

## Valor del patrimonio geológico, proyecto Geoparque Viñales. Metodología para la selección de los geositos

### Value of the geological heritage of Viñales Geopark project. Methodology for the selection of geosites

Manuel Vázquez Torres<sup>1</sup>, Agustín Robaina Iglesia<sup>1</sup>, Carlos Díaz Guanche<sup>2</sup>, Mario A. Sánchez Carrillo<sup>3</sup>, Yusvel Martínez Serrano<sup>3</sup> y Osbel Izquierdo Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>- Empresa Geominera de Pinar del Río, Celso Maragoto No. 122 e/ Pasaje 236 y 238, Santa Lucía. Email: [manuel.vazquez@cgeologo.minem.cu](mailto:manuel.vazquez@cgeologo.minem.cu)

<sup>2</sup>- Universidad de P. Río, Dpto. Geología, Martí 270 e/ 27 de Noviembre y González Alcorta, Pinar del Río

<sup>3</sup>- Parque Nacional Viñales, ECOVIDA. Km 23.5 Carretera a Viñales, Pinar del Río. Email: [mario@pvnvinales.vega.inf.cu](mailto:mario@pvnvinales.vega.inf.cu)

Fecha de recepción: 14 de junio de 2019 Fecha de aceptación: 19 de noviembre de 2019

**RESUMEN.** En el trabajo que se presenta se hace una clasificación del patrimonio geológico del área del proyecto de Geoparque Viñales, según tres tipos de interés fundamentales: el científico (**Ic**), el didáctico (**Id**) y el turístico recreativo (**It**), asignando valores a cada parámetro evaluativo utilizado, a partir de la ponderación de 18 parámetros diferentes. Además, se realizó la valoración de la vulnerabilidad (**V**) de los geositos con el propósito de determinar la prioridad de protección de cada uno de ellos. Para la vulnerabilidad se utilizaron un total de 10 parámetros, los que a su vez fueron ponderados por un coeficiente que osciló entre 1 y 4. Para obtener la Prioridad de Protección de cada geosito, el parámetro **V**, fue sumado al parámetro **I**, correspondiente al interés del mismo. A la puntuación de **V** se suma el valor obtenido para cada sitio en la valoración de su interés científico (**Ic**), didáctico (**Id**) y turístico-recreativo (**It**), y obtendremos así una ordenación de los geositos de interés científico, didáctico y turístico en función del valor de la prioridad de su protección **PP** en sus diferentes vertientes científica **PPc**, didáctica **PPd**, turística-recreativa **PPt** y global **PPg**. Finalmente, a manera de conclusión podemos decir que se presenta una valoración del patrimonio geológico de Viñales en relación directa con su interés y vulnerabilidad lo que nos permitirá gestionar adecuadamente su conservación.

**Palabras Clave:** patrimonio geológico, valoración, vulnerabilidad, interés

**ABSTRACT.** In this paper, a classification of the geologic heritage is presented according to three fundamental types of interest: the scientist (**Ic**), the didactic (**Id**) and the tourist-recreational (**It**), assigning values to each parameter used, by means of the weighing of 18 different parameters. In addition, a valuation of the vulnerability (**V**) of the geosites was carried out, with the purpose of determining the protection priority of each one of them. For the vulnerability, ten parameters were used, which were weighted by means of a coefficient, ranging from 1 to 4. To obtain the Protection Priority of each geosite, the **V** parameter was added to parameter **I** that correspond to the interest of the same. To the punctuation of **V**, the value obtained for each of the sites is added. All according to the valuation of its scientific (**Ic**),

didactic (**Id**) or touristic-recreational (**It**) interest, getting in this sense an ordering of the geosites of scientific, didactic and touristic-recreational interest, in relation with its Protection Priority value (**PP**) in their different scientific **PPc**, didactic **PPd**, touristic **PPT** and global **PPG** variants. Finally, as a conclusion, it can be said that an assessment of the geologic heritage of Viñales Geopark Project is presented in direct relationship with its interest and vulnerability what will allow us to manage its conservation appropriately.

**Keywords:** geological heritage, valuation, vulnerability, interest, assessment.

## INTRODUCCIÓN

La identificación y documentación del patrimonio geológico en la provincia de Pinar del Río, es relativamente reciente, el primero de los trabajos conocidos fue el realizado por Gutiérrez (2012), que acompañado de un equipo de investigadores de diferentes instituciones, encabezadas por el Instituto de Geología y Paleontología (IGP), reportaron un total de 46 geositos de los cuales 19 se enmarcan dentro de la región propuesta para el proyecto de Geoparque Viñales, que se extiende desde las inmediaciones del poblado de Pons en la parte más occidental, incluyendo la región de Pan de Azúcar, hasta el mogote La Mina en su extremo más oriental y ocupando un área de 287.37km<sup>2</sup>. También, Corvea *et. al.*, (2006) publicó un artículo sobre algunos de los puntos de interés geológico y de interés didáctico del Parque Nacional Viñales. Otros trabajos relacionados con tesis de grado del Departamento de Geología de la Universidad de Pinar del Río, se han relacionado con el patrimonio geológico de la región (Fernández, 2011).

El proyecto titulado Estudio Geológico y Geomorfológico del Parque Nacional Viñales (Robaina, Vázquez y Díaz, 2017), incluyó además una actualización del patrimonio geológico del área, habiéndose identificado un total de 57 geositos, reportándose 47 de ellos como geositos principales, mientras que los 10 restantes constituyen lugares de interés que por su ubicación o importancia se han asociado a los primeros geositos. Estos 57 geositos finales reportados, son el resultado de una discriminación realizada de un listado de 102 lugares de interés identificados dentro de toda el área.

Se puede decir que el estudio del patrimonio geológico y la geoconservación han tenido poco desarrollo en la región, la actualización del mismo recientemente realizada, es el comienzo de una nueva etapa para la rica geodiversidad de Viñales. Lo anterior, unido a la propuesta de crear en el área un Geoparque Mundial de la Unesco, constituye elemento de suficiente peso para que las autoridades y la comunidad comiencen a mirar estos temas desde una perspectiva diferente,

en función de lograr el compromiso de todos con el cuidado y preservación del patrimonio en general.

La actualización del inventario de los geositos dentro del área que se propone para el proyecto de Geoparque, debe concebirse como un inventario sistemático, debiendo continuar con la revisión de los ya documentados y con la identificación de nuevos geositos. Debe prepararse un programa investigativo, que parta de la clasificación del medio geológico para obtener los lugares más representativos de la diversidad geológica.

El inventario, además debe tener un carácter universal, de tal manera que se puedan cubrir la mayor cantidad de disciplinas geológicas. Por consiguiente, a los geositos se les asignará uno o varios de los tipos de interés que por su contenido deberán agruparse de acuerdo con las disciplinas correspondientes. Así mismo tenemos que se consideraron las siguientes disciplinas de interés:

1. Geología
  - a. Estratigrafía
  - b. Sedimentología
  - c. Geología histórica
  - d. Tectónica
2. Geomorfología.
  - a. Rasgos geomorfológicos.
  - b. Espeleología.
  - c. Paisaje y contemplación
3. Paleontología
4. Hidrogeología

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la valoración de los geositos se utilizaron una serie de parámetros que se tomaron de diferentes fuentes de investigadores que ya habían realizado antes este tipo de trabajo. Por ejemplo, en el trabajo titulado: “Geositos de interés patrimonial en la provincia de Pinar del Río”, M. R. Gutiérrez, *et al.* (2012), se utilizaron 10 parámetros los que se relacionan a

continuación:

1. Estado físico del geositio
2. Representatividad y valor científico
3. Valor histórico
4. Importancia didáctica para la enseñanza o promoción de las geociencias
5. Valor estético para la enseñanza y el turismo
6. Rareza
7. Irrepetibilidad
8. Vulnerabilidad
9. Tamaño
10. Accesibilidad

En el presente trabajo de actualización del patrimonio geológico en la región que comprende los límites del Parque Nacional Viñales (PNV) y del Proyecto de Geoparque del mismo nombre, se ha utilizado una mezcla de estos parámetros y de los que se relacionan en la metodología del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). En nuestro caso se emplean un total de 18 parámetros que agrupan a los geositios en tres clases de valores fundamentales a saber, según Cendrero (1996): el valor intrínseco, el valor ligado a la potencialidad de uso y el valor ligado a la necesidad de protección. En esencia la metodología utilizada y sobre todo en lo relacionado a la ponderación de parámetros, es similar a la del IELIG, por considerarla más abarcadora, fundamentalmente en lo relativo a la valoración de la vulnerabilidad de cada geositio, realizándose por primera vez una clasificación de los geositios en función de su interés y de su vulnerabilidad.

La iniciativa de crear en la zona un Geoparque Mundial de la UNESCO, donde se incrementará el interés turístico por la región, el criterio de seleccionar geositios para la recreación y el ocio es de gran importancia, sobre todo, si el lugar además goza de algún atractivo no geológico lo que pudiera lograr atraer un mayor número de visitantes.

De acuerdo con Carcavilla *et al.*, (2007), la valoración de un geositio se apoya sobre tres premisas fundamentales:

- 1) No todo elemento geológico tiene valor patrimonial,
- 2) Los afloramientos o elementos que lo poseen no siempre son igual de interesantes y

3) Es posible definir unos parámetros que permitan calcular cuál es el interés del lugar.

No obstante, la necesidad de protección es un parámetro a valorar una vez se hayan seleccionado los lugares por su interés intrínseco y de potencialidad de uso, para lo que se debe tener en cuenta dos argumentos básicos:

- a) La prioridad de protección es un aspecto crítico a la hora de proponer medidas a adoptar a las administraciones competentes de la gestión del patrimonio, por lo que debe tener un tratamiento diferenciado y fácilmente comprensible;
- b) En la valoración de la necesidad de protección influyen algunos parámetros (como la cercanía a poblaciones o la facilidad de acceso) que son comunes a la valoración de la potencialidad de uso pero que juegan en sentido contrario, pudiendo producirse resultados equívocos si se valoran conjuntamente.

Por tanto, consideramos que para facilitar la gestión de los inventarios de geosítios, la valoración de la potencialidad de uso científico, didáctico y recreativo debe dar lugar a conjuntos distinguibles de lugares de interés geológico, entre los que con toda probabilidad se producirán intersecciones, pero que deben mantener su particularidad propia. De esta forma se evita que, por ponderación de puntuaciones correspondientes a estas tres potencialidades de uso (científica, didáctica y turístico-recreativa), lugares de gran interés, por ejemplo, científico, puedan resultar excluidos del inventario si poseen una mala valoración turístico-recreativa o didáctica, por motivos de su escasa espectacularidad o condiciones de observación.

Los geosítios, se valoraron en una etapa inicial atendiendo a sus valores intrínsecos y ligados a la potencialidad de uso para dar lugar a los tres mencionados conjuntos distinguibles de geosítios de acuerdo con su interés científico didáctico y turístico-recreativo.

Posteriormente, se realizó una valoración con los parámetros ligados a la necesidad de protección, determinándose qué geosítios son más vulnerables para que pueda priorizarse su posible protección.

En la **Tabla 1** se relacionan detalladamente los parámetros utilizados, agrupados en tres clases de valores fundamentales:

**Tabla 1.** Parámetros de valoración de los geositios y clase de valor al que corresponden (Adaptado de “Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)”).

CLASE DE VALOR	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
INTRINSECO	Representatividad	Informa sobre la cualidad del lugar para ilustrar adecuadamente las características del dominio
	Carácter de localidad tipo o de Referencia	Informa sobre la cualidad del lugar como referencia estratigráfica, paleontológica, mineralógica, etc.
	Grado de conocimiento científico del lugar	Indica que la relevancia geológica e interés científico lo hacen objeto de publicaciones y estudios científicos
	Estado de conservación	Informa de la existencia de deterioro físico del rasgo
	Condiciones de observación	Indica la mayor o menor facilidad que ofrece el entorno para observar el rasgo
	Rareza	Informa sobre la escasez de rasgos similares al descrito
	Diversidad geológica	Informa de la existencia de varios tipos de interés geológico en el mismo lugar
	Espectacularidad o belleza	Informa de la calidad visual del rasgo Contenido divulgativo / uso divulgativo
INTRINSECO Y DE USO	Contenido divulgativo / uso divulgativo	Indica si el rasgo se presta con mayor o menor facilidad a la divulgación o ya se utiliza para este fin / uso didáctico
	Contenido didáctico/uso didáctico	Indica si el rasgo se presta con mayor o menor facilidad a la docencia o ya se utiliza para este fin.
	Posibles actividades a realizar	Informa sobre si el lugar cumple las condiciones para la realización de actividades de ocio o recreativas, o si ya se utiliza para este fin. Ligado también a la potencialidad de uso
DE USO	Infraestructura logística	Informa sobre la existencia de alojamientos y restaurantes
	Entorno socioeconómico	Informa sobre las condiciones socioeconómicas de la comarca, que pueden favorecer la utilización del lugar como factor de desarrollo local

	Asociación con otros elementos del patrimonio natural, histórico o etnológico (tradiciones).	Informa si el lugar goza además de otros elementos de interés no geológico, lo cual puede atraer un mayor número de visitantes
DE USO Y PROTECCIÓN	Densidad de población	Ligado al número potencial de visitas pero, en contra, a la mayor posibilidad de actos de vandalismo
	Accesibilidad	Como el anterior, ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes pero, en contra, a una mayor facilidad para los actos de vandalismo
	Fragilidad intrínseca	Indica la vulnerabilidad intrínseca del lugar, bien por sus dimensiones o por su naturaleza (yacimientos paleontológicos o mineralógicos)
	Cercanía a zonas recreativas	Indica la presencia de zonas de recreo o turísticas cerca del lugar. Ligado tanto al número potencial de visitas y, en contra, a una mayor posibilidad de actos de vandalismo

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Primeramente, al ser aprobado el proyecto denominado “Estudio Geológico y Geomorfológico del Parque Nacional Viñales”, se procedió a la revisión y consulta de toda la información disponible, que incluyeron los informes de levantamiento geológico a escala 1:50 000 realizados en la región (Martínez *et al.*; 1988; Burov, 1983), informes de las investigaciones hidrogeológicas realizadas en el área (Peláez *et al.*, 1991; Reyes y Sobrino, 2011) y demás investigaciones sobre el desarrollo del carso, de actividad espeleológica (Díaz, 2016), de patrimonio geológico, de estudios paleontológicos y otras. Todo este trabajo inicial posibilitó la selección de una serie de puntos o lugares de interés (en total 102), que después de haber sido sometidos al proceso de valoración, según una clasificación supervisada a partir de la ponderación de un conjunto de parámetros, la lista se redujo a 47 geositios principales y 10 geositios asociados para un total de 57.

Se seleccionaron todos aquellos lugares que a criterio del equipo de trabajo podían tener posibilidades de incorporarse al inventario de geositios con valor patrimonial. Todos los lugares

fueron visitados por un equipo multidisciplinario, haciéndose la debida documentación de cada uno de ellos, no solo en lo relativo a los elementos geológicos, sino también se recogieron aspectos relacionados a su estado de conservación, ubicación, área, estudios realizados con anterioridad, posibilidad de realizar actividades recreativas y posible interés científico y/o didáctico. Toda esta información está debidamente registrada en una ficha descriptiva la que se anexa al informe general y formará parte de una base de datos de fácil acceso y que puede ser consultada por los interesados en el tema, ya sea para futuras investigaciones o para cultura general.

Cada geosítio fue debidamente identificado en el terreno con la señalética apropiada, en la que figura el código y el nombre del mismo. Queda pendiente el establecimiento del sistema de custodia requerido y la colocación de los avisos pertinentes en aquellos geosítios más vulnerables y que estén sometidos a un alto riesgo.

### **Valoración del interés de selección definitiva de los geosítios**

Con la información recopilada y con los trabajos de campo realizados, el equipo de trabajo se dio a la tarea de valorar todos los geosítios resultantes de la fase anterior. Cada lugar preseleccionado fue puntuado de acuerdo con los parámetros que se han expuesto en la **Tabla 1**, a los que se le asignó diferentes pesos ponderados, de acuerdo con la **Tabla 2**, para valorar su interés en cada uno de tres usos posibles: científico, didáctico y turístico-recreativo. Cada parámetro fue puntuado de 0 a 4, de acuerdo con las variables utilizadas. De este modo, lugares que obtuvieron valores de más de 200 puntos resultaron de interés alto, los que tienen valores entre 101 y 200 son considerados de interés medio y los que no alcanzaron la cifra de 101 se consideran de interés bajo, en nuestro caso no incorporados al listado final de geosítios. Básicamente se trata de obtener conjuntos distinguibles (aunque con probables coincidencias) de geosítios para cada categoría de uso, así como para cada dominio geológico, disciplina geológica (de modo que sean fiel reflejo de la geodiversidad del territorio).

En algunos casos, fue importante tomar en consideración durante el tratamiento del conjunto de geosítios seleccionados por su interés didáctico, ser flexibles de tal modo que a la valoración objetiva obtenida se superpuso la necesidad de contar, con un reparto lo suficientemente representativo de categorías de interés (estratigráfico, tectónico, geomorfológico, etc.). Esto quiere decir que, en esta categoría de uso, la selección de los lugares puede no obedecer estrictamente a la puntuación obtenida, sino que pueden recuperarse lugares situados, por la

puntuación alcanzada, en posiciones menos ventajosas. Cabría también esta flexibilidad para la categoría de uso científico si del análisis de los resultados se desprendiese la ausencia de geositos representativos de algún elemento importante de la geodiversidad o de alguna disciplina geológica de la que existan trabajos en el territorio del dominio geológico considerado.

**Tabla 2.** Resumen de los coeficientes de ponderación utilizados para cada parámetro en función del tipo de interés a valorar (científico, didáctico y turístico o recreativo).

Parámetros	Interés a valorar		
	Científico	Didáctico	Turístico
	Peso	Peso	Peso
Representatividad	25	5	0
Carácter localidad tipo	20	5	0
Grado de conocimiento científico del lugar	15	0	0
Estado de conservación	10	5	0
Condiciones de observación	5	5	5
Rareza	15	5	0
Diversidad geológica	10	10	0
Contenido didáctico / uso didáctico	0	20	0
Infraestructura logística	0	15	5
Densidad de población	0	5	5
Accesibilidad	0	15	10
No Fragilidad	0	0	15
Asociación con elementos eco-culturales	0	5	5
Espectacularidad o belleza	0	5	20
Contenido divulgativo / uso divulgativo	0	0	15
Potencialidad para realizar actividades	0	0	5
Cercanía a zonas recreativas	0	0	5
Entorno socioeconómico	0	0	10
<b>Total pesos</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La selección de los geositos para cada una de las categorías científica, didáctica y turística o recreativa, se realizó aplicando los parámetros señalados para cada tipo de valor y sus

coeficientes de ponderación, asignando valores cada uno de estos parámetros, de 0 a 4 puntos (el valor 0 se atribuirá en cada parámetro cuando el lugar no alcance el interés mínimo valorado con 1 punto), conforme a las siguientes escalas:

### **Valoración de la vulnerabilidad y de la prioridad de protección**

Después de seleccionados los geositos y calculados por separado sus valores científicos, didácticos o turísticos/recreativos, se evaluó su prioridad de protección. Para esto se utilizaron unos parámetros de valoración dirigidos, a establecer la vulnerabilidad de cada lugar atribuyendo a cada uno una puntuación objetiva y ordenando el conjunto de acuerdo con estas puntuaciones. En la tabla 3 se exponen los parámetros para la valoración de la vulnerabilidad. Algunos de ellos, como la accesibilidad, la densidad de población o la fragilidad, han sido también considerados, en nuestro caso, como parámetros de valoración del interés, pero aquí juegan un distinto papel y, en algunos casos, como en el parámetro de la fragilidad, influyen en sentido contrario: a mayor fragilidad menos potencialidad de uso recreativo o turístico, pero más vulnerabilidad y, por tanto, más prioridad de protección.

En la misma tabla se proponen los pesos de cada uno de estos parámetros para evaluar la Vulnerabilidad (**V**) del geosito, dada por la sumatoria de todos los valores atribuidos a cada parámetro, ponderados cada uno de ellos por los mencionados coeficientes de ponderación. Es importante hacer notar que estos parámetros pueden evolucionar con el tiempo, por lo que es recomendable actualizar periódicamente la vulnerabilidad de los lugares.

La actualización periódica del inventario, permitirá la incorporación de nuevos geositos al inventario, pero es insuficiente para hacer el seguimiento del estado de conservación de los lugares ya inventariados. Por ello, el valor **V**, correspondiente a la valoración de la vulnerabilidad de cada geosito, puede permitir priorizar, ante la previsible insuficiencia de medios, el seguimiento del estado de conservación, en los geositos más vulnerables.

Para obtener la Prioridad de Protección de cada geosito, este parámetro **V**, debe ser sumado al parámetro **I**, correspondiente al interés del mismo. A la puntuación **V** se añadirá el valor obtenido por cada lugar en la valoración de su interés científico (**Ic**), didáctico (**Id**) y turístico--recreativo (**It**), y obtendremos así una ordenación de los geositos de interés científico, didáctico y turístico en función del valor de la prioridad de su protección **PP** en sus diferentes vertientes científica **PPc**, didáctica **PPd**, turística-recreativa **PPt** y global **PPG**:

### **Fórmulas:**

$$\mathbf{PPc = Ic + V}$$

$$\mathbf{PPd = Id + V}$$

$$\mathbf{PPt = It + V}$$

$$\mathbf{PPG = ((Ic + Id + It) / 3) + V}$$

De igual forma a la valoración del interés de cada lugar, se propone que aquellos que alcancen valores de PPG superiores a 500 necesitarán una protección urgente, si PPG se sitúa entre 350 y 500 la protección será recomendable a medio plazo, si los valores se sitúan entre 200 y 350 la protección será a largo plazo y para los valores inferiores a 200, el lugar no necesitaría, en principio, figuras específicas de protección por el momento. Este mismo análisis se puede hacer para PPc, PPd ó PPt.

No siempre será necesario aplicar figuras legales de protección. En este sentido, los geositos que resultaron de protección prioritaria deberán ser objeto de especial atención por parte de las administraciones competentes, para poder estudiar y aplicar rápidamente las medidas de conservación más adecuadas. A veces estas medidas pueden consistir (en lugar o además de la declaración de una figura de protección) en obras de drenaje para evitar la erosión de un talud interesante, modificación del planeamiento, modificación de un programa de restauración, retirada de vegetación, retirada de residuos, o cualquier otra medida que se considere pertinente, dentro del marco legal correspondiente.

Para el caso específico de los yacimientos fosilíferos se realizó una modificación a la metodología, de los seis (6) geositos que se reportan solamente uno (1) alcanzó una puntuación de PPG superior a 500, por lo que decidimos introducir un coeficiente de 0,3 para lograr elevar la categoría de protección producto al alto riesgo de expolio de la mayoría de ellos.

El riesgo es un parámetro ligado directamente al entorno y aunque la vulnerabilidad no resulta alta para algunos (**Tabla 3**), si se conoce que están siendo objeto de depredación para su comercialización ilícita, resultando vital para su preservación adoptar de inmediato las medidas de protección pertinentes. Así tenemos que, se incorporaron dos geositos a prioridad de protección urgente, para un total de tres, mientras que para los tres restantes la protección será a mediano plazo.

Del análisis global de la prioridad de protección (PP) realizado tenemos que un total de 12 geositos necesitan una figura de protección inmediata, 18 requieren de una protección a mediano plazo, para 17 de ellos la protección sería a largo plazo y solo 10 no requieren de figura de protección específica por el momento. Algo que queda pendiente y que sería bueno resolver está relacionado con los términos de tiempo utilizados (inmediato, mediano y largo plazo). Es vital establecer plazos específicos que comprometan a las autoridades con la protección real del geosito en los tiempos más recomendables. (Tabla 4).

### Parámetros para la valoración de la vulnerabilidad de los geositos

**Tabla 3.** Parámetros de valoración de la vulnerabilidad de los geositos y coeficientes de ponderación de cada uno de los parámetros.

PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO
Vulnerabilidad antrópica	Informa sobre la existencia de amenazas antrópicas	15
Interés para la explotación minera	Informa acerca de la vulnerabilidad del lugar por el interés que pueden tener para la actividad minera los materiales aflorantes	15
Vulnerabilidad natural	Informa sobre la existencia de amenazas naturales (procesos activos)	15
Fragilidad intrínseca	Indica la vulnerabilidad intrínseca del lugar, bien por sus dimensiones o por su naturaleza (yacimientos paleontológicos o mineralógicos)	10
Régimen de protección	Informa de la posible protección del lugar en función de su ubicación dentro o fuera de un área protegida	10
Protección física o indirecta	Informa de las dificultades físicas de acceso al lugar	10
Accesibilidad	Ligado a la necesidad de protección por la mayor facilidad para los actos de vandalismo que otorga una mayor accesibilidad	10
Régimen de propiedad del suelo	Informa sobre el régimen de propiedad del lugar (privado, público de acceso libre y público de acceso restringido)	5
Densidad de población	Ligado a la necesidad de protección por aumentar, con la densidad de población, la probabilidad de actos vandálicos	5
Cercanía a zonas recreativas	Indica la presencia de zonas de recreo o turísticas cerca del lugar. Ligado a la necesidad de protección (mayor posibilidad de actos de vandalismo)	5
		<b>100</b>

La valoración de la vulnerabilidad de los geositos se realizó asignando valores a cada uno de los parámetros señalados y puntuando de 0 a 4 cada una de las variables (el valor 0 se atribuirá a cada parámetro cuando el lugar no alcance la situación valorada con 1 punto), según las

siguientes escalas:

En las **Figs. 1, 2, 3 y 4** (más abajo), se muestra gráficamente el comportamiento de los parámetros evaluados para cada geosítio.

**Tabla 4.** Resumen de la valoración del interés y la prioridad de protección de cada geosítio. A) Interés Geológico; B) Interés Geomorfológico; C) Interés Paleontológico y D) Interés Hidrológico.

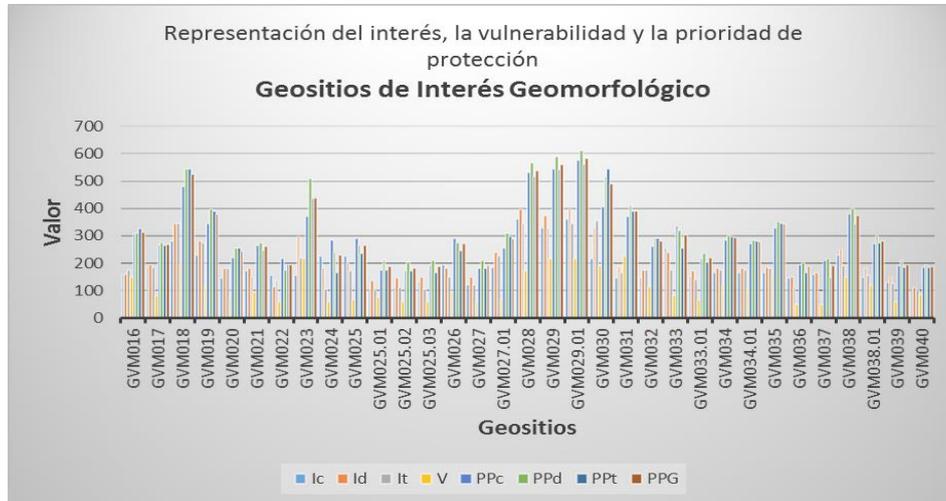
Código	Geosítio	Interés científico (lc)	Interés didáctico (ld)	Interés turístico (lt)	Vulnerab. (V)	PPc	PPd	PPt	PPG
Geosítios de Interés Geológico (GVg). Estratigráfico, Sedimentológico o Tectónico									
GVg001	Localidad tipo Formación Ancón	220	175	130	180	400	355	310	355
GVg002	Sección de brechas La Legua	85	125	135	85	170	210	220	200
GVg003	Localidad Tipo Miembro Pan de Azúcar	235	140	110	135	370	275	245	297
GVg004	Localidad Tipo, Miembro Zacarías	275	195	160	115	390	310	275	325
GVg005	Hipoestratotipo 2. Formación San Cayetano	180	170	140	210	390	380	350	373
GVg006	Localidad Tipo del Miembro Jagua Vieja	250	195	195	150	400	345	345	363
GVg007	Localidad Tipo, Miembro San Vicente	250	355	305	200	450	555	505	503
GVg008	Localidad Tipo Miembro Tumbadero	240	235	145	165	405	400	310	372
GVg009	Hipoestratotipo Miembro Tumbitas	135	150	120	125	260	275	245	260
GVg010	Hipoestratotipo, Miembro El Americano	185	295	160	295	480	590	455	508
GVg011	Hipoestratotipo, Olistostroma Vieja	195	210	190	180	375	390	370	378
GVg012	Sobrecorrimiento Loma El Fortín	195	260	260	235	430	495	495	473
GVg012.01	Vista del valle desde El Fortín	265	325	315	160	425	485	475	462
GVg013	Nariz del Sobrecorrimiento Los Jazmines	280	315	305	150	430	465	455	450
GVg013.01	Vista del valle desde Los Jazmines	360	395	355	150	510	545	505	520
GVg014	Límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg)	250	260	225	280	530	540	505	525
GVg015	Contacto Oxfordiano-Kimmeridgiano	250	230	205	195	445	425	400	423

A). Interés Geomorfológico:

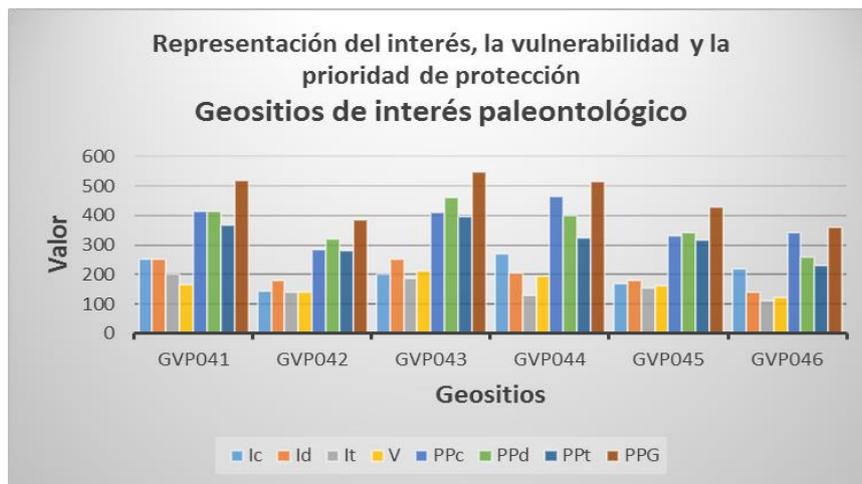
B). Interés Geomorfológico.

Geositos de Interés Geomorfológico (GVm)									
GVm016	Cueva de Cumpleaños	155	160	175	150	305	310	325	313
GVm017	Cueva Constantino	185	195	185	80	265	275	265	268
GVm018	Cueva Santo Tomás	280	345	345	200	480	545	545	523
GVm019	Cueva Palmarito	230	280	275	115	345	395	390	377
GVm020	Cueva del Ocho	145	180	180	75	220	255	255	243
GVm021	Cueva del Cable	170	180	150	95	265	275	245	262
GVm022	Cueva Grande	155	115	135	60	215	175	195	195
GVm023	Cueva del Indio	155	295	220	215	370	510	435	438
GVm024	Puente Natural	225	180	105	60	285	240	165	230
GVm025	Sendero de Los Insurrectos	225	200	170	65	290	265	235	263
GVm025.01	Lapiés gigantes	100	135	100	75	175	210	175	187
GVm025.02	Dolina de Cueva China	110	145	110	60	170	205	170	182
GVm025.03	Salto de Agua	130	150	105	60	190	210	165	188
GVm026	Arco del Novillo	195	180	150	95	290	275	245	270
GVm027	Dolina los Acuáticos	120	150	120	60	180	210	180	190
GVm027.01	Vista del valle desde Los Acuáticos	185	240	225	70	255	310	295	287
GVm028	Valle de Viñales	360	395	345	170	530	565	515	537
GVm029	Puerta de Ancón	330	375	325	215	545	590	540	558
GVm029.01	Cuevas de Viñales	360	395	345	215	575	610	560	582
GVm030	Valle Dos Hermanas	215	325	355	190	405	515	545	488
GVm031	Laguna de Piedras	145	185	165	225	370	410	390	390
GVm032	Valle de la Cuevita	145	175	175	115	260	290	290	280
GVm033	Hoyo de Jaruco	255	240	175	80	335	320	255	303
GVm033.01	Abra del Hoyo de Jaruco	150	170	140	65	215	235	205	218
GVm034	Valle del Silencio	165	180	175	120	285	300	295	293
GVm034.01	Mogote El Lele	165	180	175	105	270	285	280	278
GVm035	Polje de Santo Tomás	165	185	180	165	330	350	345	342
GVm036	Boquerón del Infierno	145	150	115	50	195	200	165	187
GVm037	Abra de Ancón	160	165	95	50	210	215	145	190
GVm038	Valle de la Jutía	230	250	190	150	380	400	340	373
GVm038.01	Sumidero Arroyo Zacarías	150	180	155	120	270	300	275	282
GVm039	Resolladero Ancón	130	150	125	60	190	210	185	195
GVm040	Resolladero Pan de Azúcar	100	110	100	85	185	195	185	188

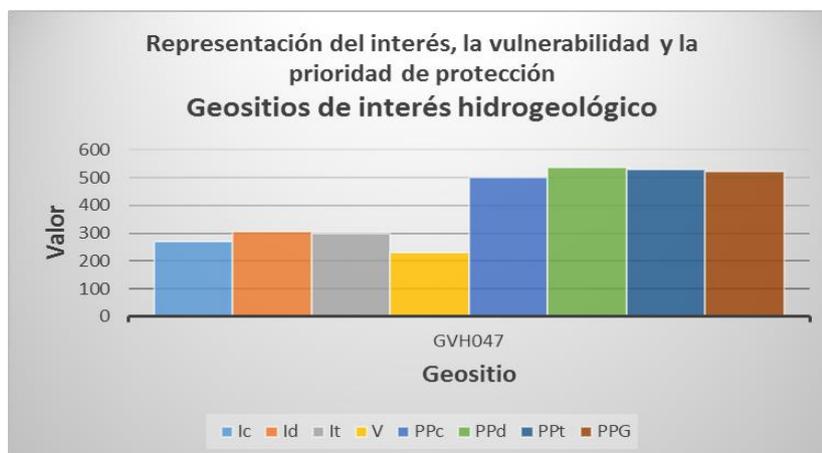




**Figura 2.** Comportamiento de los parámetros evaluados para los geositos de interés geomorfológico.



**Figura 3.** Comportamiento de los parámetros evaluados para los geositos de interés paleontológico



**Figura 4.** Comportamiento de los parámetros evaluados para los geositos de interés hidrogeológico.

## CONCLUSIONES

Se realizó la actualización del patrimonio geológico del área del proyecto, con la incorporación de un grupo de geositos, no antes reportados.

Se realizó la evaluación de cada geosito según su interés (científico, didáctico o turístico recreativo) y en función de su vulnerabilidad.

Se determinó la prioridad de protección para cada geosito con el objetivo de proponer las medidas de protección necesarias para su conservación.

## RECOMENDACIONES

Proposición de medidas regulatorias de conjunto con las autoridades involucradas, que garanticen la conservación del patrimonio.

Proponer el tipo de categoría patrimonial que corresponda para los geositos a partir de la evaluación de los que exhiban valores de Ic, Id, It > 200 y PPG > 500.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo agradecen especialmente a la Empresa Geominera de Pinar del Río por haber facilitado los medios y recursos necesarios para la realización de la investigación, al Ministerio de Energía y Minas y Servicio Geológico de Cuba por la asignación del presupuesto

y asesoramiento especializado. A la dirección y especialistas del Parque Nacional Viñales por el apoyo incondicional a la realización del trabajo en el área.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burov, V., et al. (1983). Informe sobre los trabajos de Levantamiento Geológico a escala 1: 50 000 realizados en la parte occidental de la provincia de Pinar del Río. (hojas 3382-I, IV; 3383-I, II, III; 3482-IV a, c; 3483-III c) en 1981-1985. 1987. *Empresa Geomínera de Pinar del Río*.
- Carcavilla, L., De la Hera, A., Durán, J.J., Gracia, F.J., Pérez Alberti, A. and Robledo, P.A. (2008). El papel de la geología y la geomorfología en la Directiva Hábitats de la Unión Europea. In Benavente, J. and Gracia, F.J. (eds.), *Trabajos de Geomorfología en España 2006-200.*, Sociedad Española de Geomorfología, Cádiz, 431-434.
- Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García Cortés, A., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, A. y Vegas. Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España. NIPO: 474-11012-3. 21 p. Descargable en: [www.igme.es/internet/patrimonio](http://www.igme.es/internet/patrimonio).
- Carcavilla, L., Durán, J.J., and López-Martínez, J. (2008). Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10, 1299-1303.
- Carcavilla, L., López-Martínez, J. and Durán, J.J. (2007). *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España, Serie Cuadernos del Museo Geomínero, nº 7, Madrid, 360 pp.
- Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. In Cendrero, A. (ed.), *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 17-38.
- Corvea J.L. Novo R., Martínez Y., Bustamante I., Sans J. M. (2006). El Parque Nacional Viñales un escenario de interés geológico, paleontológico y biológico en el occidente de Cuba. *Departamento de Geología. Universidad de Alcalá, Campus Universitario 28871, Alcalá de Henares. Madrid. Trabajos de Geología, Univ. De Oviedo*, 26: 121, 129.
- Díaz G. (2016). El desarrollo del carso epigenético en el modelo evolutivo de la sierra de los órganos. Caso de estudio región central de la sierra de los. *Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geológicas. Departamento de Geología, Universidad de Pinar del Río*.
- Fernández F. A., Díaz C., Ramírez, R. (2011). Guía de puntos de interés geológico del parque nacional viñales. *Tesis de grado, Universidad de Pinar del Río (UPR)*.
- García A., Carcavilla, L. (2009). Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). *Instituto Geólogo Minero de España. Versión 12-18-05-2009*.
- Gutiérrez M. R., Llanes A., Bernal L., L. Flores, L. López, A. Barrientos, G. Pantaleón, N. López, L. Flores, Y. Martínez, E Balado, J. L. Corvea, J. Zamora. (2012). Geositos de interés patrimonial en la provincia de Pinar del Río. *Proyecto 256: PROTECCION Y*

*CONSERVACION DEL PATRIMONIO, GEOLOGICO. Informe de la tercera etapa. Instituto de Geología y Paleontología. Vía Blanca 1002, SMP, Ciudad de la Habana.*

Gutiérrez M. R., L. Flores, A. Barrientos, G. Furrázola, L. Flores, E. Balado. (2012). Propuesta de metodología a emplear para las acciones de protección y conservación del patrimonio geológico. *Instituto de Geología y Paleontología. Vía Blanca 1002, SMP, Ciudad de la Habana.*

Gutiérrez M. R., Llanes A., Bernal L., L. Flores, L. López, A. Barrientos, G. Pantaleón, N. López, L. Flores, Y. Martínez, E Balado, J. L. Corvea, J. Zamora. (2015). Sitios de interés geológico del Parque Nacional Viñales. *Instituto de Geología y Paleontología. Vía Blanca 1002, SMP, Ciudad de la Habana.*

Martínez D. *et al.* (1988). Informe sobre los trabajos de Levantamiento Geológico a escala 1: 50 000 realizados en la parte central de la provincia de Pinar del Río. *Empresa Geominera de Pinar del Río.*

Peláez R, Reyes Pimentel R. *et al.* (2003). Informe de la Exploración Orientativa de las aguas minero-medicinales y potables de San Vicente, Viñales, Pinar del Río. 1991. *Empresa Geominera de Pinar del Río.*

Peláez R. (2003). Recálculo de la zona I de Protección y diagnóstico sanitario del yacimiento de aguas minerales San Vicente, Viñales, Pinar del Río. *Empresa Geominera de Pinar del Río.*

Reyes Pimentel R., Sobrino Hernández. (2011). Proyecto de explotación de las aguas minerales medicinales del yacimiento San Vicente, fuente pozo P-1<sup>a</sup>. *Empresa Geominera de Pinar del Río.*

Robaina A., Vázquez M., Díaz C. (2017). Estudio Geológico y Geomorfológico del Parque Nacional Viñales. *Empresa Geominera de Pinar del Río.*