

ser en extremo calurosa por las tardes sobre todo en las zonas suburbanas, ya que en el centro la brisa marina refresca.

1.5 Relieve

El relieve de la ciudad es mayoritariamente llano, aunque predominan algunas elevaciones, las cuales integran el llamado sistema de Alturas de La Habana Matanzas, mientras que sus costas son generalmente acantiladas. Estas se inician en el peñasco del Morro y la Loma de La Cabaña, y continúan a la Sierra Cojímar (lomas de Urría y San Pedro, donde se asientan los núcleos urbanos de Cojímar y Alamar), de ahí avanzan a la Sierra de Bacuranao y la Sierra de Sibarimar para concluir en Peñas Altas. Al sur, la provincia limita con el grupo de las Alturas Bejucal-Madruga-Coliseo (Loma del Cacahual y las llamadas Tetas de Managua, estas últimas con 220 metros sobre el nivel del mar). Existen otras elevaciones aisladas en el área urbanizada de la provincia que alcanzan alguna altura, tales como los diversos puntos citadinos: el Cerro de Peña Pobre o la loma del Ángel y la de Atarés (La Habana Vieja), el reparto Kolhy (en el municipio Playa), las Alturas del Vedado (Nuevo Vedado), la Loma de los Catalanes, la de Aróstegui o del Príncipe, la de la Pirotecnia o Colina Universitaria, la loma de la Tanganana y la del Carmelo, en Plaza de la Revolución, la Loma del Cerro, la Loma del Burro, la Loma de Chaple (en el municipio de Diez de Octubre), El Calvario (Arroyo Naranjo), la Loma de los Zapotes, en Jacomino (San Miguel del Padrón), la Colina Lenin o Loma del Fortín y la Loma de Regla. Insertados entre los sistemas orográficos se encuentran fértiles valles intramontanos, como el paisaje natural que podemos observar de la llanura al este de Guanabacoa y sur de Habana del Este.

1.6 Hidrografía

La provincia está surcada por varios ríos, aunque el Almendares es el mayor, con 49,8 kilómetros de extensión y 402 kilómetros cuadrados en su cuenca llamada Almendares–Vento, nace en el municipio de San José de las Lajas, en la vecina provincia de Mayabeque, y atraviesa a ocho territorios de la provincia: Cotorro, Arroyo Naranjo, Diez de Octubre, Boyeros, Cerro, Marianao, Playa y Municipio Plaza de la Revolución. Le siguen en importancia, Quibú, Santa Ana, Jaimanitas, Cojímar, Bacuranao, Tarará, Boca Ciega o Itabo, Guanabo, Peñas Altas, Mordazo, Santoyo, Orengo, y otros de menor

caudal; así como varios arroyos y lagunas. Existen también varios embalses como: el Embalse Ejército Rebelde, con capacidad para 52 millones de metros cúbicos, la presa La Coca (11,8 millones), La Zarza (17,4 millones), Bacuranao (14,6), y otras menores como Paso Sequito. La Bahía de La Habana es una típica bahía de bolsa, cuenta con un canal de entrada y cuatro ensenadas hacia su interior: Atarés, Marimelena, Guasabacoa y Triscornia. Tanto al este de la bahía como al oeste del río Almendares, la provincia cuenta con abundantes y hermosas playas que constituyen unas de sus mayores atracciones turísticas.

1.7 Geología del área de estudio

La zona de estudio se encuentra localizada en la provincia de la Habana, Cuba. 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, 2013 (Figura 2).

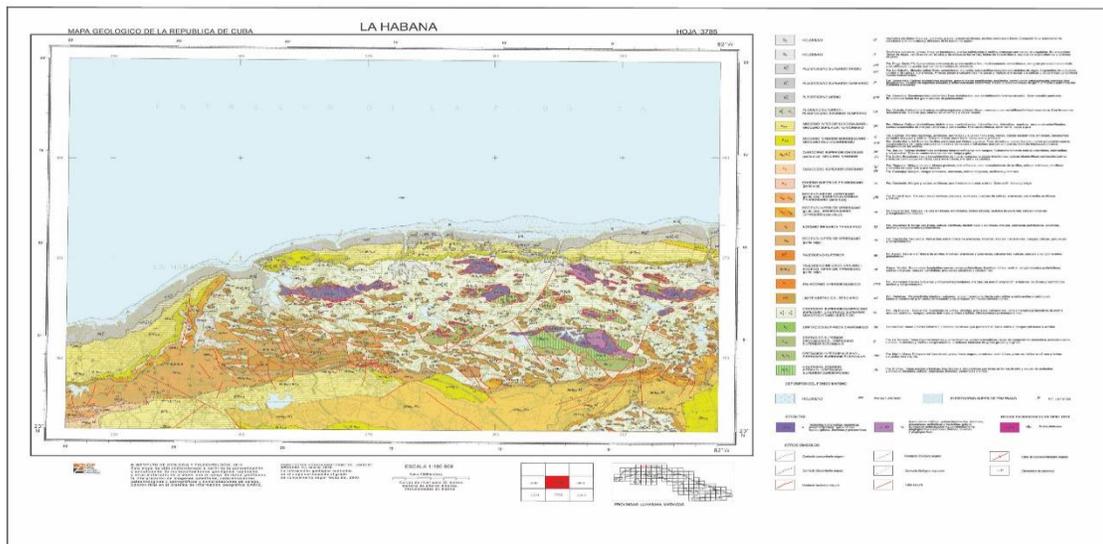


Figura 2. Mapa geológico de La Habana (tomado del Instituto de Geología y Paleontología).

Formación Playa Santa Fe: está compuesta por calcarenitas laminares de grano medio a fino, medianamente consolidadas, con gran porosidad secundaria y estratificación cruzada, que contienen moluscos terrestres y testas de foraminíferos. Por alteración, se desagregan en finas lajas. Colores blanco amarillento-pardusco a gris amarillento. Esta se encuentra distribuida en forma cordones discontinuos de dunas alineadas paralelamente y

a cierta distancia de la costa entre la urbanización de Santa Fe y entre los ríos Tarará y Guanabo, La Habana.

Formación La Cabaña: está compuesta por Biocalciruditas finas de matriz calcarenítica margosa, por lo general muy cementadas, formadas principalmente por nódulos de algas y fragmentos de moluscos y corales, ocasionalmente de calizas biohémicas. Pueden llegar a desagregarse, lo que da lugar a un material calcáreo untuoso, pulverulento, con el aspecto de la creta. Las calciruditas pasan, a veces, a calcarenitas margosas y margas arenáceas; así como a calizas y calcarenitas conchíferas, menos consolidadas, y con un débil rellenamiento de las cámaras de las conchas. El cemento y la matriz son de contacto o de relleno. Comprende también biocalcarenitas laminares de estratificación lenticular y cruzada, con intercalaciones de gravelitas polimícticas (principalmente volcanitas), cuyo material clástico, bien redondeado, se encuentra de igual modo dentro de las calcarenitas. Coloración blanca, gris-blancuzca y amarillenta.

Formación Jaimanitas: está compuesto por calizas biodetríticas masivas, generalmente carsificadas, muy fosilíferas, con contenido principalmente de conchas bien preservadas, corales de especies actuales y, ocasionalmente, biohermos. Los bolsones cársicos se encuentran en ocasiones rellenos por una fina mezcla carbonático-arcillosa-ferruginosa, de color rojo ladrillo. Pasan a bio-calcarenitas, de granulometría y estratificación variables o masivas. En mayor o menor cantidad, contienen fragmentos de sedimentos terrígenos, que incluyen calizas preexistentes. Es frecuente encontrar variaciones lito-faciales y bio-faciales. En general, la cementación es variable y en su superficie presenta un casquete recristalizado de evaporita y caliche combinados, de 1 m a 2 m de espesor, por debajo del cual, en ocasiones, la roca aparece desintegrada, convertida en un material terroso. La coloración predominante es blancuzca, rosácea o amarillenta. Esta se encuentra distribuida por una faja casi continua que bordea la costa cubana, gran parte de los cayos adyacentes y la Isla de la Juventud. Compone prácticamente todo el zócalo rocoso de la plataforma marina insular.

Formación Guanabo: se desarrolla en forma de franja discontinua, con carácter muy local, entre los ríos Tarará y Guanabo, y entre el río Santa Ana y la urbanización de la playa de Santa Fe, en la provincia de La Habana. Está compuesto por bio-calcarenitas finas bio-turbadas, con estratificación laminar cruzada (eolianitas), que se desagregan en

lajas por efecto de la meteorización. El corte puede aparecer interrumpido hasta por dos generaciones de paleosuelos. Color amarillo pardusco.

Formación Vedado: se desarrolla en forma de franja estrecha y discontinua, en la costa N de las provincias de Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas y Península de Guanahacabibes, así como en la costa S de las provincias de Matanzas, Cienfuegos y Sancti Spíritus. La litología está representada por calizas biohémicas coralino-algáceas y biodetríticas, masivas o con estratificación local poco clara, duras, a veces aporcelanadas, en parte porosas y cavernosas, recristalizadas, que contienen corales en posición de crecimiento o sus fragmentos, con frecuencia dolomitizadas. Su matriz puede ser micrítica o micrito-arenítica. Contienen, por lo general, numerosas impresiones tubulares del coral *Acropora prolifera*. Contienen rellenos de un material rojizo carbonático-arcilloso con goethita. Puede contener lentes de calcarenitas. Colores blancos, amarillento y a veces rosado.

Formación Güines: se desarrolla en las provincias de Pinar del Río, La Habana, Artemisa, Mayabeque, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila. La litología está compuesta por calizas biodetríticas de grano fino a medio, fosilíferas, calizas biohémicas, calizas dolomíticas, dolomitas, calizas micríticas sacaroidales y lentes ocasionales de margas calcáreas y calcarenitas. La dolomitización es secundaria. Por lo general, son masivas y, más raramente, estratificadas. Coloración blanca, amarillenta, crema o gris.

Formación Cojímar: se desarrolla en las provincias Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas y Pinar del Río. Está compuesta litológicamente por margas calcáreas, arcillosas, que transicionan hasta margas arenáceas y a veces nodulares, de colores gris a crema oscuro, o amarillo blancuzco. Calizas biodetríticas arcillosas de grano fino a medio, calcarenitas de matriz margosa y arcillas. En las margas, principalmente, se encuentran restos de moluscos, peces, equinodermos y varios tipos de microfósiles.

Santa María del Rosario: se desarrolla localmente en los municipios de Arroyo Naranjo y Cotorro, de la provincia La Habana y en el municipio San José de las Lajas, provincia de Mayabeque. Litológicamente está compuesta por arcillas calcáreas que contienen conchas de ostreas; gravas finas de calizas, vulcanitas y, en menor proporción, de cuarzo,

conglomerados de calizas y, más subordinadamente, vulcanitas de matriz margosa, tubos de *Kuphus incrassatus* y margas con gravas de parecida composición. Colores: blancuzco y crema; en las arcillas, abigarrado.

Formación Jaruco: se desarrolla en forma de parches irregulares en la parte norte y central de la provincia de Mayabeque en la occidental de la provincia de Matanzas. Está compuesta por calizas biotriticas arcillosas frecuentemente con grandes lepidocyclinas, interestratificadas con margas. Subordinadamente se observan calizas arrecifales, calciruditas y calcarenitas. Predominan los colores blanco, crema y gris. Puede ser observado un conglomerado basal al oeste de Punta Negro, en la bahía de Orozco, provincia de Pinar del Río, cuyos clastos redondeados y subangulosos se componen de tobas, lavas, calizas y areniscas procedentes de formaciones cretácicas.

Formación Colón: se desarrolla en las provincias de Cienfuegos, La Habana, Mayabeque, Artemisa y Matanzas. En cuanto a su litología se pueden distinguir cuatro facies: I. Biocalcarenitas y biocalciruditas finas de matriz margosa con lepidocyclinas y heterosteginas, calciruditas finas de matriz micrítica y brechas bioclásticas, formadas principalmente por fragmentos de corales.

Formación Tinguaro: se extiende entre las áreas del central azucarero Sergio González y del pueblo San José de los Ramos, provincia de Matanzas; al N y S de los pueblos de Aguada de Pasajeros y Rodas, provincia de Cienfuegos, así como en las regiones de Caraballo y Santa Cruz del Norte, provincia de Mayabeque. Está constituida predominantemente por margas de color blanco grisáceo, estratificadas, con intercalaciones de arcillas, calizas arcillosas, que en ocasiones pueden ser algo detríticas, y limolitas de color gris a gris verdosa. Estas intercalaciones se presentan de forma masiva, o con una estratificación gruesa.

Formación Guanajay: se extiende en forma de franja alargada, desde el E del poblado de Cayajabos hasta la presa Niña Bonita, provincias Artemisa y La Habana. Está constituida, en general, por una intercalación de margas arenosas biogénicas, calizas arcillosas y, en menor grado, areniscas, conglomerados polimícticos y limonitas de color claro. En ocasiones, esta unidad presenta un aspecto olitostromico, ya que aparece una matriz de margas blancas, masivas y de grano fino, que engloba fragmentos de silicitas,

calizas brechosas, rocas vulcanógenas, y bloques de areniscas arcillosas de hasta un metro de diámetro. Se ha observado que en los pozos existe un amplio predominio de las margas hacia las partes superiores.

Formación Consuelo: se desarrolla en forma de faja alargada y discontinua, desde el N de la Sierra Anafe hasta el E del pueblo de Punta Brava, provincias Artemisa y La Habana, en las márgenes del río Almendares, provincia La Habana, y entre Puerto Escondido y Bacunayagua, provincias Mayabeque y Matanzas. Está compuesto por calizas biogénicas de color blanco y crema, calizas micríticas de igual coloración y margas masivas deleznales de color blanco crema.

Formación Punta Brava: se desarrolla en forma de franja alargada desde Cuatro Caminos de Quintana, al N de la Sierra Esperón, hasta 1 km al E del poblado de Punta Brava, provincias de Artemisa y La Habana. La litología está representada por calizas microcristalinas, cretosas, arcillosas, medianamente estratificadas, de color blanco y blanco amarillento, que transicionan a brechas de calizas, areniscas, calcarenitas, más o menos arcillosas, e intercalaciones de arcillas, de color crema y beige amarillento. Escasas capas, muy finas, de lutitas.

Grupo Universidad: se desarrolla al S de la cordillera de Guaniguanico, provincia de Pinar del Río; en las regiones de Cabañas, Mariel, provincia de Artemisa, al E de la playa de Jibacoa, provincia Mayabeque; en los barrios de Marianao y Vedado, en provincia La Habana; el Valle de Yumurí, W de la localidad Chirino y en el tejero Santa Isabel, provincia de Matanzas. La litología está representada por Margas, calizas arcillosas, lutitas silíceas, nódulos de pedernal, calizas arcillosas silicificadas, calizas biógenas. En algunos de sus cortes presentan conglomerados basales de fragmentos pequeños, de matriz areno-arcillosa-polimíctica.

Formación Siguaney: sus depósitos afloran en forma de franja estrecha y discontinua entre los ríos Zaza y Jatibonico del Sur, en la región entre el pueblo de Zaza del Medio y la presa Lebrije, provincia de Sancti Spíritus. Hay alternancia de brechas calcáreas, brecha-conglomerados, calizas detríticas-fragmentarias, calizas microgranulares arcillosas, biodetríticas, margas areniscas polimícticas fuertemente calcáreas, arcillas y

conglomerados polimícticos. Con frecuencia, las brechas son monogénicas, compuestas por fragmentos de calizas organógenas compactas, de color blanco cremoso. Por lo general, las calizas fragmentarias son de color crema-blancuzco, con clara estratificación gradacional. Estas calizas pasan regularmente a brechas calcáreas. Las calizas detrítico-fragmentarias, microgranulares y arcillosas, generalmente son de una tonalidad grisblanca, muy compactas, duras, estratificadas y aporcelanadas. Las margas son blancas, de textura masiva y con meteorización esferoidal.

Formación Capdevila: sus depósitos tienen un buen desarrollo en las provincias de Pinar del Río, Artemisa y La Habana. La litología está representada por secuencia rítmica bien estratificada, compuesta fundamentalmente por areniscas, limolitas, arcillas, gravelitas, calcarenitas, margas, grauvas y conglomerados. Brönnimann y Rigassi, definieron en 1963 cuatro unidades litológicas, que se describen a continuación:

Unidad I. Areniscas y limolitas grauváquicas, argilitas limosas y margas. Intercalaciones de radiolaritas cocolíticas y limolitas calcáreas con condritos. Color amarillo claro a pardo (marrón). Capas bien estratificadas con gradación y ritmicidad.

Unidad II. Areniscas, limolitas grauváquicas, argilita limosa, microconglomerados. Color pardo-amarillo a naranja-pardusco. Presentan estratificación gradacional y ritmicidad.

Unidad III. Grauvas arenosas y conglomerados con bloques y clastos. Color naranja-pardo a marrón. Estratificación gradacional y rítmica.

Unidad IV. Margas, lutitas cretosas y limolitas de color blanco, amarillo a naranja hasta pardo. Estratificación rítmica y gradacional.

Formación Apolo: limitada por las barriadas meridionales del área metropolitana de la ciudad de La Habana y al NW del pueblo de Jaruco, en las provincias La Habana y Mayabeque. Está representada por secuencia rítmica de estratos finos a laminares compuesta por arcillas, limolitas, areniscas y grauvas, con intercalaciones variables de calcarenitas de grano fino a medio, con elementos volcánicos raros y margas nodulares. Las arcillas y limolitas son de color pardo oscuro a rojizo; las grauvas pueden ser desde parduscas a grisáceas; las calcarenitas y margas son de tonalidad blanco-amarillenta a ocre. Muchos de los componentes de las grauvas y calcarenitas se derivan de calizas neríticas y rocas ígneas del Cretácico Superior. Es común encontrar en estos depósitos microfósiles redepositados del Maastrichtiano. El neoestratotipo se compone en su base,

por calcarenitas de color crema-rosáceo y por brecha-conglomerados. Encima se observa un flysh terrígeno, de 4 a 5 m de potencia, compuesto por lutitas, con intercalaciones finas de limolitas, margas, calizas. También por areniscas, en menor proporción.

Grupo Mariel: tiene un buen desarrollo en las provincias de Pinar del Río, Artemisa y La Habana. Está constituido por secuencias flyschoides, principalmente terrígenas. Las rocas de mayor ocurrencia son las areniscas polimícticas, conglomerados, lutitas, limolitas, limolitas margosas, margas, calizas biógenas y calcarenitas. El material clástico es muy abundante, poligénico y variable, como resultado de la amplia distribución de estos depósitos, que propició la existencia de diferentes fuentes de aporte y de importantes eventos tectónicos ocurridos durante la sedimentación. Contiene clastos de diferentes rocas ígneas efusivas y plutónicas, porfiritas andesito-basálticas, también tobas, algunas metamorfitas, serpentinitas y esquistos negros de la Fm. Arroyo Cangre, plagioclasas, cuarzo, fragmentos de calizas grises de la Fm. Artemisa, de calizas con rudistas de la Fm. Los Negros y areniscas de la Fm. San Cayetano.

Formación Mercedes: se desarrolla en las provincias de Mayabeque, Matanzas y Pinar del Río. Según Furrázola-Bermúdez, 1985, se distinguen cuatro paquetes litológicos, de abajo hacia arriba:

- Intercalaciones de calizas arenosas, margas arenosas, arcillas y capas de conglomerados con clastos de calizas y areniscas y, en menor cantidad, de rocas vulcanógenos alteradas.
- Calizas de grano fino con intercalaciones finas de arcillas y margas.
- Capas margosas y arcillosas, que tienen intercalaciones de areniscas y gravelitas calcáreas y algunas capas de conglomerados.
- Capas de calcarenitas y gravelitas con intercalaciones pequeñas de margas y arcillas.

Formación Peñalver: se desarrolla en las provincias de Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas y Pinar del Río. Su litología está representada por secuencia clástico-calcárea, que varía desde gravelitas de grano grueso (parte baja) hasta calcilutitas de grano muy fino (parte alta). El material clástico es en gran parte carbonatado y organógeno y, en menor cantidad, ígneo. En la parte media del corte de esta unidad, en las capas de calcarenitas, en algunas localidades, se encuentran incluidos fragmentos orientados de

material carbonoso. Estas inclusiones son bien apreciables en la cantera La Arenera, ubicada a unos 2 km al S del poblado de Santa Ana, provincia de Matanzas. En este corte se puede observar claramente su yacencia discordante sobre la Fm. Vía Blanca.

Formación Vía Blanca: se desarrolla en las provincias de Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas y Villa Clara. En general, se trata de una secuencia flyschoides constituida por argilitas, limolitas y areniscas, de composición grauváquica, de color rojizo-verdoso y pardusco, con intercalaciones finas de margas blancas. Aparecen capas de conglomerados polimícticos en diferentes niveles, con matriz arenosa y arcillo-arenosa, calizas detríticas, arcillas y tufitas. Contiene paquetes olistostrómicos, difíciles de cartografiar.

Formación La Trampa: se desarrolla en las provincias de La Habana y Mayabeque. Está compuesta por Tobas y lavas de composición dacítica, andesítica y riolítica, conglomerados, gravelitas tobáceas y lutitas tobáceas.

Formación Martín Mesa: se desarrolla al NE del pueblo de Guanajay, provincia de Artemisa, y en los alrededores de Santa María del Rosario, provincia de La Habana. Está compuesto por calizas criptocristalinas de color gris a pardo, areniscas, argilitas, pizarras y lentes de pedernales negros.

Formación Chirino: se desarrolla en las regiones de Martín Mesa, en la provincia Artemisa; la de Campo Florido, en la provincia La Habana; y Valle de Yumurí, Cidra, San Miguel de los Baños, Coliseo, Carlos Rojas y Angelita, en la provincia Matanzas. Está representada por Tobas medias y básicas, litoclásticas a vitroclásticas, con lavas en forma de sills y diques de andesitas y andesito-basaltos, calizas, areniscas, limolitas, pedernales y tufitas. Estos depósitos están muy tectonizados y se presentan en forma de escamas tectónicas independientes, o incluidos dentro de las serpentinitas.

1.8 Flora y fauna

Por su cercanía al Trópico de Cáncer, las temperaturas son agradables todo el año. La vegetación es abundante, destacándose el anillo verde de la ciudad del que forman parte el Gran Parque Metropolitano de La Habana, en la cuenca del Almendares, y que abarca áreas de cuatro municipios: Playa, Plaza de la Revolución, Cerro y Marianao. Dentro de este parque se destacan el Bosque de La Habana, el Parque Forestal, el Parque

Almendares, y la presa El Husillo. El Parque Zoológico Nacional, el Parque Lenin, Expocuba y el Jardín Botánico Nacional, forman parte del acordonamiento forestal de la ciudad. Hay zonas de un paisaje natural impresionante como la ribera del curso superior del río Cojímar, la Laguna de Itabo, Rincón de Guanabo y la zona de la Coca. Varios municipios periféricos se caracterizan por su verdor: La Habana del Este, Guanabacoa, Cotorro, San Miguel del Padrón, Arroyo Naranjo, Boyeros, Plaza de la Revolución, La Lisa, Marianao y Playa. Esa característica ha hecho que La Habana se considere una “Ciudad Jardín”. Esta región del país cuenta con varias especies endémicas de plantas. La fauna está conformada por aves, reptiles y mamíferos; además de otros traídos por el hombre como ganado mayor y menor, aves de crianza, caninos y felinos domésticos, y otros. Dentro del patrimonio histórico-cultural se reconocen hoy treinta y ocho monumentos nacionales, seis monumentos locales y once zonas de protección, entre el patrimonio construido y el natural.

1.9 Desarrollo económico

El desarrollo económico de la Habana se debió, en gran medida, a su ubicación geográfica, que la convirtió en uno de los principales nodos comerciales del Nuevo Mundo. Desde el inicio, la ciudad encontró una fuente de enriquecimiento en la industria azucarera y la trata de esclavos, y posteriormente Cuba logró su independencia, se transformó en un famoso destino vacacional. A pesar de los esfuerzos que el gobierno revolucionario ha dedicado a llevar la producción industrial a todos los rincones de la isla, la Habana constituye centro de una gran parte de la producción nacional industrial. La tradicional industria azucarera, que durante tres siglos sustentó la economía isleña está distribuida en otras localidades. Pero es en la Habana donde están concentradas muchas de las instalaciones de la industria ligera, envasadoras de productos cárnicos e industrias químicas y farmacéuticas además del desarrollo científico. Otras importantes industrias situadas en la Habana son las plantas de elaboración de alimentos, los astilleros, plantas de ensamblaje de vehículos, productoras de bebidas alcohólicas (especialmente el ron), industrias textiles y de productos del tabaco, especialmente de los famosos Habanos, un producto de renombre internacional. Aunque los puertos de Cienfuegos y Matanzas se han desarrollado bajo el gobierno revolucionario, la Habana continúa tiene el puerto principal de Cuba: 50 % de las importaciones y exportaciones pasan por la ciudad. Este puerto además sustenta una

industria pesquera considerable. A raíz del colapso de la Unión Soviética en 1991 y la intensificación del Bloqueo estadounidense contra Cuba, la Habana y el resto del país experimentaron su peor crisis económica desde el triunfo de la revolución en 1959. A la estrategia para enfrentar esta crisis y proteger a la población se le denominó oficialmente el Período Especial en Tiempo de Paz. Esta ciudad, con una población de unos 2,5 millones de habitantes (alrededor de un quinto de la población total del país), es la ciudad más grande del Caribe. A partir de la caída de la Unión Soviética, Cuba nuevamente reanimó la industria del turismo, que es actualmente la principal fuente económica de la Habana y de toda Cuba. Además, en la década de 1980 se construyó en el oeste de la ciudad un Polo Científico con instituciones del sector de la Biotecnología, que con un alto valor agregado exportan productos tales como medicamentos, equipos y vacunas, que compiten con homólogos de los países más desarrollados en este sector.

CAPITULO II. METODOLOGIA Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

2.1 Introducción

En el presente capítulo se describe la metodología aplicada en la investigación realizada para la evaluación de geositos de la provincia la Habana hacia la conservación del patrimonio geológico la cual parte de la recopilación bibliográfica a partir de la búsqueda de información y datos ejecutados en el área de estudio. Luego se procedió con la etapa de campo en la cual se realizaron campañas de campo por especialistas del Instituto de Geología y Paleontología (IGP) y finalmente se procesa toda la información obtenida en las dos etapas iniciales en la cual se alcanzan los resultados de la investigación (Figura 3).

La investigación se realizó en tres etapas, distribuidas de la manera siguiente:

- Etapa I. Etapa de búsqueda bibliográfica
- Etapa II. Etapa de trabajo de campo.
- Etapa III. Etapa de gabinete.

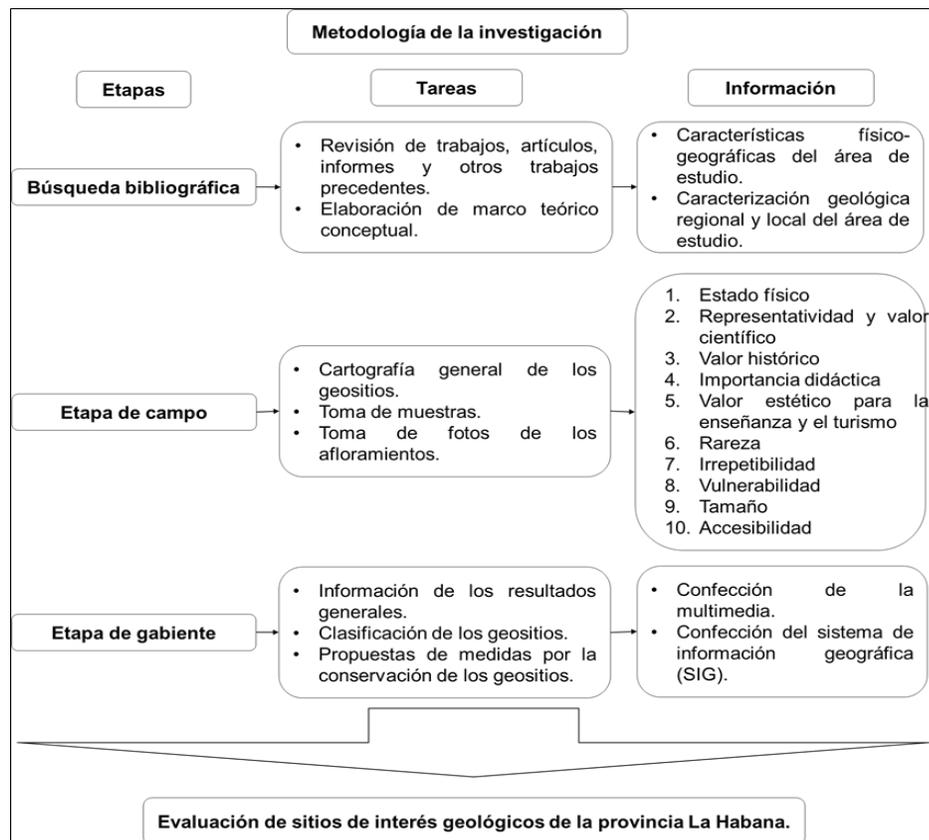


Figura 3. Flujograma de la investigación.

2.2 Etapa de búsqueda bibliográfica

Una vez determinada el área de estudio se realizó la búsqueda, selección y revisión bibliográfica. Para realizar la revisión bibliográfica referente al tema se consultó en el centro de investigación del Instituto de Geología y paleontología de Cuba, la Universidad de Moa, los artículos científicos, trabajos de diplomas, revistas, libros y otros documentos relacionados con la temática abordada. Con la utilización de la información suministrada por el fondo geológico y sitios web de INTERNET especializados en el tema, se procede a elaborar el marco teórico conceptual y el diseño de la investigación, se define el problema a resolver y la metodología a emplear para solucionarlo, conformada por una integración de dos métodos.

Primero, el criterio de expertos; para la identificación de los geositos y segundo; la valoración a través de una serie de parámetros; para la evaluación de dichos sitios.

Se consideran como herencia geológica cubana:

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

Antecedentes de la investigación

En la provincia de la Habana se han desarrollado varias investigaciones con el objetivo de la búsqueda de hidrocarburos, materiales para la construcción y conocer la constitución geológica de la provincia (Rey et al., 2014; (orales González et al., 2019; Clemente et al., 2019; Rivas et al., 2020) pero se ha investigado poco desde el punto de vista que presenta esta ciudad para potencial patrimonio geológico.

Se realizó un trabajo con el objetivo fundamental de crear un catálogo de geositios (sitios de interés geológico) dentro de los márgenes del primer Geoparque chileno. Este proceso se llevó a cabo mediante la aplicación de una metodología de evaluación y clasificación ajustable al territorio propuesto, a partir de los lineamientos planteados por la Red Global de Geoparques de UNESCO. Estos geositios fueron elegidos no sólo por su interés geológico, sino que también por su potencial educativo, su accesibilidad, importancia cultural y belleza paisajística (Martínez Escobar, 2010).

Durante las últimas dos décadas, y particularmente en el presente siglo, las redes internacionales sobre estos temas se han incrementado notablemente, lo que ha favorecido su reconocimiento por parte de los organismos internacionales que regulan su funcionamiento. Si bien en diversos países del mundo estas estrategias han probado su efectividad, en México su desarrollo es aún incipiente. La contribución de estas estrategias al desarrollo local se lleva a cabo principalmente a partir de actividades como el Geoturismo, cuyo impacto en diversos casos reportados es sobresaliente (Prieto, 2013).

Se desarrolló Geoespeleología y georuta subterránea de la Caverna del Nitro (Zapatoca, Santander) en el que se hizo un reconocimiento exokárstico donde se caracterizan los tipos de lapiazes presentes en el exterior de la cavidad y en la entrada de la misma. Se determinó que, pese a su continua afectación antropogénica, la cavidad guarda intereses científicos importantes, debido a sus condiciones activas del karst y a su extensión (Zafra Otero et al., 2018)

Carmen Vanessa Franco desarrolló Geoparque: Identificación de geositios y planta turística para el desarrollo del turismo en la reserva paisajística de la subcuenca de Cotahuasi, Arequipa 2017, determinó que la relevancia local es más importante que la regional, nacional e internacional (Franco, 2018).

En Cuba, desde 2006 se desarrolla un proyecto de investigación que pretende rescatar, para su preservación, en primer lugar, las localidades tipo de las formaciones geológicas 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, paisajístico, cultural, turístico y recreativo. Para

catalogar los geositos objetivamente fue necesario elaborar una metodología basada en la utilización de 10 parámetros ponderados que permitieron categorizar cada lugar.

En este marco, específicamente en la región oriental del país, se han desarrollado investigaciones por parte del IGP y la Universidad de Moa que contribuyen al desarrollo de la labor de geoconservación que se lleva a cabo en nuestro país.

En áreas de la provincia Camagüey, Pérez et al., 2007 presentó las principales localidades de interés geológico y paleontológico. Mapa de micro y macrolocalización, fotos y gráficos, así como propuestas de medidas de conservación y protección.

Se desarrolló el trabajo Estratotipos que constituyen patrimonio geológico en la provincia de Villa Clara, se evaluaron e incluyeron por su importancia dentro del Patrimonio Geológico de la provincia de Villa Clara 34 unidades litoestratigráficas reconocidas en el Léxico Estratigráfico de Cuba y 3 unidades informales. De los geositos con mejor evaluación los holoestratotipos de las formaciones Santa Clara y Santa Teresa fueron propuestos como Patrimonio Nacional y la localidad de la formación Mata como Patrimonio Local, 7 localidades fueron recomendadas para incluir en rutas del geoturismo y se sugirió la inclusión de las formaciones Provincial y Trocha en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Vento et al., 2013)

Se desarrolló la Evaluación de los sitios de interés geológicos más importantes de los municipios Sagua de Tánamo y Moa, Holguín, donde se identificaron 18 geositos, de los cuales 2 fueron propuestos como Monumento Local y 2 como Monumento Nacional. De igual forma se propusieron medidas para su conservación (Wright Castellanos, 2016).

Se realizó la Evaluación y diagnóstico de geositos 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. El autor propone medidas eficientes para la conservación de los geositos (Martínez Corpas, 2017).

Se ejecutó la Evaluación y diagnóstico de geositos en los municipios del este de la provincia de Holguín, identificó 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. De igual forma se propusieron medidas para su conservación (Pereira Romero, 2017)

Se realizó la caracterización de geositos para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio Baracoa, evaluó 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 (Gamboa, 2017).

Se llevó a cabo la realización la caracterización de geositos para la protección y preservación del patrimonio geológico en la ruta de Baracoa-Puriales de Caujerí, identificó 26 sitios de interés geológico, de los cuales 5 se propusieron como patrimonio nacional y 14 como monumento local. Se propusieron medidas para la conservación (Francisco, 2018).

Se desarrolló la evaluación y diagnóstico de nuevos geositos en los municipios de Sagua de Tánamo y Frank País, de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico se identificaron 18 sitios de interés geológico, 14 en el municipio de Sagua de Tánamo y 4 en el municipio Frank País. Dos fueron propuestos como áreas protegidas de significación nacional, 4 como áreas protegidas de significación local y el resto debe recibir atención por autoridades locales. Se proponen medidas para su conservación (Sera Ramos, 2018).

Se desarrolló la evaluación de los sitios de interés geológico en el sector Ramón de las Yaguas, Santiago de Cuba, identificó 20 sitios de interés geológico en el cual se propone como área protegida de significación Nacional a Los Basaltos en Almohadillas del camino de Campo Rico y como área protegida de significación Local a las Areniscas tobáceas del camino de Montecil Areniscas tobáceas Oscuras Emilia II y Calizas Estratificadas Campo Rico III. Se proponen medidas para su conservación (Poulot, 2018).

Abreu Fernández, 2019 realizó una investigación titulada evaluación de geositos del Arco Volcánico del Paleógeno, Santiago de Cuba. Se describieron 14 puntos, estos fueron cuidadosamente geo-referenciados en el campo para su correcta ubicación y agrupados en

itinerarios para facilitar el acceso a ellos. De los 14 sitios de interés geológico, 2 fueron propuestos de importancia nacional debido a sus potencialidades paisajísticas y 12 de significación regional y/o local. Se propusieron medidas de conservación.

Valdés Mariño et al., 2019 desarrollaron una investigación titulada evaluación de los geositos en el municipio Imías, para la protección y conservación del patrimonio geológico. Durante el cartografiado se lograron identificar 18 geositos, de los cuales 4 pueden ser catalogados de importancia nacional debido a sus potencialidades paisajísticas e interés científico tales como: la Desembocadura del Río Imías, Calizas biohérticas Villa Imías, Estratificación de conglomerados y Farallón Alto de Jojo.

Pedro, 2020 realizó una evaluación de los sitios de interés geológico en el municipio de San Antonio del Sur, con el objetivo de determinar su estado actual de conservación y proponer medidas que contribuyan a su cuidado y conservación. Durante el cartografiado se lograron identificar 17 geositos, de los cuales 3 pueden ser catalogados de importancia nacional debido a sus potencialidades paisajísticas e interés científico.

Carmenaty, 2020 realizó una investigación titulada caracterización de sitios de interés geológico en el municipio de El Salvador, Guantánamo Como resultado de la investigación se pudo verificar que muchos de los geositos se encuentran expuestos a los agentes erosivos y la acción antrópica del hombre. Durante el trabajo de cartografiado geológico se determinaron 14 puntos de interés, proponiéndose dos Geositos como Monumento Nacional.

2.3 Etapa de campo

La segunda etapa se corresponde con los trabajos de campo, en esta se realizan visitas a los diferentes geositos en campañas de corta duración con el objetivo de evaluarlos, se tomaron fotos de detalles para apoyar las descripciones (Figura 4).

La selección de los geositos se rige por el método de; criterio de expertos, principalmente los vinculados con el Instituto de Geología y Paleontología y la Universidad de Moa, ya que este constituye un referente científico en toda la región oriental la que constituye centro rector en procesos del conocimiento, como la investigación y la enseñanza. Por tal motivo los que se desarrollaron en él, como pedagogos o investigadores, presenta vasta

experiencia y conocimientos sobre la geología de Cuba en específico de la provincia de la Habana. El criterio de los especialistas, apoyado en una revisión bibliográfica de los trabajos precedentes, nos permite efectuar un análisis de las generalidades y características geológicas, geomorfológicas, geoquímicas y petrológicas con el objetivo de realizar una elección preliminar de los contextos geológicos más significativos y centrar la recolección y toma de datos en los sitios que poseen características singulares.

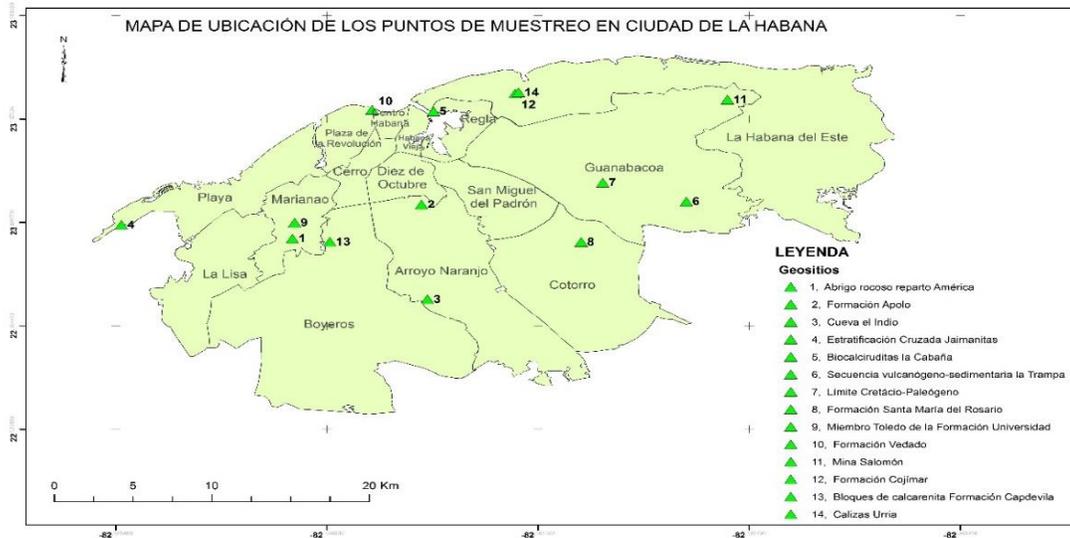


Figura 4. Mapa de ubicación de sitios de interés geológico.

La metodología utilizada fue la establecida por Gutiérrez Domech, 2007 donde se establecen 10 parámetros: 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, por lo cual en la tabla de valores ponderados elaborada, sobre la base de 100 puntos, éstos reciben la mayor puntuación (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los parámetros.

Parámetro	Clasificación	Puntos
Estado físico	Apropiado	3
	Poco apropiado	4
	Inapropiado	5
Representatividad y valor científico	Alto	15
	Medio	10
Valor histórico	Alto	10
	Medio	7
Importancia didáctica	Alto	12
	Medio	8
Valor estético para la enseñanza y el turismo	Alto	10
	Medio	7
Rareza	Notable	12
	Escaso	8
	Común	4
Irrepetibilidad	Irrepetible	12
	Repetible	8
Vulnerabilidad	Muy vulnerable	12
	Vulnerable	8
	Poco vulnerable	2
Tamaño	Grande	2
	Mediano	4
	Pequeño	6
Accesibilidad	Muy accesible	6
	Accesible	5
	Poco accesible	4
	Inaccesible	2

Requisitos para la evaluación de los parámetros propuestos.

1. Estado físico del geositio

Atiende a si se encuentra libre de malezas, residuales sólidos o líquidos o si se encuentra utilizado para un uso no investigativo.

- Apropiado: está libre de malezas residuales o de otras circunstancias que lo altere o perjudique.

- Poco apropiado: está cubierto ligeramente por malezas, está ocupado temporal y ligeramente por residuales o elementos que no causen daño definitivo, o utilizado con objetivos no investigativos.
- Inapropiado: está cubierto fuertemente por malezas o está en un área de cultivo. Está utilizado para verter residuales sólidos o líquidos en/a través del mismo. Está ocupado de forma permanente por alguna edificación.

2. Representatividad y valor científico

- Alta(o): en caso de ser una localidad tipo original, un lectoestratotipo, un neoestratotipo, o un geositio donde han sido descritos holotipos de macro y microfósiles, o han sido halladas grandes poblaciones de dichas especies, por lo cual constituyen lugares verdaderamente representativos de una época geológica determinada, desarrollo geológico específico. También localidades de formas del relieve con características singulares y distintivas.
- Media(o): 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.

3. Valor histórico

- Alto: si está relacionado con el trabajo de los precursores o representa un punto de inflexión en el desarrollo de las geociencias.
- Medio: si solo representa un geositio donde se ha descrito una unidad lito o bioestratigráfica, se ha identificado una especie, género o grupo de fósiles o se ha señalado la existencia de un fenómeno geológico.

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. Valor estético para la enseñanza y el turismo

- Alto: si presenta estructuras, cristalizaciones, dislocaciones etc., espectaculares; 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.

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

- Notable: si el fenómeno o forma que presenta el geositio no se conoce en otro lugar del territorio nacional o de la región o del mundo.
- Escaso: si el hecho geológico que presenta se encuentra raramente en el territorio nacional o fuera del mismo, de acuerdo al nivel de conocimientos del colectivo del proyecto y la literatura disponible.
- Común: si se conocen otros sitios similares en el territorio nacional y fuera del mismo.

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

- Irrepetible: si constituye el único lugar donde se ha descrito la unidad lito o bioestratigráfica, si es la única localidad donde se ha encontrado una especie

determinada o si el o los otros lugares que se conocían han sido dañados o destruidos de forma irrecuperable.

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

8. **Vulnerabilidad** (Este parámetro está relacionado con la situación física del geositio).

- Muy vulnerable: si es un lugar muy expuesto a la acción antrópica y natural y 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** (Se refiere al área que abarca).

- Grande: si abarca más de una hectárea, en área o tiene una longitud mayor de 500 m, en el caso de un área donde se haya descrito una formación geológica. En el caso de la localidad de un holotipo, debe considerarse la totalidad del área.
- Medio: si abarca menos de una hectárea y/o tiene una longitud menor de 500 m y mayor de 100 m.
- Pequeño: si está en el entorno de 100 m de longitud o 100 m² (si es un corte o afloramiento).

10. **Accesibilidad** (Sobre la base de las posibilidades de aproximación)

- Muy accesible: si existe camino para vehículos hasta el geositio
- Accesible: si existen caminos para bestias o personas hasta el geositio
- Poco accesibles: si existen solo veredas o rutas intrincadas hasta el geositio.

- Inaccesibles: si no existen caminos trazados hasta el geositio y hay que abrirlos para que quiera visitarse.

Procedimiento para clasificar los geositios

Una vez aplicada la metodología establecida sobre la base de los 100 puntos se establece la clasificación de los geositios en A, B y C, determinándose previamente que:

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

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

Para la toma de muestras se utilizó una piqueta. Siempre se escogieron las rocas menos afectadas por los procesos geológicos, luego de obtenidos los fragmentos rocosos se procedió a enumerar y marcar la muestra para la cual se utilizó un marcador permanente. El trabajo de campo se utilizó una camioneta (Anexo 1a), cámara digital (Anexo 1 b), GPS (Anexo 1 c), Brújula (Anexo 1 d), Piqueta (Anexo 1 e), libreta de campo (Anexo 1 f), Bolsas de plástico (Anexo 1 g).

2.4 Etapa de gabinete

En esta etapa se realizó el análisis del cúmulo de datos derivados de las etapas anteriores. Para la interpretación de los datos obtenidos en el trabajo de campo; que partió de un análisis cualitativo de la bibliografía consultada, se realizó una ponderación de los parámetros evaluados con lo que se llegó a una categorización de los geositios (Categoría A, B o C), resultado que se tiene en cuenta a la hora de proponer los elementos como

Monumento local, Monumento Nacional, Patrimonio Nacional etc. Independientemente de esta clasificación legal. Se declararon un conjunto de acciones a desarrollar, para contribuir a la protección y conservación del patrimonio natural. Para la realización de los gráficos se utilizó el Microsoft Excel 2010 y para los mapas el ArcGis 10.3. Se realizó el informe final en Microsoft Word 2010 como editor de texto y para el diseño y confección de la presentación de apoyo para la exposición de los datos se utilizó el software Microsoft Power Point 2010.

CAPITULO III: INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 Introducción

Una vez culminada la etapa de campo se da lugar al análisis e interpretación de los resultados obtenidos durante la investigación. El presente capítulo tiene como objetivo mostrar una información más actualizada de los geositos visitados durante los diferentes itinerarios, clasificarlos y con los resultados obtenidos evaluar el estado de conservación y cuidado en que se encuentran actualmente y de esta forma proponer medidas para su conservación.

3.2 Geositos de la provincia de la Habana

En el área de estudio se identificaron 14 puntos que muestran características geológicas favorables para ser declarados como patrimonio geológico a los diferentes niveles. En cada uno de ellos se realizó la evaluación de su estado actual a partir de los parámetros establecidos según la metodología de Gutiérrez.

Punto 1. Abrigo rocoso reparto América

Este geosito ubicado al SSW del área urbana del poblado de Calabazar, municipio Boyeros forma parte de un grupo de formas cársticas de una dolina de corrosión-desplome (de unos 800 m² de superficie), en las coordenadas N 23°03'16.34" y W 82°25'28.67". En el sitio de interés geológico abundan diversos tipos de lapies en sus laderas, que tiene forma irregular y se encuentra ligeramente inclinada hacia el cauce del arroyo Jíbaro, que lo limita por el E, aunque por las características cársticas del lugar solo debe transportar agua en épocas de lluvias intensas. Las formas están excavadas en calizas gruesamente estratificadas a masivas, cristalinas y fosilíferas, pertenecientes a la Formación Güines, del Neógeno. El geositos presenta un estado físico inapropiado; tiene una representatividad y valor científico alto; el valor histórico es alto; la importancia didáctica es alta. El valor estético es alto; en cuanto al criterio rareza esta es común; es repetible en cuanto a la repetitividad; en cuanto a la vulnerabilidad es muy vulnerable. El sitio de interés geológico es grande en cuanto a su tamaño; es accesible en cuanto a la accesibilidad.

El sitio presenta marcado interés, además, por ser la localidad tipo de la jutía fósil *Capromys (Mesocapromys) barbouri* Arredondo, y en el mismo se han reportado también *Cyanolimnas cerverai* Barbour y Peters (Gallinuela de Santo Tomás) que no es una especie fósil, pero se encuentra restringida en la actualidad a la localidad de Santo Tomás, en la Ciénaga de Zapata, así como especies fósiles más comunes, representativas del Cuaternario.

La autora considera que las autoridades locales deben evaluar la posibilidad de establecer este geosítio, con posibilidades de integrarse al desarrollo sostenible de la comunidad, en la forma de un *sendero interpretativo* para el carso, pues presenta numerosas formas típicas y mostrar informaciones sobre la fauna autóctona extinguida, de Cuba (Figura 5).



Figura 5. Borde superior de la dolina del Reparto América, donde se observa lapies y otras formas cársticas.

Punto 2. Formación Apolo

Este geosítio se encuentra en una antigua cantera ubicada en la calle Holguín, del reparto Víbora Park, municipio 10 de octubre, frente a la Empresa de Construcciones del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en las coordenadas N 82°21'03.1 y W 23°04'41.0. Lamentablemente la cantera resulta el paso más corto entre la calle principal del reparto y algunos barrios que se encuentran más al NW, por lo cual el tránsito a través de él es frecuente. También se explota ocasionalmente y peor aún es el hecho de estar convertida en basurero por el vertimiento de residuales sólidos, escombros y basura en general en las excavaciones de la misma y laderas de la pequeña elevación donde se abre el frente de cantera. Su estado físico es poco apropiado; es alta la representatividad y valor científico;

su valor histórico es alto; la importancia didáctica es alto; el valor estético medio. En cuanto a su rareza es común; es repetible en cuanto a la repetitividad; es muy vulnerable en cuanto a su vulnerabilidad; en cuanto a su tamaño es mediano; es muy accesible en cuanto a si accesibilidad.

Esta unidad litoestratigráfica está compuesta por secuencias rítmicas de estratos finos a laminares de arcillas, limonitas, areniscas y grauvacas, con intercalaciones variables de calcarenitas de grano fino a medio y algunos conglomerados polimícticos. Presenta foraminíferos como *Acarinina soldadoensis*, *Chillogüembelina subtriangularis*, *Discocyclina anconensis*, *D. barkeri*, *Globigerina triloculinoides*, radiolarios y otros microfósiles, que la definen como una de las escasas unidades litoestratigráficas del Paleoceno superior en el país (Figura 6).

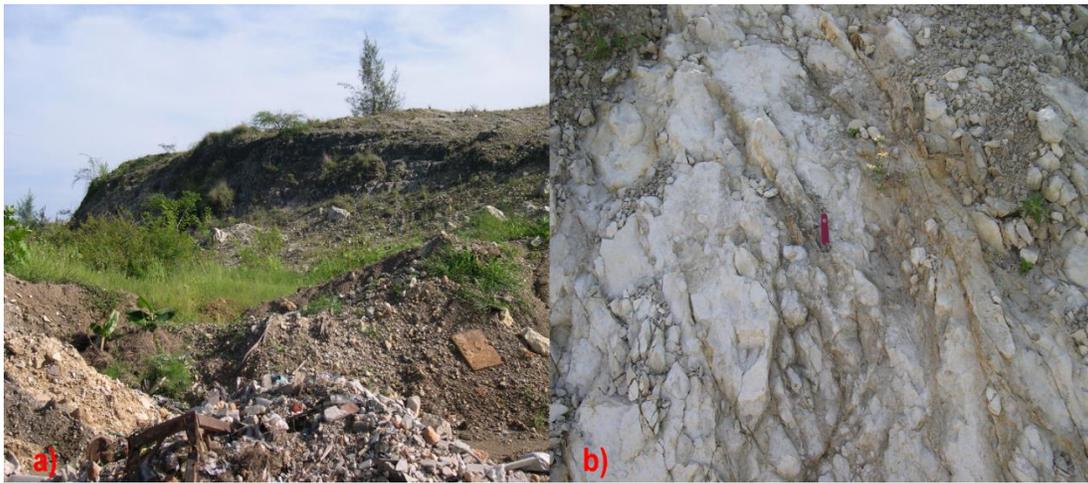


Figura 6. a) Vista parcial de la cantera que constituye el estratotipo de la Formación Apolo, donde puede apreciarse un vertedero de desechos sólidos y escombros, b) Detalle litológico Formación Apolo en holoestratotipo.

Punto 3. Cueva el Indio

Debido al crecimiento del área urbana y a la creación de sitios de recreación, este geositio quedó comprendido en el área de parqueo del restaurante “Las Ruinas”, en el Parque Lenin, municipio de Arroyo Naranjo en las coordenadas N 23°00'45.9 y W 82°20' 51.0. Esta pequeña gruta ha sido señalada como localidad donde se han extraído varias especies de vertebrados fósiles del Cuaternario entre ellas *Sarcoramphus sp.*, un buitre reportado por primera vez en Surinam y *Tyto noeli* Arredondo, una lechuza gigante muy abundante durante el Pleistoceno y principios del Holoceno (Arredondo, 1984) y otras como *Dives*

cf. atroviolaceus (d'Orbigny). En cuanto a su estado físico es inapropiado; es alta su representatividad y valor científico; en cuanto a su valor histórico es importancia didáctica es alto; en cuanto a su valor estético es medio; en cuanto a su rareza es común; es repetible en cuanto a su repetitividad; es muy vulnerable en cuanto a su vulnerabilidad; es pequeño en cuanto a su tamaño y es cuanto a su accesibilidad es muy accesible (Figura 7).



Figura 7. Entrada de la cueva del Indio, actualmente junto al parqueo del restaurante “Las Ruinas”.

Punto 4. Estratificación Cruzada Jaimanitas

Este sitio de interés geológico se localiza en las coordenadas N 23°03'50.54" y W 82°31'20.34". Este es un arrecife costero de 2 m de altura en los alrededores del poblado y playa de Jaimanitas, municipio Playa. Constituye un corte en la carretera Habana-Santa Fe (Panamericana). La litología diagnóstica consiste en calizas biodetríticas masivas, generalmente carsificadas, muy fosilíferas contiene principalmente conchas bien preservadas, corales de especies actuales y ocasionalmente biohermos. Los bolsones cársicos a veces se encuentran rellenos por una fina mezcla carbonato-arcillosa ferruginosa de color rojo ladrillo. Pasan a biocalcarenitas de granulometría y estratificación variable o masivas. En mayor o menor cantidad contiene fragmentos de sedimentos terrígenos, incluyendo calizas preexistentes. Es frecuente encontrar variaciones lito y biofaciales. En general la cementación es variable y en su superficie presenta un casquete recristalizado de evaporitas y caliche combinados, de 1 a 2 m de

espesor, por debajo del cual, en ocasiones, la roca aparece desintegrada, convertida en un material terroso. La coloración predominante es blancuzca, rosácea o amarillenta. Este hipoestratotipo no tiene la litología típica de Jaimanitas con calizas arrecifales y conglomerados biohermicos. El corte vulnerable por encontrarse junto a una vía de tanto tránsito, mantiene, no obstante, un estado físico apropiado. La representatividad y valor científico es medio; el valor histórico, la importancia didáctica y el valor estético es alto; en cuanto a su rareza es escasa; es repetible en cuanto a la repetitividad; es grande en cuanto a su tamaño y es accesible en cuanto a su accesibilidad (Figura 8).



Figura 8. Corte junto a la carretera Panamericana donde puede observarse la estratificación cruzada de las capas de la Formación Jaimanitas.

Punto 5. Biocalciruditas la Cabaña

Este geositio está situado en la primera terraza del poblado de Casa Blanca, municipio Regla, que forman la base de la oficina de correos y el parque infantil de la localidad en las coordenadas N 23°08'32.5" y W 82°20'38,6". La litología está compuesta por biocalciruditas de matriz calcarenítica margosa, por lo general muy cementada, formada principalmente por nódulos de algas y fragmentos de moluscos y corales y ocasionalmente de calizas biohémicas. Se desagrega y da lugar a un material calcáreo untuoso, pulverulento, con el aspecto de la creta. Las calciruditas pasan a calcarenitas margosas y margas arenáceas, así como a calizas y calcarenitas conchíferas, menos consolidadas y

con débil rellenamiento de las cámaras de las conchas. La coloración es blanca, gris, blancuzca y amarillenta. Su estado físico es poco apropiado; su representatividad, valor histórico, la importancia didáctica y el valor estético son alto. En cuanto a su rareza es común; es repetible en cuanto a su repetitividad; es muy vulnerable en cuanto a su vulnerabilidad. El tamaño del geosítio es pequeño y es muy accesible en cuanto a su accesibilidad. El geosítio, debido a la excavación de su corte, junto a la escalera de acceso al parque, el afloramiento está expuesto un proceso de destrucción irreversible, por lo cual es necesario: limitar el acceso al corte, señalizarlo convenientemente y preservar su integridad (Figura 9).



Figura 9. Holoestratotipo de la Formación La Cabaña, en el poblado de Casa Blanca.

Punto 6. Secuencia vulcanógeno-sedimentaria la Trampa

Esta formación forma parte de las secuencias vulcanógeno-sedimentarias del arco volcánico Cretácico (Cenomaniano-Turoniano) y se desarrolla en la provincia de La Habana en las coordenadas N 23°04'48.5" y W 82°11'58.9". El afloramiento está constituido por lavas de composición medio-ácidas hasta ácidas. Su distribución litológica característica está dada por tobas y lavas de composición dacítica, andesítica y riolítica, conglomerados, gravelitas tobáceas y argilitas.

El geosítio presenta un estado físico apropiado, alto valor científico y representatividad debido a que expone, claramente, el vulcanismo medio-ácido en Cuba occidental, tiene un alto valor histórico e importancia didáctica. El valor estético es medio; la rareza es notable; es repetible en cuanto a su repetitividad; es vulnerable en cuanto al parámetro vulnerabilidad; es grande en cuanto a su tamaño y tiene buena accesibilidad a través de un camino desde Arango hacia el caserío de La Trampa (Figura 10).



Figura 10. Corte representativo en el geosítio holoestratotipo de la Formación La Trampa.

Punto 7. Límite Cretácico-Paleógeno

Este afloramiento está ubicado en un corte amplio en la Ave. Monumental, a 1 km aproximadamente al W del poblado de Peñalver, municipio Habana del Este en las coordenadas N 82°14'50.5" y W 23°05'35.6". La litología está representada por una secuencia clástico - calcárea, que varía desde gravelitas de grano grueso (parte baja) hasta calcilutitas de grano muy fino (parte alta). El material clástico es en gran parte, carbonatado y organógeno y en menor cantidad ígneo. En la parte media del corte de esta unidad, en las capas de calcarenitas, en algunas localidades, se encuentran incluidos fragmentos orientados de material carbonoso. El geosítio presenta un estado físico

apropiado. Presenta un alto valor científico por representar una unidad geológica marcadora del Límite K/Pg, relacionada con el impacto cósmico de hace 65 millones de años por lo que está representada por el cóctel paleontológico del límite Cretácico – Paleógeno, compuesto por asociaciones fósiles de diferentes edades del Cretácico (Maastrichtiano, Campaniano, Coniaciano—Santoniano, Huroniano, Albiano, Cenomaniano y Apiano). Los fósiles más jóvenes corresponden al Maastrichtiano tope. El valor histórico, la importancia didáctica y el valor estético son alto. La rareza es notable; es irreplicable en cuanto a su repetitividad; muy vulnerable en cuanto al parámetro vulnerabilidad, es grande en cuanto a su tamaño y presenta muy buena accesibilidad. Esta unidad litoestratigráfica se desarrolla en las provincias de Ciudad de La Habana, La Habana, Matanzas y Pinar del Río, subdividida en 5 miembros (Takayama et al., 2000): Basal, Inferior, Medio, Superior y Miembro más alto. En este corte se puede observar claramente su yacencia discordante sobre la Fm. Vía Blanca (Figura 11).



Figura 11. a) Vista del afloramiento, b) Muestra la secuencia clástico – calcárea.

Punto 8. Formación Santa María del Rosario

El afloramiento es un corte de 3,5 m en una cantera situada aproximadamente a 1,2 km al W- SW de Santa María del Rosario y a unos 500 m al W de la carretera Cotorro-Santa María del Rosario, municipio Cotorro, en el patio de la casa No. 69 en la calle ave. 59, del reparto “Lindo Nombre”, en el Municipio Cotorro en las coordenadas N 23°03'08 y W 82° 15' 35.1.

La litología del afloramiento consiste en arcillas y margas calcáreas con *Ostrea*, con gravas finas de calizas, vulcanitas y en menor proporción cuarzo, conglomerados de

calizas y subordinadamente vulcanitas con matriz margosa y margas con gravas. La coloración varía entre blancuzco y crema, las arcillas presentan una coloración abigarrada. La unidad litoestratigráfica, del Mioceno inferior a Mioceno medio, revista singular importancia, pues se diferencia de la mayoría de las unidades de esa edad que fueron depositadas durante las grandes transgresiones del Neógeno. Esta se depositó en un ambiente lagunar costero recibió aportes de materiales volcánicos, que la caracterizan. Presenta una fauna muy heterogénea compuesta por microfósiles: foraminíferos bentónicos muy típicos de ese ambiente como la asociación *Ammonia-Elphidium*; y ostrácodos; así como moluscos bivalvos, entre los cuales se destacan los de los géneros *Ostrea* y *Crassostrea*. Presenta un estado físico inapropiado, la representatividad y valor científico y valor histórico es alto. La importancia didáctica y el valor estético es medio. La rareza es común, es repetible en cuanto a al parámetro repetitividad, es muy vulnerable en cuanto al parámetro vulnerabilidad, es mediano en cuanto a su tamaño y accesible (Figura 12).



Figura 12. Vista de detalle de la litología de la Formación Santa María del Rosario.

Punto 9. Miembro Toledo de la Formación Universidad

Se trata de un corte en una cantera abandonada, situada aproximadamente, 1 km al N de la Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría (CUJAE), en el municipio de Marianao de donde se extraía material para el antiguo Tejar Toledo en las coordenadas N 82°25'24.1 y W 23°03'55.9". La misma, lamentablemente convertida en un lugar insalubre por el agua

que acumula en los lugares excavados y los residuales vertidos, está compuesta por margas, calizas arcillosas, calizas arcillosas silicificadas, lutitas silíceas, con nódulos de pedernal y areniscas polimícticas con un conglomerado basal de pequeños guijarros y matriz areno-arcillosa, lo cual se corresponde con depósitos marinos de cuencas profundas, aguas frías, influenciados por la ocurrencia de deslizamientos submarinos que trasladaron los fósiles de aguas someras y neríticas hacia las partes más profundas de la cuenca. Las capas allí expuesta tienen una fauna de foraminíferos, entre los que se cuentan: *Acarinina pentacamerata*, *Truncorotaloides collactea*, *Turborotalia cerroazulensis frontosa*, *Globigerina lozanoi*, *G. senni*, *Morozovella aragonensis*, *M. formosa s.l.*, *Planorotalites palmerae*; los ostrácodos: *Ambocythere lyubimovae*, *Argilloecia angusta*, *Bairdia aff. B. soldadoensis*, *Brachythere plena*, *Cardobairdia aff. C. minuta*, *Cytherella novetensis*; los discoastéridos *Discoaster barbadiensis*, *D. aecus*, *D. binodosus*; los Radiolarios: *Dictyophimus craticula*, *Eucyrtidium cubense*, *Lithochytris vespertilio*, *Spongomelissa cucumella*, *Spongurus illepidus*, microfósiles que indican la deposición de estos sedimentos en cuencas profundas, en el Eoceno inferior (parte alta).

Este geosítio presenta un estado físico inapropiado, aunque tiene alta representatividad y valor científico por la importancia estratigráfica y distribución geográfica de la unidad. Desde el punto de vista del valor histórico e importancia didáctica es alta, no así en su valor estético (medio), rareza (común) e repetitividad (repetible), ya que el lugar de las excavaciones necesita ser rellenado (también con un propósito higiénico-sanitario), limpiado el corte mejor conservado, que resulta la pared de una trinchera excavada y limitado el acceso mediante una cerca perimetral. En relación con el parámetro vulnerabilidad es muy vulnerable, en cuanto a su tamaño mediano y muy accesible en relación con el parámetro accesibilidad (Figura 13).



Figura 13. a) Miembro Toledo donde se detalla el corte con litología típica b) Detalle de las condiciones en que se encuentra el holoestratotipo del Miembro Toledo de la Formación Universidad.

Punto 10. Formación Vedado

El geositio es el corte de 8 x 160 m en la base N del hotel Nacional, frente al paseo del Malecón, en plena ciudad, en el municipio Plaza de la Revolución en las coordenadas N 23°08'36.34" y W 82°22'44.98". Esta unidad es importante por desarrollarse en la costa norte de las provincias habaneras y la de Matanzas, donde es correlacionable con la formación Canimar y el sur de las de Pinar del Río, Matanzas y Cienfuegos. También reviste importancia sus posibilidades de correlación con formaciones de Cuba y de la región como: Rouseau de Haití; Las Matas y Mao de República Dominicana; Caloosahatchee de la Florida (E.U.A); Agueguexquite de México; Moin de Costa Rica; Cumaná y Playa Grande de Venezuela y Talparo de Trinidad. Este afloramiento presenta: Calizas biohémicas coralino-algáceas y biodetríticas, masivas o con estratificación local poco clara, duras, a veces aporcelanadas, en parte porosas y cavernosas, recristalizadas, que contienen corales en posición de crecimiento o sus fragmentos, con frecuencias dolomitizados y por lo general, numerosas impresiones tubulares del coral *Acropora prolifera*. Estas calizas depositadas en un ambiente arrecifal tienen un espesor de hasta 190 m. Su matriz puede ser micrítica o micrítico-arenítica con rellenos de un material rojizo carbonato arcilloso con goethita. Puede contener lentes de calcarenitas. Su color puede ser blanco, grisáceo e incluso rosáceo por los rellenos.

En el propio geosítio pueden identificarse algunos de los macro y microfósiles que contiene, como los foraminíferos: *Amphistegina angulata*, *A. cf. A. bowdenensis*, y *Gypsina pilaris*; los ostrácodos: *Bairdia dimorpha*, *B. villosa*, *Bairdoppilata triangularis*, *Cytherella dominicana*, *Perissocytheridea aff. P. bicelliformis*, *Quadracythere ex. gr. Q. bichensis*, *Radimella cf. R. confragosa*; los moluscos: *Calyptraea equestri*, *Cardium cf. C. elattocostatum*, *Chione aff. C. woodwardi*, *Cypraea cf. C. patrespatriae*, *Emarginula depressa*, *Lucina cf. L. podragrina*, *Nodipecten arnoldi*, *N. cf. N. colinensis*, *Ostrea frons*, *Spondylus americanus cf. S.americanus giganteus*; los corales: *Acropora prolifera*, *Montrastrea limbata*, *Pachyseris rugosa*, *Stylophora sp.* los equinodermos: *Brissus sagrae*, *Clypeaster cubensis*, *C. dalli*, *Echinoneus cyclostomus*, *Schizaster cubensis* y crustáceos como : *Mitras sp.* El sitio de interés geológico presenta un estado físico apropiado. Por todos los datos antes expuestos presenta una representatividad y valor científico, valor histórico, importancia didáctica y valor estético alto. En cuanto a su rareza es común, es repetible y vulnerable. Es un afloramiento de que presenta una gran extensión en cuanto a su tamaño (grande) y es muy accesible (Figura 14).

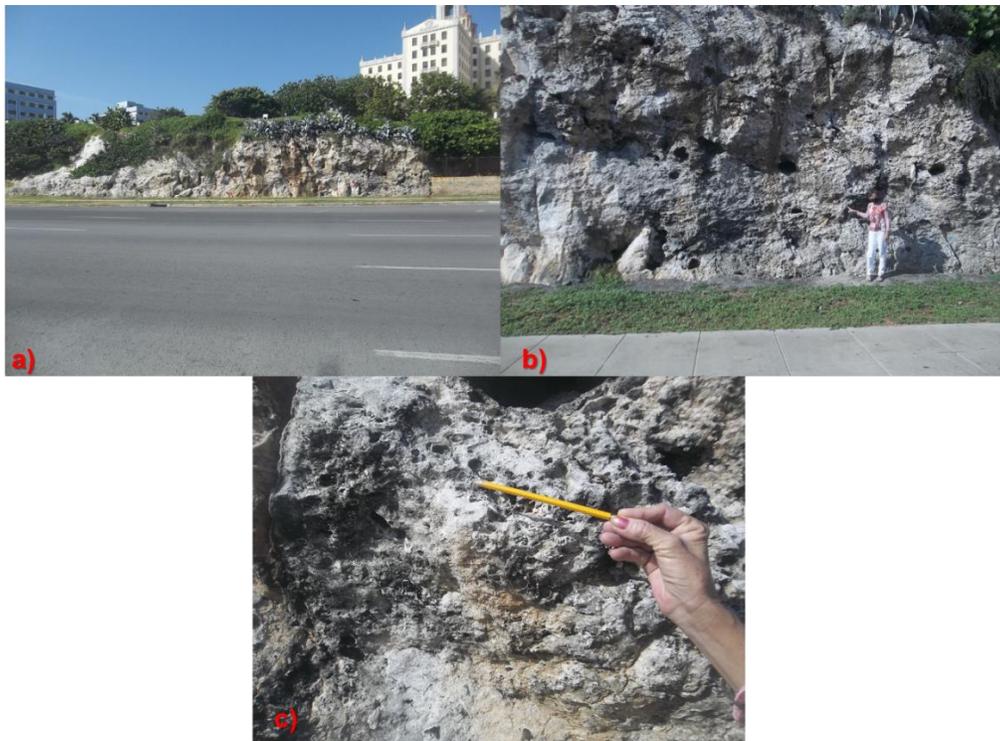


Figura 14. a) Corte del holoestratotipo de la Formación Vedado, que constituye una terraza que es la base del Hotel Nacional, b) Vista frontal del afloramiento, c) Fósiles existentes en el afloramiento.

Punto 11. Mina Salomón

El geosítio lo constituye la escombrera y alrededor de dos laboreos (pozos verticales con galerías) abandonados. El descubrimiento y explotación parcial de esta mina datan de la segunda mitad del siglo XVI, ubicada a 8.8 km al Este de la ciudad de la Habana, en el municipio de Guanabacoa en las coordenadas N 23°09'01.6" y W 82°10'34.3".

El sitio de interés geológico presenta valor histórico alto puesto que a principios de la I Guerra Mundial se instaló alguna maquinaria en la mina y se comenzaron las exploraciones en 1916, con posterioridad los trabajos fueron abandonados. El cobre extraído de esta mina fue utilizado para la fundición de los cañones del Castillo de la Fuerza.

El estado físico del geosítio es apropiado. Presenta alta representatividad y valor científico ya que en la escombrera se conservan restos de la roca encajante de la mineralización de sulfuros de Cu-Fe-Ni con Au y Ag, de los procesos de alteración hidrotermales y supergénicos con formación de malaquita, entre otros, la que es muy frecuente en los restos que se exponen. Aquí se destacan formaciones ferruginosas (cantos de óxidos e hidróxidos de hierro) propias del tipo de depósito mineral representado en este lugar. Afloran serpentinitas harzburgíticas, consideradas como tectonitas del tope del manto litosférico y base de la Zona de Transición Moho. Además, afloran con menos desarrollo, cúmulos máficos. El geosítio presenta alta importancia didáctica, como también un alto valor estético para el turismo geológico. En cuanto a su rareza es escasa, es repetible y vulnerable a los procesos erosivos y de meteorización, así como a la acción antrópica. En cuanto a su tamaño es grande y accesible (Figura 15).



Figura 15. Escombrera en la antigua Mina Salomón

Punto 12. Formación Cojímar

R. H. Palmer (1934) describió la unidad litoestratigráfica homónima a partir del estudio del corte en la base de la Loma Urría, realizado probablemente para construir la vieja carretera de acceso al poblado de Cojímar, municipio Habana del Este, ubicadas en las coordenadas N 23°09'16.4" y W 82°17'50.8". La litología aquí observada está constituida por margas calcáreas, arcillosas, arenáceas y a veces nodulares, cretas, calizas biodetríticas arcillosas, calcarenitas de matriz margosa y arcillas, de colores crema, amarillento predominantemente, blancuzco y grisáceo.

En la actualidad este corte constituye el patio de un grupo de viviendas. Su estado físico es inapropiado, tiene fácil acceso y la vulnerabilidad es muy alta. La Formación Cojímar es representativa de las transgresiones marinas del Neógeno por lo que presenta alta representatividad y valor científico e importancia didáctica para la enseñanza de la geología. Ha aportado a la bioestratigrafía cubana y antillana numerosas especies fósiles, tanto de foraminíferos planctónicos: *Orbulina universa*, *Globorotalia foshi*, *s.l.*, *Globoquadrina dehiscens*, *G. spp.*, *Globigerinoides trilobus*, *s.l.*, *G. ruber* y otros, como bentónicos: *Amphistegina angulata*, *A. lessonii*, *Uvigerina cojimarensis*, etc. También este geositio es la localidad tipo de *Aetomylaeus cojimarensis* un elasmobranquio descrito en 1998 y aquí, además, se han identificado dientes de varias especies de tiburones fósiles, como: *Carcharodon megalodon*. El afloramiento presenta alto valor histórico; el valor estético es medio, es común en cuanto a su rareza, repetible

y muy vulnerable. Presenta gran tamaño y una elevada accesibilidad (muy accesible) (Figura 16).



Figura 16. Vista desde la carretera a Cojimar de la antigua cantera donde se encuentra el holoestratotipo de la Formación Cojimar.

Punto 13. Bloques de calcarenita Formación Capdevila

El sitio señalado era la cantera del desaparecido Tejar Capdevila, que estaba del lado Norte de la carretera de Capdevila a Arroyo Naranjo y Este de la Avenida de Independencia (Rancho Boyeros), municipio Boyeros, ubicados en las coordenadas N 23°03'08.6 y W 82°24'11.6". Actualmente este lugar está prácticamente desaparecido pues se encuentra cubierto totalmente por instalaciones de una fábrica de muñecas y parcialmente por edificaciones de la fábrica Fragancia Suchel, las que permanecen visibles solamente unos bloques de calcarenita. Esta es una localidad famosa por haber sido utilizada durante años para la docencia universitaria de las Geociencias (presenta elevada representatividad y valor científico e importancia didáctica), se encontraba en el extremo del corte de la calle Universidad en su entronque con la calle G o Avenida de los Presidentes, donde se apreciaba el contacto con la formación homónima. Las capas de Formación Capdevila de este sitio desaparecieron por la erosión antrópica por lo que es muy vulnerable.

La litología de esta unidad, depositada en aguas profundas y afectada por movimientos tectónicos sucesivos que produce una secuencia flyschoides, particularmente representativa, de areniscas y limolitas de color achocolatado. Y que presenta, además, limolitas, areniscas, arcillas, calcarenitas, margas, calizas, grauvacas y conglomerados.

En la provincia estos estratos yacen, concordantemente sobre la formación Apolo y discordantemente sobre las formaciones Martín Mesa y Vía Blanca y está cubierta, también de forma discordante por las unidades Universidad, Consuelo, Nazareno y Santa María del Rosario. Presenta una fauna de foraminíferos planctónicos como *Acarinina pentacamerata*, *A. brodermanni*, *A. soldadoensis*, *Globigerina linaperta*, *Morozovella formosa Formosa*, *M. subbotina*, *Planorotalites pseudomenardii* y otros índices del *Eoceno inferior*. Presenta un estado físico apropiado; alto valor histórico; valor estético medio. En cuanto a su rareza es común, es irrepetible y muy vulnerable. Presenta pequeño tamaño y es muy accesible (Figura 17).



Figura 17. Afloramiento bajo de la Formación Capdevila, en la entrada de la fábrica Fragancia Suchel, en la intersección de Capdevila y Rancho Boyeros.

Punto 14. Calizas Urria

El geosítio consiste en un corte situado en el flanco S de la Loma Urria, donde parcialmente se asienta el poblado de Cojímar, ubicado en las coordenadas N 82°17'44" y W 23°09'19.5". En los alrededores del corte principal se observan diversos afloramientos de estas rocas, pues las calles de la parte sur del poblado han sido excavadas en las mismas y sobre ellas se cimientan un número importante de viviendas. Este geosítio compuesto por calizas dolomitizadas, muy duras, microcristalinas, de grano fino, bien estratificadas, en algunos casos con radiolarios, lo que presenta alta representatividad y valor científico e importancia didáctica para la enseñanza de la geología. Debido a que el desarrollo de esta unidad informal se limita a pequeños parches al E y SE de la Ciudad de

La Habana y al W del puente de Bacunayagua, provincia de La Habana sus escasos afloramientos deben preservarse de la acción antrópica.

Localmente el sitio se encuentra en buen estado de conservación, presenta un corte limpio y muy representativo para su estudio por lo que presenta un estado físico apropiado y valor estético alto. Asimismo, presenta alto valor histórico. En cuanto a su rareza es común; es repetible, muy vulnerable, grande de tamaño y muy accesible (Figura 18).



Figura 18. Corte en la Loma Urria donde puede observarse claramente las características litológicas.

3.3 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

Durante la etapa de los trabajos de campo se realizó la descripción de los geositios visitados durante los diferentes itinerarios según la metodología propuesta con el objetivo de mostrar una información más actualizada del estado de conservación de cada sitio. A partir de los resultados obtenidos durante el procesamiento de esta información, se confeccionó una tabla analítica que muestra el ranking comparativo de los sitios de interés geológico a partir de la evaluación cualitativa (Tabla 2).

Tabla 2. Ranking comparativo de sitios de interés geológico a partir de la evaluación cualitativa

No. Pto	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Puntuación	Clasificación
1	Abrigo rocoso reparto América	5	15	10	12	10	4	8	12	2	5	83	B
2	Formación Apolo	4	15	10	12	7	4	8	12	4	6	82	B
3	Cueva el Indio	5	15	10	12	7	4	8	12	6	6	85	A
4	Estratificación Cruzada Jaimanitas	3	10	10	12	10	8	8	8	2	5	76	B
5	Biocalciruditas la Cabaña	4	15	10	12	10	4	8	12	6	6	87	A
6	Secuencia vulcanógeno-sedimentaria la Trampa	4	15	10	12	7	12	8	8	2	5	83	B
7	Límite Cretácio-Paleógeno	3	15	10	12	10	12	12	12	2	6	94	A
8	Formación Santa María del Rosario	5	15	10	8	7	4	8	12	4	5	78	B
9	Miembro Toledo de la Formación Universidad	5	15	10	12	7	4	8	12	4	6	83	B
10	Formación Vedado	3	15	10	12	10	4	8	8	2	6	78	B
11	Mina Salomón	3	15	10	12	10	8	8	8	2	5	81	B
12	Formación Cojímar	5	15	10	12	7	4	8	12	2	6	81	B
13	Bloques de calcarenita Formación Capdevila	3	15	10	12	7	4	12	12	6	6	87	A
14	Calizas Urria	3	15	10	12	10	4	8	12	2	6	82	B

Leyenda

- | | | |
|---|--------------------|-------------------|
| 1. Estado Físico | 5. Valor estético | 9. Tamaño |
| 2. Representatividad y Valor Científico | 6. Rareza | 10. Accesibilidad |
| 3. Valor Histórico | 7. Irrepetibilidad | |
| 4. Importancia Didáctica | 8. Vulnerabilidad | |

A partir de la tabla 2 se pudo elaborar los gráficos de por ciento de calidad para cada parámetro que nos permitió las cualidades y el estado de los geositos.

Como se muestra en el Gráfico 1 a), el 21 % de los geositos presentan un estado físico poco apropiado donde la acción antrópica ha incidido directamente en su deterioro y algunos de ellos está cubierto en su mayor parte de vegetación, el 36 % de los sitios de interés geológico del área fue clasificado como inapropiado donde se observa la afectación de estos sitios por procesos exógenos tales como la meteorización y el 43 % clasifica con un estado físico

apropiado. El 93 % de los geositios son de alta representatividad y valor científico puesto que muchos de ellos muestran particularidades geológicas de la región como por ejemplo el vulcanismo medio-ácido en Cuba occidental (punto 6), representan una unidad geológica marcadora del Límite K/Pg (punto 7) y el 7 % restante tuvo una menor clasificación, (Gráfico 1 b).

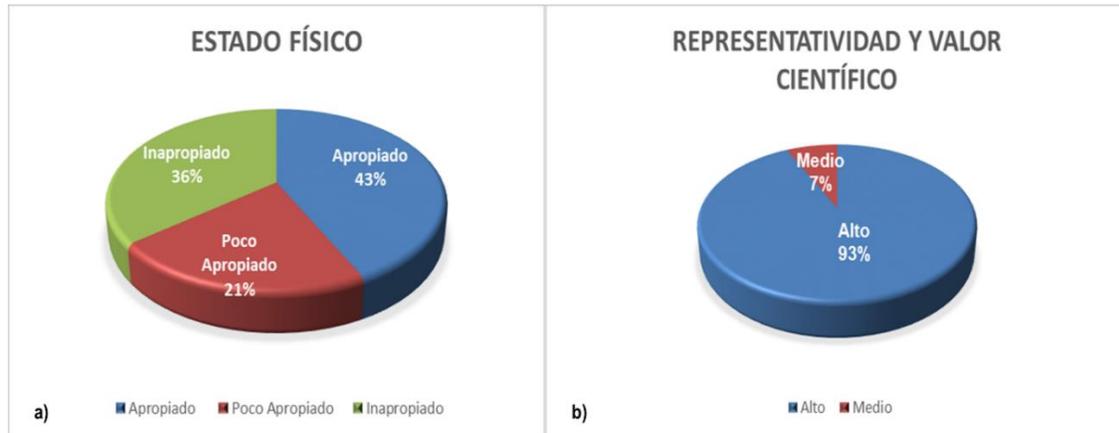


Gráfico 1. a) estado físico de los geositios b) representatividad y valor científico de los geositios

En cuanto la variable de valor histórico (Gráfico 2 a), el 100 % es alto porque algunos en de ellos a por ejemplo en el punto 11 el cobre extraído de esta mina fue utilizado para la fundición de los cañones del Castillo de la Fuerza. Asimismo, en muchos lugares de la ciudad donde se encuentran los sitios de interés geológico se gestaron acciones por la liberación nacional del país y marcaron un hito en la independencia de la Patria. La variable de importancia didáctica (Gráfico 2 b) muestra que el 93 % de los puntos estudiados obtienen una clasificación alta y el 36 % restante obtuvo una clasificación media puesto que son estos son muy importante para la enseñanza de la geología y muchos de ellos durante años se utilizaron para la docencia universitaria de las Geociencias, ejemplo de esto se evidencia en los puntos 1, 2, 4.

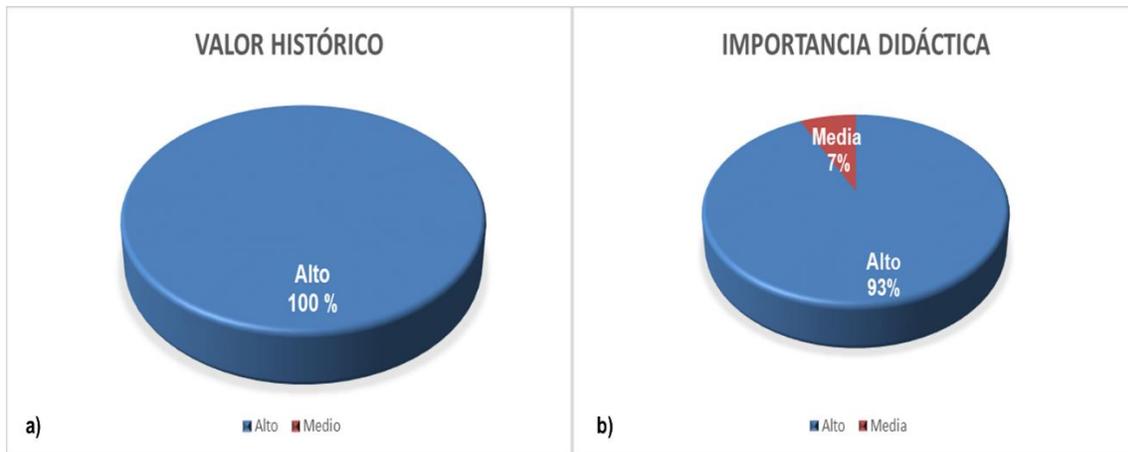


Gráfico 2. a) valor histórico de los geositios b) importancia didáctica de los geositios

El gráfico 3 a) arrojó resultados acerca del valor estético de los sitios de interés geológico del área de estudio el 50 % muestra un carácter elevado puesto que muestra su buen estado de conservación y el 50 % clasifica en el rango de medio, destacándose los puntos 2 y 9 por encontrarse en ellos basureros que afectan la presencia de los sitios. Otra de las variables analizada fue la rareza, como se puede observar en el gráfico 3 b), el 14 % de los geositios visitados clasifican entre notable ya que la forma en que presenta el geositio no se conoce en otro lugar del territorio nacional, ejemplo de esto el punto 7 (límite Cretácico-Paleógeno), el 72 % se clasifica con la categoría de común porque los sitios se conocen otros sitios similares en el territorio nacional y el 14 % como escasa.

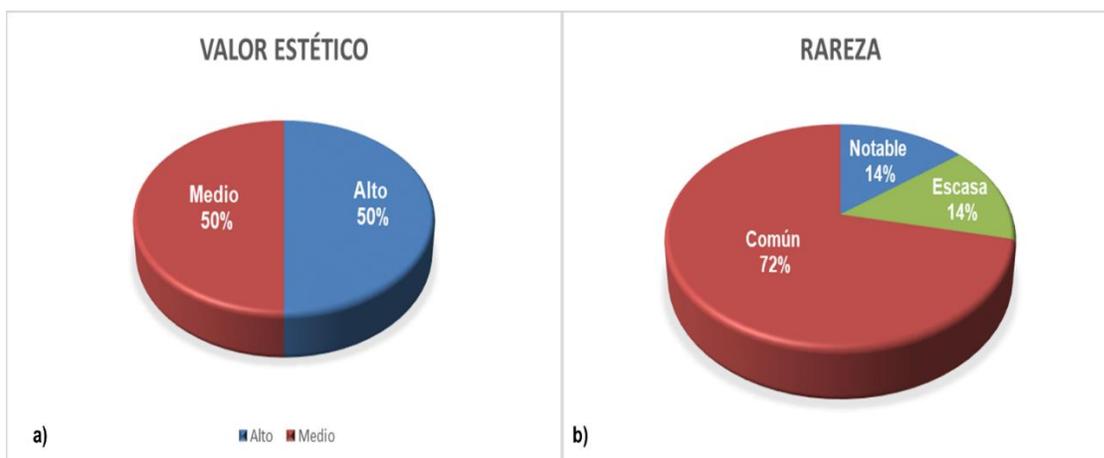


Gráfico 3. a) valor estético de los geositios b) rareza de los geositios

En el gráfico 4 a) se muestra la clasificación de la repetitividad. Fueron clasificados como repetibles el 86 % ya que se pueden designarse otros lugares con estas características similares y representan iguales situaciones, estructuras e irrepetibles el 14 % porque constituyen el único lugar donde se ha descrito la unidad lito o bioestratigráfica. También es la única localidad donde se ha encontrado una especie determinada. La vulnerabilidad (Gráfico 4 b) es proporcional al daño que puedan recibir o que hayan recibido, en los casos analizados el 71 % se encuentran en estado muy vulnerable a los procesos exógenos, a la acción antrópica y a los procesos erosivos, el 29 % de los sitios analizados clasifican como vulnerable, lo que indica que ningún geositio se encuentra poco vulnerable, es decir todos están afectados por los procesos de vulnerabilidad en menor o en mayor grado.

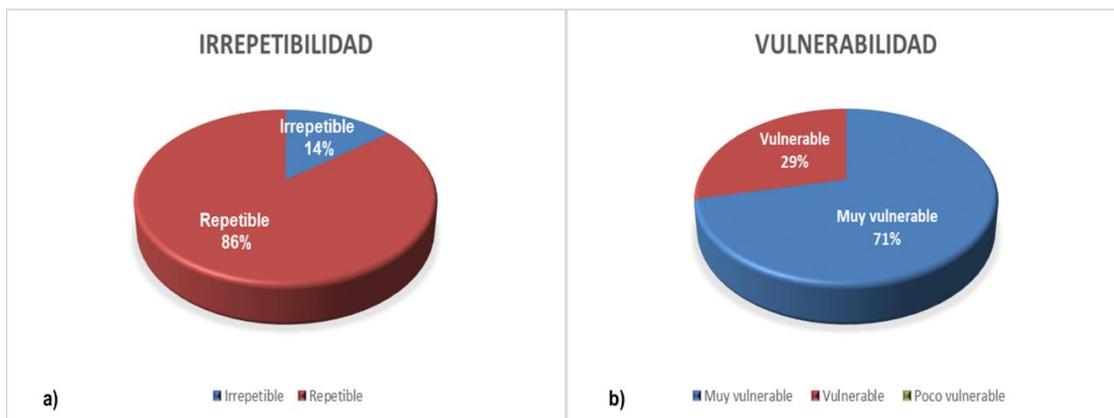


Gráfico 4. a) irrepetibilidad de los geositios b) vulnerabilidad de los geositios

Respecto a la variable tamaño (Gráfico 5 a) el 57 % de los puntos clasifican como grande, el 22 % como medio y en la categoría de pequeño el 21 %. Para la accesibilidad (Gráfico 5 b), la metodología utiliza 4 criterios, desde las zonas con mayor accesibilidad hasta de las menos accesible. El 36 % de los geositios se clasifican como accesible y el 64 % se clasifican como muy accesible. Con la categoría de poco accesible e inaccesible no se encuentran catalogado ningún geositio puesto que estos se encuentran en la provincia con un buen grado de accesibilidad mediante el uso de carreteras.

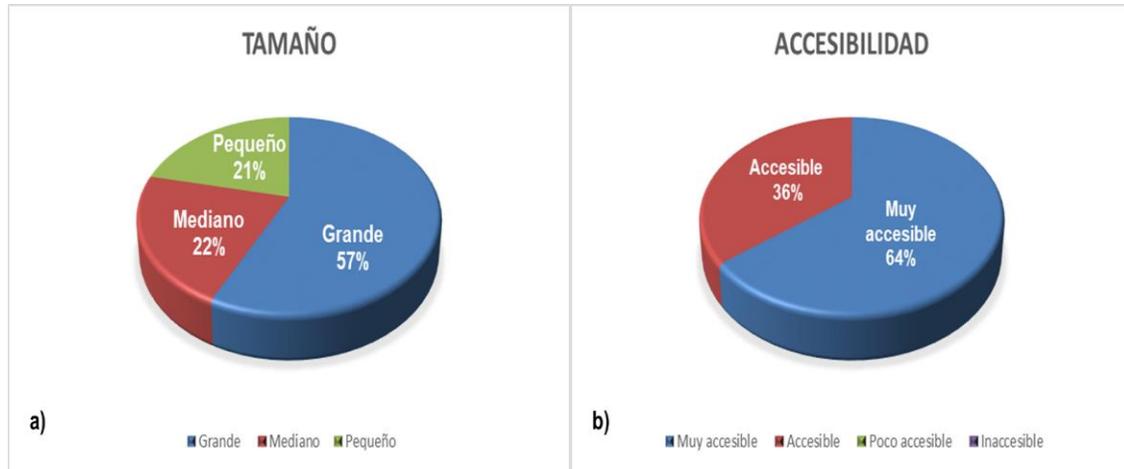


Gráfico 5. a) tamaño de los geositios b) accesibilidad de los geositios

Al aplicar la metodología establecida y tiene en cuenta la puntuación obtenida sobre la base de 100 puntos se determinó que:

Del total de 14 geositios evaluados, 4 de ellos pueden ser clasificados de importancia nacional y/o internacional ya que cumplen con los parámetros establecidos en la variable A. El resto de los geositios fueron clasificados como geositios de categoría B. Se puede ver que los valores de aquellos geositios de carácter nacional y/o internacional son notoriamente más altos que los regionales y/o locales, lo cual se debe a la mayor ponderación de los valores A. No existen ningún geositio clasificados con la categoría de C. Con las evaluaciones numéricas de los geositios seleccionados, se mostrarán dos rankings de geositios, de cada uno de los criterios evaluados, puesto que no hay ningún geositio con la categoría de C (Gráfico 6).



Gráfico 6. Clasificación de los geositios.

Tabla 2. Puntos evaluados de A.

No.	Punto	Descripción	Puntuación	Clasificación
1	3	Cueva el Indio	85	A
2	5	Biocalciruditas la Cabaña	87	A
3	7	Límite Cretácio-Paleógeno	94	A
4	13	Bloques de calcarenita Formación Capdevila	87	A

Tabla 3. Puntos evaluados de B

No.	Punto	Descripción	Puntuación	Clasificación
1	1	Abrigo rocoso reparto América	83	B
2	2	Formación Apolo	82	B
3	4	Estratificación Cruzada Jaimanitas	76	B
4	6	Secuencia vulcanógeno-sedimentaria la Trampa	83	B
5	8	Formación Santa María del Rosario	78	B
6	9	Miembro Toledo de la Formación Universidad	83	B
7	10	Formación Vedado	78	B
8	11	Mina Salomón	81	B
9	12	Formación Cojímar	81	B
10	14	Calizas Urria	82	B

3.4. Propuestas de medidas de conservación

- Promover una cultura de protección y conservación a través de actividades comunitarias en las localidades adyacentes a los geositios.
- Facilitar a las autoridades municipales y provinciales el informe del estado actual de conservación de los sitios de interés geológico con el fin de su explotación para el turismo de naturaleza o cualquier otro interés local.
- Monitorear paulatinamente el estado de los geositios con el fin de prevenir las acciones, tanto naturales como antrópicas, que puedan deteriorar a los mismos.
- Evitar los asentamientos poblacionales cerca de la ubicación del geositio para prevenir problemas relacionados con vertimientos de desechos, deterioro de la flora y de la fauna.
- Señalizar la existencia de un geositio de forma tal que los visitantes sepan que deben respetar el entorno.
- La confección de un programa donde queden unidos el patrimonio geológico con el patrimonio histórico y de esa manera promover un geoturismo sostenible.

CONCLUSIONES

- Se evaluaron 14 geositorios en la provincia de la Habana. El 21 % de los geositorios presentan un estado físico poco apropiado, el 36 % de los sitios de interés geológico fue clasificado como inapropiado y el 43 % clasifica con un estado físico apropiado. El 93 % de los geositorios son de alta representatividad y valor científico y el 7 % restante tuvo una menor clasificación. El valor histórico el 100 % es alto. La importancia didáctica muestra que el 93 % se clasifica alta y el 36 % se clasifica en media. El 50 % del valor estético muestra un carácter elevado y el 50 % clasifica en el rango de medio. En cuanto la rareza, el 14 % clasifican en notable, el 72 % se clasifica con la categoría de común y el 14 % como escaso. Se clasificaron como repetibles el 86 % e irrepetibles el 14 %. El 71 % de la vulnerabilidad se encuentran en estado muy vulnerable, el 29 % de los sitios analizados clasifican como vulnerable. En cuanto el tamaño el 57 % de los puntos clasifican como grande, el 22 % como medio y en la categoría de pequeño el 21%. La accesibilidad el 36 % de los geositorios se clasifican como accesible y el 64 % se clasifican como muy accesible.
- Del total de 14 geositorios evaluados, 4 de ellos pueden ser clasificados de importancia nacional ya que cumplen con los parámetros establecidos en la variable A. El resto de los geositorios son clasificados como geositorios tipo B.
- Se propusieron 6 medidas de conservación de los geositorios, en función de crear una cultura de protección y conservación a través de actividades comunitarias en las localidades adyacentes a los geositorios y monitorear paulatinamente el estado de los geositorios con el fin de prevenir las acciones, tanto naturales como antrópicas, que puedan deteriorar a los mismos.

RECOMENDACIONES

- Fomentar el estudio del Patrimonio geológico a través de la realización de tesis.
- Desarrollar actividades educativas, divulgativas y de visibilidad del patrimonio geológico.
- Monitorear de forma anual, como mínimo, para supervisar el cumplimiento de las medidas aplicadas para su conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu Fernández, L. (2019). *Evaluación de geositios del Arco Volcánico del Paleógeno, Santiago de Cuba*. Universidad de Moa.
- Brilha, J. B. (2005). *Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage.
- Cañadas, E. S., & Flaño, P. R. (2007). Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial: el caso de Tiernes Caracena (Soria). *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 45, 79–98.
- Carcavilla, L., Durán, J. J., & López-Martínez, J. (2008). Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10 (2008), 1299–1303.
- Carmenaty García, J. J. (2020). *Caracterización de sitios de interés geológico en el municipio de El Salvador, Guantánamo*.
- Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. *El Patrimonio Geológico*, 17–28.
- Clemente, A. N., Ramos, Z. M., & Martínez, J. D. C. (2019). *Control de la contaminación por hidrocarburos en zonas costeras con incidencia de la actividad petrolera*. 46, 102–107.
- Dowling, R. K., & Newsome, D. (2006). *Geotourism*. routledge.
- España, I. G. y M. de. (2021). *Patrimonio Geológico*. www.igme.es
- Francisco, T. D. (2018). *Caracterización de geositios para la protección y preservación del patrimonio geológico en la ruta Baracoa-Puriales de Caujerí*. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Franco, C. V. (2018). *Geoparque: identificación de geositios y planta turística para el desarrollo del turismo en la reserva paisajística de la sub cuenca de Cotahuasi, Arequipa 2017*.
- Gamboa, A. I. J. F. (2017). *Caracterización de geositios para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio Baracoa*. Departamento de Geología.

- Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons.
- Gutiérrez Domech, M. R. (2007). Propuesta de metodología a emplear para las acciones de protección del patrimonio geológico. *Memorias II Convención Ciencias de La Tierra*.
- IGP. (2013). *Léxico Estratigráfico de Cuba*.
- Inga Villavicencio, C. A. (2018). *Valoración del Patrimonio Geológico en la Ruta de las Cascadas de la parroquia Rumipamba-Cantón Rumiñahui*.
- Kozłowski, S. (2004). Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52 (8/2), 833–837.
- Martínez Corpas, C. R. (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.
- Martínez Escobar, P. M. (2010). *Identificación, caracterización y cuantificación de geositos, para la creación del I Geoparque en Chile, en torno al Parque Nacional Conguillío*.
- Morales González, J., Rodríguez-Morán, O., & Pardo-Echarte, M. E. (2019). Propuesta de sectores perspectivas para depósitos de hidrocarburos en la zona de Majaguillar-Martí, Cuba. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, 46, 33–41. <https://doi.org/10.15446/rbct.n46.78701>
- Muñoz, E. E. (1988). Georrecursos culturales. *Geología Ambiental*, 85–100.
- Nieto, L. M. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, 112 (2), 3–12.
- Pedro, A. T. F. (2020). Caracterización de geositos para la protección y preservación del patrimonio geológico en el municipio San Antonio del Sur, Guantánamo. *Journal of Psychiatric Research*, 47 (10), 1376–1382.
- Pereira Romero, C. L. (2017). *Evaluación y diagnóstico de geositos en los municipios del Este de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico*. Departamento de Geología.
- Pérez, E. P., Pacheco, V. G., & Trotman, I. A. (2007). *Protección y conservación del*

patrimonio geológico del territorio Camagueyano.

- Poulot, R. B. (2018). *Evaluación de los sitios de interés geológicos en el sector Ramón de las Yaguas, Santiago de Cuba.* Universidad de Moa.
- Prieto, J. L. P. (2013). Geositios, geomorfositos y geoparques: importancia, situación actual y perspectivas en México. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, 2013* (82), 24–37.
- Rey, J., Acosta, J. B., Delgado, A. G., Hernández, Y. C., Guilarte, E. O., Moreira, R. N., García, J. O., & García, Y. G. (2014). *Artículo original ecosistema de manglar en Cayo Santa María, Jardines del Rey, Cuba. Study of the Hydrocarbon's pollution of a mangrove ecosystem in Santa Maria.* 34, 36–48.
- Rivas, L., Navarro, Y., Romero, R., Díaz, M. Á., Fernández, D., Cañete, C. C., Salazar, D., & Hernández, D. (2020). Evaluación en campo de material absorbente para recogida de hidrocarburos del petróleo en agua. *Rev. CENIC Cienc. Quím, 51*(1), 18–34. <https://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?EbscoContent=dGJyMNXb4kSeprA40dvuOLCmsEiep7dSsKi4SLOWxWXS&ContentCustomer=dGJyMOzpr1G0qLVMuePfgex43zx1%2B6B&T=P&P=AN&S=R&D=lth&K=145293240>
- Sera Ramos, J. A. (2018). *Evaluación y diagnóstico de nuevos geositios en los municipios Sagua de Tánamo y Frank País, de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico.* Universidad de Moa.
- Sharples, C. (2002). Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks \& Wildlife Service website. [http://www. Dpiw. Tas. Gov. Au/Inter. Nsf/Attachments/SJON-57W3YM/\\$ FILE/Geoconservation. Pdf.](http://www.Dpiw.Tas.Gov.Au/Inter.Nsf/Attachments/SJON-57W3YM/$FILE/Geoconservation.Pdf)
- Takayama, H., Tada, R., Matsui, T., Iturralde-Vinent, M. A., Oji, T., Tajika, E., Kiyokawa, S., Garcia, D., Okada, H., Hasegawa, T., & others. (2000). Origin of the Peñalver Formation in northwestern Cuba and its relation to K/T boundary impact event. *Sedimentary Geology, 135* (1–4), 295–320.
- Valderrama, G. J., Garrido, M. L., Torrejón, A. C., & Solbes, R. M. V. (2013). *Guía para el uso sostenible del patrimonio geológico de Andalucía.* Dirección General de Gestión

del Medio Natural, Junta de Andalucía.

- Valdés Mariño, Y., Desdín Paz, L., & Dunán Avila, P. L. (2019). *Caracterización de geositos para la protección y preservación del patrimonio geológico en el municipio Imías, Guantánamo*.
- Vento, G. J. P., Domech, M. R. G., Bernal, L., Rodríguez, A. B. D., & García, A. M. (2013). *Estratotipos que constituyen patrimonio geológico en la provincia de Villa Clara*.
- Villafranca, I. F. (1978). Estratotipos o secciones tipo. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 2 (2), 105–111.
- Wikipedia. (2021). *Estratotipo*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Estratotipo>
- Wright Castellanos, D. (2016). *Evaluación de los sitios de interés geológicos más importantes de los municipios Sagua de Tánamo y Moa, Holguín*. Departamento de Geología.
- Zafra Otero, D., Ríos Reyes, C., Archila Mendoza, A., Barajas Rangel, D., & González, M. (2018). Geoespeleología y georuta subterránea de La Caverna del Nitro (Zapatoca, Santander). *San Gil (Santander), Colombia*.

ANEXOS



Anexo 1. a) Camioneta, b) cámara fotográfica, c) GPS, d) piqueta, e) brújula, f) libreta de campo, g) bolsas de plástico para las muestras.